

Econometría

con aplicaciones



Eduardo Loría

INTRODUCCIÓN

*La utilidad de los modelos va más allá de su valor didáctico...
constituyen un elemento real y esencial de la preparación de políticas
bien coordinadas... constituyen un marco o un esqueleto
y la carne y la sangre tendrán que ser añadidos con gran sentido común
y conocimiento de los detalles.*

Jan Tinbergen

Discurso en la recepción del Premio Nobel de Economía, diciembre de 1969.

En el análisis económico de los años recientes se han perfilado cada vez con mayor claridad dos grupos de economistas, definidos y diferenciados en cuanto a su concepción, uso y confiabilidad de los métodos cuantitativos en general, y de la econometría y los modelos macroeconómicos en particular.

Por un lado se encuentran aquellos analistas económicos escépticos del uso de estos modelos y que, por tanto, consideran que los resultados numéricos derivados de ellos son prácticamente inútiles. Lo son –afirman– tanto porque es ocioso tratar de modelar (esquematizar o incluso *caricaturizar*) una realidad económica compleja, como por el hecho de que los supuestos en los que se basan (la mayoría de las veces) no son reales. En no pocas ocasiones consideran que la econometría se utiliza para probar numéricamente lo que de antemano se sabía o lo que se quería: es la *justificación del pretexto*.

Pero más grave aún es que consideran que los modelos son elaboraciones idealizadas de la realidad porque se basan en la construcción de *paraísos intelectuales*, por lo que no pueden ser más que falsaciones premeditadas y, en consecuencia, la aplicación de políticas derivadas de sus enunciados necesariamente conducirá a resultados inadecuados, ajenos y dañinos a la realidad concreta.

Por lo general, refuerzan su rechazo al uso de modelos al resaltar y magnificar la imprecisión de los pronósticos generados por los modelos econométricos e incluso el fracaso de las políticas económicas de las dos últimas décadas, aduciendo que desde que el grupo de tecnócratas (*sic*) se ha adueñado de los gobiernos y se ha ampliado el uso de modelos, en esa medida han aumentado los fracasos socioeconómicos de naciones enteras.

El primer grupo de economistas es renuente no sólo a aceptar la metodología sino también la filosofía de la modelación, por lo que tiende a rechazar el trabajo que realiza el segundo grupo.

Frente a las turbulencias económicas, su percepción del futuro tiende a ser difusa porque en gran medida su comprensión de la realidad económica es esencialmente intuitiva y cualitativa.

La raíz de su rechazo al segundo grupo de economistas puede deberse a los orígenes de su formación académica, que en gran medida estuvo asociada a una posición ideológica contraria al uso de los métodos cuantitativos. Recordemos que durante la década de 1970,

muchas de las escuelas públicas de economía de América Latina recibieron una influencia importante de la ideología marxista, la cual consideraba que la utilización de técnicas estadísticas de medición respondía a un *enfoque burgués*, que –desde su discurso– era por definición erróneo y manipulador. Este primer grupo de economistas consideraba todavía hace poco más de una década que el análisis y el trabajo del economista deberían enfocarse a que el cambio social se dirigiera desde las ciencias sociales,¹ por lo cual los modelos que pretendían analizar y pronosticar el crecimiento económico y la evolución de variables específicas sin tomar en cuenta ese objetivo revolucionario, se constituían en un instrumento de la preservación del modo de producción que había que modificar.²

A pesar de que este grupo de economistas tuvo –y tiene aún– peso en las estructuras académicas y políticas de gran número de escuelas de economía de México y de América Latina, en los últimos diez años ha ganado terreno el interés de alumnos, profesores, profesionales y tomadores de decisiones por fundamentar sus análisis y contrastar sus hipótesis con la ayuda de los métodos cuantitativos.

Esto se debe a que la creciente complejidad del mundo contemporáneo requiere de instrumentos que den claridad, orden y estructura a la comprensión de los fenómenos económicos. No creemos equivocarnos al afirmar que para eso justamente sirven los modelos: para expresar en forma simple, integrada y ordenada lo que de suyo es complejo, para medir relaciones y reacciones, y para evaluar y pronosticar comportamientos económicos y sus consecuencias. Estamos convencidos de la gran verdad de la afirmación de Lord Kelvin: “Cuando podemos medir aquello de lo que hablamos y expresarlo en cifras, sabemos algo de ello; cuando no podemos hacerlo, nuestro saber es débil e insatisfactorio. Quizá sea el comienzo, pero podemos decir que estamos llegando al estado científico”.

La modelación económica pretende identificar, cuantificar y, sobre todo, sistematizar tendencias y hechos económicos que responden a regularidades en el tiempo. Eso no quiere decir que se desprecien o se ignoren los eventos de corto plazo o inesperados, sino que éstos deben entenderse dentro de trayectorias o regularidades que las estructuras económicas van conformando en el tiempo.

Esta manera de entender la economía ha propiciado que dentro de las instituciones escolares existentes se vaya conformando un segundo grupo, que son los *economistas aplicados* o *econometristas*, quienes consideran que aun cuando siempre existirán errores en la medición y en la captación de las relaciones y estructuras económicas, la econometría es un instrumento no sólo útil, sino incluso indispensable para obtener un conocimiento más preciso y a la vez estructurado de la realidad que ayude a fundamentar las decisiones económicas, en lugar de hacerlo con ideas vagas o –peor aún– con sensaciones o presentimientos propios del sentido común.

Este segundo grupo se ocupa mucho de las técnicas de estimación que generen resultados robustos desde el punto de vista estadístico. Dentro de este grupo hay un grupo todavía más reducido que se dedica a la elaboración de pronósticos de variables e indicadores. Sus integrantes reconocen ampliamente que habrá errores en la predicción dado que el mundo es estocástico, no determinístico. Es decir, en un mundo en donde prevalece la incertidumbre en todas las áreas del quehacer humano lo común es que ocurran eventos totalmente impredecibles (como los del 11 de septiembre del 2001, la aparición súbita de epidemias, conflictos políticos y sociales imprevistos o desastres naturales), que pueden generar reacciones y efectos económicos múltiples. Ante esto, no es de sorprender que cualquier pronóstico pueda resultar sensiblemente afectado, aunque la comprensión analítica estructural o de largo plazo permanece inalterada.

¹ Entendiendo por ello el rompimiento del modo de producción capitalista para dar paso al socialismo como régimen previo al comunismo.

² Para profundizar sobre esta discusión académica véase Blanco (2003) y Loría (2002). Para obtener una visión novelada magistral de lo que fue el motor de las ciencias sociales en esos años se recomienda ampliamente leer a Volpi (2003).

Cabría mencionar que si bien el trabajo de predicción se basa en estimaciones económicas del pasado, su elaboración más fina se basa también en una *prelectura del futuro*. Esto es lo que diferencia al econometrista tradicional –quien busca encontrar relaciones firmes del pasado– del econometrista pronosticador, quien además de hacer lo anterior pretende descubrir (estudiar) y adelantar el futuro desde hoy.

Aún eliminando los eventos imprevisibles y tan dramáticos que hemos mencionado, la aleatoriedad siempre está presente; incluso en fenómenos y experimentos propios de las ciencias naturales. Al respecto, Sánchez (2003)³ señala que aún en campos donde la experimentación es bastante controlable y repetible (como la física), la aleatoriedad es inevitable. Por ejemplo, “un experimento en un acelerador de partículas realizado cinco veces puede producir cinco resultados diferentes”.

Los econométristas saben que la creciente complejidad del mundo real, así como el florecimiento de conflictos sociales, políticos y ambientales⁴ –que cada vez ocurren con mayor frecuencia y cuyos impactos a veces son más profundos que los fenómenos económicos– pueden imponerse a las técnicas estadísticas más depuradas. En último caso, se trata de que la realidad es cada vez más compleja, no de que la modelación en sí misma sea incorrecta. En ese sentido, en la medida que los modeladores incorporen sistemáticamente argumentos económicos y estadísticos nuevos y más sólidos, así como mayor sapiencia de lo que ocurre en la realidad extraeconómica, la brecha que necesariamente existirá entre la realidad económica y su correcta modelación podrá mantenerse dentro de márgenes aceptables.

De todo lo anterior, queda claro que la modelación econométrica es un área muy exigente en cuanto a la necesidad de actualización académica permanente y desarrollo de habilidades de los modeladores.⁵

El objetivo principal de este libro es adentrar a los alumnos de los últimos semestres de licenciatura y posgrado, preferentemente de economía y negocios, en el aprendizaje práctico y exhaustivo de la elaboración (y no sólo de la comprensión) de los modelos macroeconómicos modernos de ecuaciones simultáneas. Con tal propósito se presenta la filosofía, los alcances y las limitaciones de este enfoque a la luz de sus desarrollos iniciales y de la fuerte controversia que ocurrió en la década de 1980. De manera que la metodología que aquí exponemos ha considerado tanto los debates y las críticas como los desarrollos subsecuentes. El hecho de concentrarnos en este tipo de modelos se debe a que permiten tener una visión mucho más amplia e integral de fenómenos complejos. Estudiaremos los modelos estructurales clásicos de la tradición Cowles y los modelos recientes de series de tiempo también conocidos como VAR (vectores autorregresivos).

El libro también le podrá ser útil al profesional de la economía y ciencias afines que necesite construir modelos por razones analíticas, de investigación o de toma de decisiones. Esta necesidad la cubrirá al aprender a diseñar lo que aquí llamamos proyecto econométrico, al cual le hemos dedicado un capítulo completo.

La particularidad de este texto consiste en que desde el principio pretende ser un recurso didáctico que facilite y *lleve de la mano* al lector en el manejo de la econometría estructural y las series de tiempo. Con ello se logrará percibir a la modelación como un

³ Quien en enero de 2003 era el director de estudios económicos del Banco Bilbao-Vizcaya-Bancomer en la oficina de México, D.F.

⁴ Como las guerras, los flujos migratorios, las epidemias, los cambios abruptos en la estructura por edades de las sociedades, aumento de la delincuencia, cambios en los sistemas políticos, efectos múltiples del cambio climático, resultados electorales, etc.

⁵ No está de más decir que el econometrista debe ser un individuo cada vez más culto e informado para incorporar enormes cantidades de información en sus especificaciones. Ahora, más que en otras épocas, resulta de suma utilidad recordar aquel epígrafe de Keynes que reza: “El economista debe de ser matemático, historiador, estadista y filósofo, todo ello en cierto grado. Debe comprender los símbolos, pero hablar con palabras. Debe observar lo particular en términos de lo general y tocar lo abstracto y lo concreto con el mismo vuelo del pensamiento. Debe estudiar el presente a la luz del pasado para los objetivos del futuro”.

instrumento de trabajo básico y –más aún– *amigable*, para explicar los hechos económicos y, sobre todo, fundamental para la toma racional y reflexiva de decisiones y la planeación del futuro. Asimismo, pretende ser una obra atractiva para el profesor y el alumno, pues su finalidad es que todo el conocimiento matemático y estadístico que contiene sea utilizado analítica e inmediatamente en la comprensión del funcionamiento estructural de una economía de desarrollo medio como la mexicana. En tal virtud, *Econometría aplicada* no es un libro de texto más dentro del amplio mercado de esta materia, ya que no repite las demostraciones tradicionales ni el contenido teórico de la mayoría de los libros. Sólo recupera aquéllas que directamente sirven para ilustrar y enseñar al individuo a construir modelos.

Otro elemento que distingue a este libro es que parte del hecho de que prácticamente la totalidad de textos de econometría acreditados incluyen datos y ejercicios aplicados para países desarrollados, en tanto que *Econometría aplicada* tiene como objetivo central ser un texto didáctico escrito por un latinoamericano para estudiantes latinoamericanos (o estudiosos de la economía de América Latina). Así, aunque el texto presente estimaciones de la economía mexicana, el marco analítico general es de amplia aplicación para otros países de la región que comparten problemas y características estructurales semejantes.

Es un libro de aplicación amplia y directa de la econometría a la economía, *en el aquí y el ahora*. Su pretensión principal es *aprender econometría haciendo econometría*, practicándola a partir de hacer aplicaciones con un software amigable con el ambiente Windows y de manejo muy sencillo. En su momento se hacen las indicaciones bibliográficas necesarias y oportunas para satisfacer los requerimientos teóricos (o profundizar en ellos) que el mismo desarrollo expositivo requiera. El libro en sí mismo es autocontenido y está estructurado para que sus enseñanzas se impartan en un curso semestral de alrededor de 48 horas intensas de clases teóricas y prácticas, lo cual ya se ha probado, pues es un producto derivado de los cursos que el autor ha impartido en diversas instituciones de México.⁶ Asimismo, se desprende de la experiencia profesional de más de diez años ininterrumpidos en la construcción y utilización de modelos macroeconómicos para entender el funcionamiento de la economía mexicana así como para pronosticar y analizar efectos concretos de la aplicación de políticas económicas específicas y de los choques externos.

Los productos de investigación que anteceden a este libro son:

- a) La publicación (en coautoría con César Castro y Miguel Ángel Mendoza), de *Eudoxio: Modelo macroeconómico de la economía mexicana*, UNAM.⁷
- b) La publicación de más de 30 artículos científicos en varias revistas nacionales y del extranjero.
- c) La discusión y elaboración de propuestas de políticas económicas (reforma fiscal) para México en varios foros de discusión.
- d) La dirección de tesis de licenciatura y maestría.
- e) La fundación del Centro de Modelística y Pronósticos Económicos de la Facultad de Economía de la UNAM en noviembre de 2002.
- f) La elaboración de varios escenarios prospectivos de la economía mexicana con horizontes de 10, 20 y 30 años.
- g) La elaboración y publicación ininterrumpida de pronósticos de corto y mediano plazos de la economía mexicana desde 1993.

⁶ Por ejemplo, en las facultades de Economía de: a) la UNAM (Diplomado en Econometría y División de Estudios de Posgrado); b) la Universidad Autónoma de Baja California; c) la Universidad de Guadalajara, y d) la Universidad de Sonora.

⁷ La primera edición es de 1996 y la primera reimpresión del año 2000.

Todo ello hace que en este texto se recuperen experiencias aplicadas (totalmente reales y tangibles) que le aseguran al lector que existe un uso directo y probado de los contenidos específicos y que la econometría aplicada es un instrumento sumamente útil en el ejercicio de la profesión.

Asimismo, con este libro se busca transformar la desafortunada imagen de la econometría, que ha sido producto de la aridez de los cursos tradicionales, los cuales se empeñan en reflejar que la econometría es esencialmente teórica y sumamente abstracta, aburrida e inaplicable para la comprensión de fenómenos económicos. Este carácter la ha alejado del análisis económico cotidiano y le ha conferido incorrectamente un estatuto superior, sólo asequible para *los iluminados*. Por ello es que los no econometristas le han atribuido a la disciplina un aire de pedantería. No es una exageración afirmar que para la gran mayoría de los estudiantes –incluyéndome a mí por anticipado– la econometría es una de las materias menos atractivas y, por lo tanto, el obstáculo a vencer en la currícula.

Sin embargo, después de varios años de sufrir, estudiar, aprender, gozar, enseñar y utilizar la econometría (en ese orden), estoy plenamente convencido que al igual que cualquier otra disciplina, sólo puede ser asimilada y apreciada en su correcta dimensión a partir del estudio dedicado de la teoría y de su aplicación inmediata. Me parece que es la mejor manera de lograr que los conocimientos se incorporen y se mantengan. El uso excesivo de demostraciones sin una contraparte en la aplicación es contrario a ese principio.

Tal vez las ideas anteriores se ejemplifiquen con más claridad al tomar el caso de la formación de un piloto aviador, quien para en verdad llegar a serlo necesita estudiar una serie de materias relativas y específicas al vuelo de aviones. Esas materias pueden ser en buena parte teóricas, pero necesariamente habrá una proporción importante de materias prácticas que se ejecutarán primero en un simulador y más tarde en aviones de verdad.

Lo que a fin de cuentas le otorga el grado de piloto aviador no son las horas teóricas, sino lo que sabe hacer en la práctica al demostrarlo con horas de vuelo. En la medida en que consiga una combinación óptima de teoría y práctica, a la par de actualizaciones permanentes, es que llegará a ser un piloto reconocido y hábil. La realización de la primera actividad es una condición necesaria pero de ninguna manera suficiente. Podrá tener un gran conocimiento teórico, pero será incapaz de volar un avión. En el segundo caso, es posible que con la observación repetida de un verdadero piloto alguien pueda tripular una nave, pero tendrá muchos problemas cuando ocurra algún evento complejo que rebase su aprendizaje empírico.

Guardadas las proporciones, la econometría puede semejarse a nuestro ejemplo anterior en la medida que un econometrista teórico podrá ser muy eficiente haciendo investigación pura, pero difícilmente logrará un trabajo aplicado trascendente o correcto debido a que no se “ha ensuciado las manos” al trabajar con los datos rebeldes que caracterizan a las economías concretas, en especial a las menos desarrolladas.

Por otro lado, un individuo con poca calificación econométrica (teórica) puede hacer un cálculo erróneo, que llevado a la toma de decisiones puede perjudicar severamente la “salud” de una economía y deteriorar las condiciones de bienestar de sus habitantes.

Para evitar estos “accidentes”, la presente obra se ha propuesto convertirse en un acercamiento agradable, atractivo y útil a esta parte fascinante de la ciencia económica mediante la combinación en todo momento de la teoría y la práctica, de buscar el ejemplo que aclare el concepto, de utilizar datos reales a un contexto tangible y de buscar que el lector haga de la econometría un instrumento fundamental que le solucione problemas de su vida profesional.

De esta manera, *Econometría aplicada* busca despertar el interés y la pasión por la econometría en alumnos, profesores y profesionales de la economía en activo. Esto no es tarea fácil, dado que desde la educación primaria las matemáticas se enseñan como la materia más abstracta y, por tanto, más difícil. No es aventurado afirmar que la mayoría de los estudiantes definen su vocación profesional a partir de elegir carreras que poco o nada tengan que ver con las matemáticas.

El hecho de que yo mismo haya pasado por esta experiencia como estudiante me proporciona una gran ventaja, en la medida que a lo largo del libro he tratado de escribir para mi propia comprensión, considerándome el *estudiante representativo*. Estoy totalmente convencido de que uno enseña lo que necesita aprender y escribe lo que necesita leer.

La estructura del texto está organizada de manera que desde el capítulo 1 el lector integre fácil y rápidamente los elementos filosóficos, teóricos y prácticos para empezar la construcción de lo que será su proyecto econométrico, que se pretende sea base fundamental de su tesis de grado, o la elaboración de un modelo que sea un instrumento esencial en su práctica profesional.

Para cumplir con este propósito, en cada capítulo se desarrollan progresivamente los elementos teóricos necesarios y los comandos e instrucciones del software *E-Views*.⁸ Al final de cada capítulo se presentan ejercicios y preguntas de control para consolidar el aprendizaje.

La exposición y desarrollo de los contenidos se harán sobre una versión muy simplificada del modelo macroeconómico *Eudoxio*, lo cual le dará al lector la seguridad de que su aprendizaje se fundamentará en un modelo que funciona real y activamente desde que vio la luz en 1993.⁹

En este texto se obvian los conceptos básicos del modelo lineal general y se aborda directamente lo que la mayoría de los libros de texto incorporan sólo en un capítulo avanzado: modelos de ecuaciones simultáneas.¹⁰ Por ello, este libro se recomienda una vez que el estudiante ya conoce con solvencia los fundamentos del modelo lineal general; esto es, sus supuestos básicos y las consecuencias de su incumplimiento. Estos temas deben revisarse necesariamente en un curso previo de econometría clásica, por lo que nuestra propuesta podría constituir un curso específico de elaboración de modelos de ecuaciones simultáneas.

Conviene mencionar que el interés desmesurado de los últimos veinte años por los modelos de series de tiempo ha ocupado la atención y el espacio no sólo de lo que podría ser un curso de Econometría II, sino también el interés principal de los cursos básicos y avanzados de la materia. Parece que sólo hasta que comenzó a popularizarse el uso de los modelos VAR renació el interés por la construcción de sistemas de ecuaciones.

La embestida de las expectativas racionales a la teoría keynesiana y a los modelos estructurales que eran su principal instrumento de aplicación prácticamente eliminó su estudio, e incluso los hizo impopulares en las escuelas de economía. Al respecto es conveniente referir que, en su libro de texto *Econometría básica* (2003: xxvii, 4a. ed.), utilizado en todo el mundo, Damodar Gujarati señala que esa nueva edición ha incluido muchos cambios con excepción de los capítulos referidos a los modelos de ecuaciones simultáneas debido a que “ha decaído el interés por estos modelos por varias razones, incluyendo su pobre desempeño en pronósticos después de los choques petroleros de la OPEP en los años 70”.

Como veremos, ésta es una crítica que hace treinta años se consideró esencialmente correcta y, más aún, devastadora, por lo que muchos economistas aplicados consideraron que era ingenuo e incluso incorrecto continuar utilizándolos para hacer predicción y más aún en artículos académicos que pretendiesen publicarse en revistas de alta reputación. Sin embargo, la evidencia empírica ha demostrado que los modelos de series de tiempo, univariados y uniecuacionales no han logrado mejores pronósticos que los modelos estructurales, así como tampoco han logrado mayor introspección analítica, ni están libres de incurrir en otras limitaciones graves en los ámbitos estadísticos, de los hechos y de la teoría económica.

⁸ He elegido este software por ser el más accesible y uno de los más utilizados en las escuelas de economía de todo el mundo.

⁹ En el capítulo 1 se presenta su génesis, desarrollo y estructura.

¹⁰ Bien sean los modelos estructurales clásicos (o también llamados de la *Comisión Cowles*) y los modelos de series de tiempo multivariados llamados vectores autorregresivos (VAR).

En dos capítulos centrales (5 y 6) se presentan las críticas que se les hicieron a estos modelos, así como sus fortalezas y debilidades *vis a vis* los modelos de series de tiempo, así como sus posibilidades reales en el trabajo profesional aplicado.

Consideramos que así como en la vida real no hay panaceas, en la econometría tampoco; por lo que el buen análisis exige el uso combinado de los dos tipos de modelos y, por encima de ello, el juicio y la experiencia del analista. La eliminación de cualquiera de estos factores equivale a pretender que un avión bimotor llegue a buen puerto con un solo motor o con un mal piloto.

La experiencia nos indica que no existe una sola técnica capaz de satisfacer todas las necesidades del econométrico aplicado. El análisis económico y el pronóstico requieren el uso simultáneo y equilibrado de varias técnicas. Como en la buena práctica de la medicina, en la econometría no hay técnicas únicas ni puras, ni mucho menos recetas preconcebidas. Quizá ésta es la mayor enseñanza que deja la práctica profesional, por lo que fundamentamos que los modelos estructurales apoyados de otros elementos analíticos siguen siendo instrumentos sumamente poderosos en el análisis económico moderno.

Debo reconocer que en este texto no pretendo presentar ni mucho menos desarrollar las técnicas que se han desarrollado desde que se hicieron los fuertes cuestionamientos a los modelos de la *Comisión Cowles*. No lo pretendo porque es prácticamente imposible conocerlas y haberlas aplicado. Por lo general, el trabajo cotidiano hace que uno se vaya especializando en ciertos temas y en ciertas técnicas. Mi compromiso es compartir con los lectores lo que he aprendido al hacer trabajo macroeconómico aplicado a través de modelos multiecuacionales, los cuales me han ayudado a comprender diversos aspectos de la economía mexicana contemporánea y a hacer algunas introspecciones sobre el futuro.

Creo que con ello cumplo tanto con las expectativas de un amplio espectro de economistas aplicados como con las líneas que Granger (2001: 18) considera determinan el estado actual de la macroeconometría: por un lado, los vectores autorregresivos y los modelos de corrección de error; y, por otro, los modelos estructurales de tamaño grande y mediano que siguen manejando las agencias comerciales y oficinas gubernamentales.

En ese sentido, tendría que decir que el texto retoma el espíritu globalizante de los modelos estructurales, que desde sus inicios han aspirado a representar el complejo funcionamiento de una economía moderna a través de un sistema de ecuaciones. Pero a la vez trata de superar las limitaciones que se detectaron hace muchos años. En ese propósito he recuperado los aportes del ahora llamado “enfoque de la London School of Economics” que se ha preocupado por fortalecer el análisis estadístico de las variables involucradas en las estimaciones. De esta manera, he procurado que los modelos que presento hagan análisis robustos de largo plazo, incorporen mecanismos dinámicos de corrección y contengan baterías de pruebas que avalen su correcta especificación.

De igual manera, considero que los modelos VAR son muy útiles en la práctica macroeconómica, aunque por su mismo origen no tienen el poder explicativo e integrador de los modelos estructurales.

Una segunda lección importante se refiere a que la denostación y discriminación *a priori* de los modelos estructurales, muy recurrentes entre los econométricos jóvenes o los que fueron educados a partir de la econometría de series de tiempo, son inadecuadas. Debe comprenderse que cada técnica y cada enfoque tienen una utilidad específica, así como sus propios alcances y limitaciones. Incluso no resulta exagerado decir que muchas de las críticas originales han perdido validez con el transcurso del tiempo. Esto se presenta específicamente en el capítulo 6.

El profesor de econometría no tiene obligación de dominar todas las técnicas, pero sí debe inculcar a sus alumnos que eviten las prácticas excluyentes sin antes conocer bien lo que se acepta y lo que se rechaza, así como las bondades de cada técnica. Ello exige conocer los fundamentos de cada enfoque.

La econometría es un campo muy amplio y en continuo movimiento, que ha avanzado enormidades en las últimas décadas, pero que no ha logrado resolver todos los problemas –ni tampoco quizá los principales– que ha tenido desde sus orígenes.

Así, mientras que el desarrollo de algunas técnicas y pruebas resolvieron algunos aspectos que se presentaron en ciertas metodologías, en forma natural aparecieron problemas o se descuidaron otros. Esto es parte del quehacer cotidiano de la ciencia: se lucha por avanzar, aunque nunca se logre hacerlo linealmente. Hay avances en algunos frentes y retrocesos en otros. Eso genera productos compuestos; así opera la ciencia. En la medida que los econométristas descubren una prueba o un método más poderoso que aquella o aquel que cuestionaron, surgen otros problemas. Muchos de los cuestionamientos centrales son de *larga data*, por lo que es conveniente no perder de vista los aportes y los planteamientos clásicos o fundacionales.

Por último, este texto pretende mostrar los instrumentos útiles con los que trabaja regularmente un econométrista que se interesa por comprender y pronosticar los fenómenos macroeconómicos de una economía de grado de desarrollo intermedio, que padece severos problemas estructurales, institucionales y en la generación de sus estadísticas básicas. Esto hace que de entrada no se impongan restricciones o supuestos simplificadores muy restrictivos y sólo se emplean aquellos que no resultan demasiado exigentes y sí aceptablemente realistas para un sistema económico de las características anteriores.

Estas advertencias no implican desconocer los avances de la teoría económica ni de la estadística de los últimos años. Solamente significa que no imponemos su cumplimiento *a priori*. En todo caso se prueban y se discuten. Pretendemos construir ecuaciones que generen un marco analítico manejable que permita reproducir adecuadamente las principales variables de un sistema económico contemporáneo completo y real; que manifieste cómo funciona en lo general una economía como la mexicana, de tal forma que al usuario del libro le permita emplear la metodología y sus resultados para adaptarla a sus problemas o asuntos de interés particular, y que a partir del marco general el usuario construya un modelo que responda a sus objetivos particulares.

No quisiera terminar esta introducción sin destacar que este libro comprende el trabajo no sólo mío de más de diez años de estudios y experiencias en la modelación, sino de varias personas que han participado activamente en el desarrollo del trabajo al formar parte del equipo de investigación *Eudoxio*. En este sentido, debo reconocer mi enorme deuda con Leobardo de Jesús, Luis Brito, Jorge Ramírez y Jannet Hernández, quienes no sólo han compartido conmigo su tiempo vital y laboral, sino que han alimentado de muy diversas maneras todos los capítulos del libro. Asimismo, colaboraron entusiastamente con la captura de los múltiples borradores y en la estimación de varios modelos. La impecable y tortuosa corrección que hizo Armando Sánchez del borrador final fue fundamental para saber si el texto cumplía con las expectativas que motivaron el nacimiento de este libro. Por último, el experimento final lo hice con mis alumnos de *Temas selectos de macroeconomía* (semestre 2006-II) de la maestría en Economía de la UNAM, y en este ejercicio conjunto detectamos errores, por lo que tuve que hacer otras lecturas fundamentales.

Durante todos estos años el apoyo financiero de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM permitió que este producto se llevara a cabo, a través de la aprobación de varios proyectos de investigación.

Si bien este libro se empezó a escribir desde 1993, fue durante mi estancia sabática en el Centro Stone del Instituto Lawrence R. Klein de la Universidad Autónoma de Madrid, en el año 2004, cuando tomó forma y dispó finalmente el fantasma siempre presente del fracaso.

Todas las personas y las instituciones mencionadas merecen los créditos por los alcances de este esfuerzo, pero de ninguna manera son responsables de los errores e insuficiencias que puedan existir.

NOTAS PRELIMINARES Y NUNCA ESCRITAS SOBRE LOS MODELOS MACROECONOMÉTRICOS

*Por segura que sea nuestra elección,
por racional que sea nuestro cálculo,
nunca podremos prever todos los resultados de nuestros actos
o la eventual desviación de nuestros planes.
Jamás podemos prever con exactitud a qué nos conducirá
la elección de una esposa, una profesión o una inversión financiera.
La ciencia no tiene base para responder
a semejantes conjeturas, anhelos o esperanzas.
El conocimiento no sólo nos da saberes,
sino que también nos hace tener conciencia
de que existen acontecimientos imposibles de predecir.*

Mijaíl Málishév (2005)

1.1 LOS MODELOS PROFESIONALES, LA CURRÍCULA ESCOLAR Y LOS LIBROS DE TEXTO

Es muy común que el estudiante de economía aprenda, en sus cursos de macroeconomía, a resolver manualmente modelos de tipo keynesiano simple y de síntesis neoclásica a partir de los parámetros previamente asignados por los mismos textos. Incluso ocurre lo mismo en modelos más recientes de expectativas racionales, en los cuales los autores imponen parámetros y los modelos se resuelven aritméticamente para probar o cuestionar teorías.¹

Esto hace que, en la mayoría de los casos, el conocimiento de los estudiantes sobre los modelos no llegue más allá de los ejercicios algebraicos que realizan en el salón de clases, por lo cual desconocen que hay modelos profesionales que sirven para aplicar todo el arsenal teórico y estadístico que han adquirido a lo largo de su formación escolar. Algo similar podemos decir de los cursos de econometría en los cuales los profesores generalmente no aluden a los modelos profesionales que se usan desde la década de 1940 y que aún siguen vigentes. Por fortuna, algunos textos de macroeconomía (como el referido)² mencionan a los modelos estructurales modernos como instrumentos fundamentales para elaborar pronósticos macroeconómicos. Incluso, para aprender acerca de los modelos de gran escala, que son fundamentales para el análisis económico “de verdad”, recomiendan consultar un importante texto de Brayton y Tinsley (1997) que aborda el Modelo de la Reserva Federal de Estados Unidos.

No obstante, pocos libros de texto recientes de econometría plantean estos argumentos. Generalmente comienzan con la crítica a los modelos estructurales y de inmediato

¹ Éste es el caso del popular libro *Macroeconomía* de Dornbusch *et al.*, 9a. edición, que en su capítulo 20 se refiere a temas avanzados en donde se acepta que algunas teorías provenientes de la nueva escuela clásica imponen parámetros, no los estiman.

² Particularmente revísese su capítulo 8.

desarrollan un enfoque alternativo ateorico de las series de tiempo. Sólo algunos textos le dedican un capítulo aislado al tema de sistemas de ecuaciones y presentan la especificación de algunos de los modelos pioneros en el campo de la modelación, pero no presentan a detalle los modelos actuales que usan instituciones importantes. Por ello es que los estudiantes no logran entender que las medidas de política que instrumentan los gobiernos se basan en este tipo de modelos, aun cuando hayan sido muy criticados desde la década de 1970. De esta manera, su formación como economistas carecerá de elementos y puentes fundamentales entre la macroeconomía teórica y la econometría aplicada. Ambas disciplinas quedan en la currícula como si fueran dos compartimientos distintos e inconexos, cuando en realidad la econometría se fortaleció con el desarrollo de la macroeconomía keynesiana y, a pesar de los nuevos desarrollos teóricos elaborados por la nueva escuela clásica y la nueva escuela keynesiana, la econometría no puede alejarse de la macroeconomía aplicada a la realidad concreta.

Si esto ocurre a nivel de los países desarrollados, la experiencia es aún peor en países de ingreso medio como los de América Latina, en donde no sólo escasean los textos de macroeconomía hechos expresamente para su realidad, sino que además casi no existen referencias a los modelos econométricos que se han elaborado a lo largo del tiempo.

Por estas razones, Castro, Loría y Mendoza³ (2000) elaboraron un texto que pretendía comenzar a enfrentar estos problemas. Presentan una relación de los modelos que fueron más influyentes desde la década de 1970 en la evolución de la modelación latinoamericana y mexicana, y a partir de ahí construyeron *Eudoxio: modelo macroeconómico de la economía mexicana*, modelo que desde entonces ha tenido varias actualizaciones y dos versiones trimestrales a través de un modelo estructural y un VAR.⁴

La historia transcurrida desde 1993, cuando se constituyó el equipo de investigación *Eudoxio*, ha motivado la elaboración de este libro. Algunas partes de los capítulos 7 a 11 se basan en estimaciones modificadas de las primeras versiones, pero todo lo demás es trabajo original desarrollado por el nuevo equipo de investigación que se formó desde 1998.⁵

Como la finalidad de este libro es esencialmente didáctica, a continuación se presentan varios aspectos cruciales a tener en cuenta cuando se construye un modelo macroeconómico, los cuales no se describen en los libros de texto y tampoco se mencionan en los cursos de macroeconomía y econometría, pero que son característicos del ciclo vital de los modelos macroeconómicos.

1.2 LAS RAZONES DE UN NOMBRE

En este momento, y dado que se ha advertido que los contenidos del libro se derivan de la experiencia vital de *Eudoxio*, resulta interesante conocer primero las razones para seleccionar un nombre específico que sirva para identificar a nuestro modelo, así como su historia en donde se muestren las distintas etapas por las que atraviesa.

Las instituciones privadas, públicas o académicas que elaboran o han elaborado modelos siempre han tratado de distinguirlos de los demás, asignándoles un nombre característico que algunas veces corresponde con el de la institución, aunque en otras ocasiones usan el nombre de algún sabio famoso de la antigüedad.⁶ Por iniciativa de uno de los integrantes del grupo de investigación original (César Castro) decidimos identificar a nuestro modelo con el nombre de *Eudoxio* (400-350 a. C.), por sus múltiples contribuciones a la geometría y a la teoría de los números.

³ La primera edición de este libro se hizo en 1996.

⁴ Este último se presenta en el capítulo 12.

⁵ Especial mención merecen en él Luis Brito, Leobardo de Jesús y Jorge Ramírez.

⁶ Ése fue el caso del modelo Galileo, creado por la empresa privada mexicana Economía Aplicada (Brailovsky *et al.*, 1989).

En específico, a partir de las secciones y las proporciones descubrió la importante *sección áurea* o *espiral logarítmica*, que es la base de la arquitectura, el diseño, el dibujo y otras disciplinas.⁷

Parte de la siguiente razón, también conocida como razón áurea, que se calcula de la siguiente forma:⁸

Dado un segmento AB se define un punto intermedio C :

FIGURA 1.1 Segmento AB



tal que

$$\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{CB} \quad (1.1)$$

Al segmento AC lo denotaremos Φ (fi), y al segmento CB le asignaremos el valor de 1. Así, tenemos:

FIGURA 1.2 Representación de Φ



Sustituyendo en (1.1) los valores anteriores, tenemos:

$$\frac{(\Phi + 1)}{\Phi} = \frac{\Phi}{1} \quad (1.2)$$

Al resolver, obtenemos varios resultados muy interesantes que constituyen la base de la teoría de las proporciones de *Eudoxio*:

$$\Phi^2 - \Phi - 1 = 0, \text{ o bien} \quad (1.3)$$

$$\Phi^2 - \Phi = 1 \quad (1.4)$$

Para obtener el valor numérico de Φ se resuelve (1.3), que es una forma cuadrática, y se llega a la expresión, que es previa al resultado final. Como sabemos, toda forma cuadrática tiene dos resultados. El negativo, por definición, no lo podemos aceptar por tratarse de segmentos geométricos, por lo que solamente aceptamos el valor positivo:

$$\Phi = \frac{1 + 2.236067...}{2} = 1.618033989... \quad (1.5)$$

A este valor, conocido también como *número áureo*, se le ha llamado Phi, por ser la inicial del escultor griego Fidias (498-432 a. C.), quien usaba la proporción áurea en sus esculturas.⁹

⁷ Estoy en deuda con la diseñadora gráfica Alejandra Santana por haberme apoyado técnicamente en la elaboración del resto de este capítulo.

⁸ <http://suanzes.iespana.es/suanzes/temas.htm>.

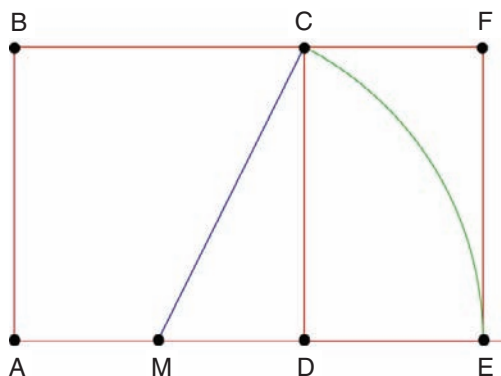
⁹ <http://suanzes.iespana.es/suanzes/temas.htm> y <http://www.geocities.com/Athens/Acropolis/4329/aureo/htm>

Como se ve en (1.5) Φ es un número real infinito que tiene muchas peculiaridades. Por ejemplo, su cuadrado se obtiene sumándole 1 al mismo número, esto es $\Phi^2 = \Phi + 1$, y que también puede convertirse en su propio recíproco con sólo restarle 1: $\frac{1}{\Phi} = \Phi - 1$

Con la *razón áurea* se define la *sección áurea*, que especifica un espacio, una parte o la división de un cuerpo. Con el uso de secciones se puede construir un rectángulo áureo, que es aquel en el cual la razón de las longitudes de sus lados es Φ .

Para construirlo, trazamos el cuadrado $ABCD$ (figura 1.3). Definimos el punto M , que es el punto medio del segmento AD . Tomando M como punto de apoyo del compás y extendiendo éste hasta C , trazamos una curva que corte el segmento horizontal para obtener el punto E . A continuación completamos el rectángulo $CDEF$.¹⁰

FIGURA 1.3 Rectángulo áureo

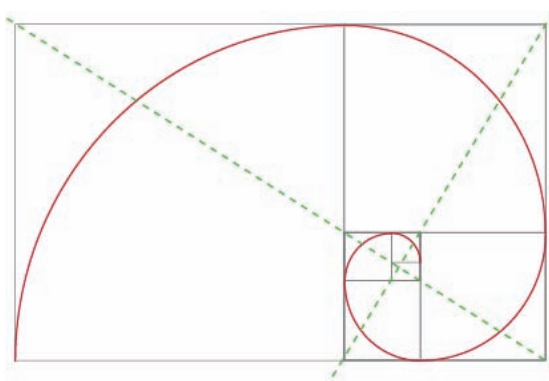


Fuente: <http://fresno.cnice.mecd.es/~arodri35/paginas/laboratorio.html>

Por lo que vimos previamente, los segmentos AD y DE guardan la *proporción áurea*. El rectángulo $DCFE$ también es *áureo*. Una de las características de un *rectángulo áureo* es que se puede descomponer progresivamente en *cuadrados* y *rectángulos áureos*. Dicho de otro modo, los rectángulos áureos son autorreproductivos.

A partir de esa serie de rectángulos se puede construir una espiral, y si se dibujan arcos de circunferencia en los cuadrados que se van trazando, se obtiene una *espiral áurea*, cuyo centro está en la intersección de las diagonales de los dos primeros rectángulos (figura 1.4).¹¹

FIGURA 1.4 Espiral áurea o logarítmica



Fuente: <http://fresno.cnice.mecd.es/~arodri35/paginas/laboratorio.html>

¹⁰ <http://fresno.cnice.mecd.es/~arodri35/paginas/laboratorio.html>

¹¹ <http://suanzes.iespana.es/suanzes/temas.htm> y <http://www.geocities.com/Athens/Acropolis/4329/aureo/htm>

Los rectángulos y los cuadrados que se forman de esta manera son proporcionales a los anteriores. Esta secuencia de cuadrados y rectángulos que guardan la proporción Φ resultan de la rotación de 90° alrededor del centro de la espiral, que es de forma *logarítmica*. Es importante señalar que ésta clase de espiral es la única que mantiene su forma y proporción al ser reescalada. Este hecho explica por qué existen numerosas formas en la naturaleza¹² y en las bellas artes que siguen esta pauta.

En efecto, el número Φ ha sido empleado por grandes artistas de varias épocas, debido a que las proporciones que genera tienen una armonía casi mágica. Entre las más conocidas están las siguientes:

La sucesión de Fibonacci

El número Φ está ligado al trabajo de Fibonacci,¹³ quien desarrolló una sucesión numérica llamada *sucesión de Fibonacci*, donde cada cifra es igual a la suma de las anteriores, por ejemplo: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, y si se calculan los cocientes entre un término y el anterior, la sucesión se va acercando cada vez más a Φ .¹⁴

Con base en la *sucesión de Fibonacci* se puede trazar una sucesión de cuadrados y rectángulos que, a su vez, servirán para formar la espiral áurea. Esta espiral también se conoce como *espiral de Fibonacci*.¹⁵

La proporción Divina

En 1509, Luca Pacioli¹⁶ escribió la *Proporción Divina*,¹⁷ tratado en el que se describen cuáles han de ser las proporciones de las construcciones artísticas. Este libro fue ilustrado por Leonardo da Vinci, quien con sus dibujos demostró que las distintas partes del cuerpo guardan la proporción áurea. El ejemplo más típico es el mundialmente famoso *Hombre de Vitruvio*, nombre que Leonardo le asignó debido a la gran influencia que tuvo en él la obra del arquitecto romano Marco Vitruvio Polión (siglo I a.C.). Vitruvio vinculaba la arquitectura y el cuerpo humano a través de las proporciones. De acuerdo con White (2001: 184), Leonardo indicó: “En los componentes de un templo deberá haber la mayor armonía en las relaciones simétricas de las diferentes partes de la magnitud del todo. En el cuerpo humano la parte central es naturalmente el ombligo [...]. Leonardo comenzó a vincular las proporciones de la estructura del cuerpo con los edificios y con la estructura armónica de la música; incluso buscando proporciones en países, tiempos, lugares y, en general, en la naturaleza”.

El *Hombre de Vitruvio* representa a un hombre con piernas y brazos estirados, en el que, tomando como referencia su altura, se traza un cuadrado, cuyo ancho coincide con la longitud que hay entre los dedos de una mano a otra, cuando los brazos están en un ángulo de 90° con respecto al tronco. El cociente de la altura del hombre (que es la altura del cuadrado) y la distancia del ombligo a la base de los pies (que es el radio de la circunferencia), da como resultado el número áureo.¹⁸

¹² Al parecer la *espiral áurea* se encuentra, por ejemplo, en la concha de algunos moluscos.

¹³ Matemático italiano, cuyo nombre real era Leonardo de Pisa (1170-1250).

¹⁴ http://www.formacion.pntic.mec.es/web_espiral/naturaleza.html y <http://www.geocities.com/Athens/Acropolis/4329/fibonac.htm>

¹⁵ <http://www.geocities.com/Athens/Acropolis/4329/fibonac.htm> y <http://thales.aca.es/rd/Recursos/rd/ed99-0648-02/durero.html>.

¹⁶ Monje y matemático italiano (1445-1510).

¹⁷ http://www.eureka.runa.net/ec_FraLPacioli.htm

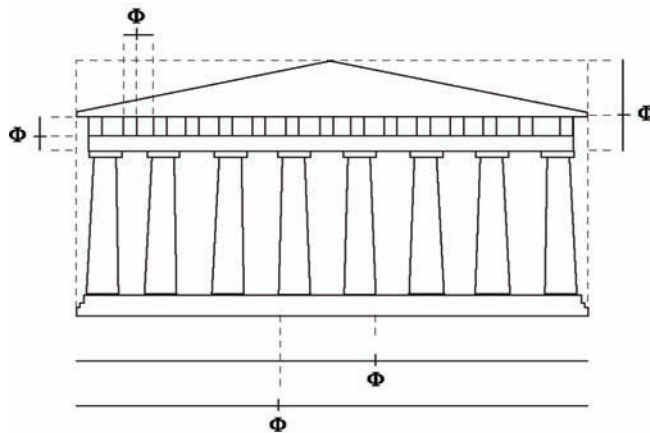
¹⁸ <http://suanzes.iespana.es/suanzes/temas.htm>

FIGURA 1.5 El Hombre de Vitruvio, de Leonardo da Vinci

Fuente: <http://suanzes.iespana.es/suanzes/temas.htm>

El Partenón

Otra aplicación fundamental de la *proporción áurea* se utilizó en el Partenón de Atenas, construido alrededor de 430-440 a.C.¹⁹ Al parecer su fachada tomó las proporciones del rectángulo áureo, como aparece en la figura 1.6.²⁰

FIGURA 1.6 El Partenón

Fuente: <http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/fibonacci.html>

El Modulor

De los trabajos más recientes, están las construcciones de Le Corbusier (1887-1965), arquitecto suizo que utilizó frecuentemente rectángulos áureos en el diseño de sus edifi-

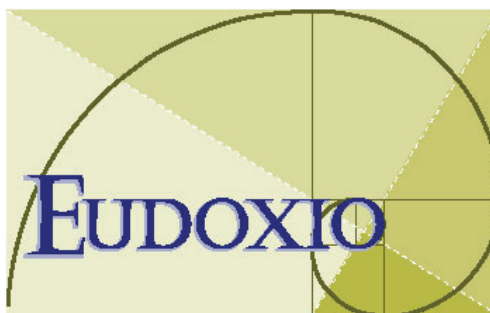
¹⁹ <http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/fibonacci.html>

²⁰ <http://suanzes.iespana.es/suanzes/temas.htm>

cios; entre ellos, el edificio de la ONU en Nueva York, el cual tiene marcas distintivas que lo dividen según la razón áurea. Otro de sus trabajos es *El Modulor*, donde presenta una escala de figuras humanas en distintas posiciones y señala medidas representativas de cada una de esas posiciones.²¹

En síntesis, la *espiral áurea*, por ser una figura de “proporciones exactas”, en donde todo es una sucesión que permite hacer la figura más grande o más pequeña, siempre conservando su armonía estructural, visual y estética, se ha utilizado como logotipo de *Eudoxio, modelo macroeconómico de la economía mexicana*.

FIGURA 1.7 Logotipo de *Eudoxio*



1.3 BREVE HISTORIA DE UN MODELO

El ser humano vive de sueños, pero enfrenta realidades. Desde niños, muchos imaginábamos y modelábamos la ciudad o el país de nuestros sueños. Es muy probable que esto nos condujera a estudiar economía.

En un claro deseo por entender —y, con mucha suerte, actuar sobre— las complejas relaciones que se dan en las sociedades, nos dimos cuenta que ello no sólo exigía un buen conocimiento de la teoría económica, sino también de la econometría.

En 1993 un reducido equipo de académicos²² decidimos trabajar en la construcción de un modelo macroeconómico de la economía mexicana que nos permitiera realizar análisis de política económica y, sobre todo, hacer pronósticos de corto y mediano plazos. Así fue como nació *Eudoxio, modelo macroeconómico de la economía mexicana*. En sus inicios, el modelo estaba esencialmente orientado a generar pronósticos del PIB y de finanzas públicas. Con el tiempo, y por la necesidad de ampliar su capacidad explicativa, construimos otros bloques de ecuaciones, hasta llegar a su versión actual.

Los múltiples problemas que van apareciendo, la profundización en el conocimiento de las técnicas, la necesidad de ampliar y probar nuevas hipótesis y explicaciones exigen que el trabajo sea continuo, de otra manera el proyecto puede venirse abajo fácilmente. En la medida que el modelo es capaz de responder algunas preguntas, de manera natural van surgiendo otras nuevas y más cuestionamientos. Esto hace que el trabajo de econometría aplicada sea esencialmente dinámico y que esté abierto al debate y a la crítica. Sin ellos no hay avance, no hay desarrollo.

En la primera edición del libro (publicado en 1996) no se consignó esta historia, porque consideramos que en ese momento era más importante presentar sólo la estructura del modelo y, a través de él, explicar las características principales de la economía mexicana.

²¹ <http://suanzes.iespana.es/suanzes/temas.htm> y <http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knot/fibonacci.Html>.

²² El equipo inicialmente estuvo constituido por César Castro (coordinador), Eduardo Loría, Lidia Carvajal y Miguel Á. Mendoza, con la ayudantía de Leobardo de Jesús.

Para mí siempre ha sido un enigma el ciclo vital de los modelos. Casi nunca se les describe. Tan sólo se presentan sus características principales, como si su nacimiento y su desarrollo no fueran relevantes. Creo que para el analista que ahora pretende construir su proyecto econométrico es de suma utilidad conocer estos procesos para saber lo que puede enfrentar y así definir una ruta crítica a seguir. Con ello se dará cuenta que construir y utilizar un modelo constituye un proyecto de largo plazo, con todo lo que implica.

Las diversas versiones que se construyeron de *Eudoxio* respondieron a inflexiones importantes en la dinámica del equipo de trabajo y en el desarrollo del modelo. De manera general, podemos decir que la numeración de las versiones ha respondido a dos criterios. El primero tuvo que ver con el desarrollo de la base analítica, conceptual y contable del modelo, que fue una consecuencia de las presentaciones del modelo en que participaron como comentaristas destacados académicos en diferentes oportunidades.²³ Como producto de las críticas y sugerencias, hubo desarrollos importantes en varias especificaciones, enfrentamos cambios de software y también el abandono progresivo de los integrantes originales del equipo de trabajo. Esto último estuvo asociado con compromisos y proyectos personales y académicos. Hacia fines de 1998 parecía que —al igual que muchos otros modelos— *Eudoxio* acabaría en el cementerio de la economía aplicada. Sin embargo, la constitución de un nuevo equipo de trabajo y el apoyo institucional de la UNAM a través de varios proyectos de investigación (PAPIIT) permitieron revivirlo. Nuestro *laboratorio intelectual* siguió trabajando, después de pasar por múltiples vicisitudes. De la versión 1.0 a la 2.1 la numeración fue respondiendo a la evolución del modelo en cuanto a los cambios que observó en su estructura, en sus bloques de ecuaciones, en la aplicación de técnicas alternativas de estimación, en la actualización de la base de datos y en la incorporación de nuevas ecuaciones y de la metodología de series de tiempo. Hemos establecido que el número de la versión escala es un décimo cuando se realizan cambios que por su naturaleza merecen ser reconocidos pero no implican cambios esenciales en la estructura del modelo, tal como puede ser la actualización de datos, la reestimación de una o varias ecuaciones, o bien, la inclusión de una nueva ecuación. Se escala a un número entero cuando se realizan cambios relevantes, como la integración de un nuevo bloque de ecuaciones, la reestimación total o la incorporación de técnicas alterativas.

De esta recomposición del equipo de trabajo y de la reespecificación completa del modelo surgió la versión 3.1. Su particularidad fue que nos permitió realizar análisis prospectivo con tres escenarios hacia el año 2030. Este ejercicio fue de suma importancia, en el sentido de que nos ayudó a detectar los problemas estructurales de la economía mexicana y los esfuerzos necesarios para avanzar hacia una economía más sana y con mayores posibilidades de crecimiento. Este ejercicio econométrico también nos llevaría a entender numéricamente las restricciones estructurales al crecimiento y las condiciones o limitaciones que de entrada se imponen al funcionamiento del sistema económico. En ese sentido, comprobamos cuatro aspectos fundamentales:²⁴

- a) El crecimiento económico de México está restringido centralmente por el déficit externo que responde a condiciones de su misma estructura productiva. En ese sentido, el modelo ha demostrado que el crecimiento potencial de México, al menos desde comienzos de este siglo, se ubica en un rango que va de 2.5 a 3.5%, por lo que crecimientos superiores provocarían en las condiciones actuales importantes desajustes sectoriales debido principalmente a insuficiencias de oferta en producción de energéticos (electricidad, gasolina, gas), insumos industriales intermedios y producción de alimentos. Incrementar la presión sobre esos sectores generaría fuertes presiones sobre la cuenta corriente y los precios.

²³ Entre ellos se encuentran: Daniel Chiquear, Sergio Martín, Antonio Castro, Martín Puchet, Jaime Ros, Francisco Calderón, Ronald Bodkin, Kantha Marwah y Susan Parker.

²⁴ Que dieron lugar a la publicación de varios artículos académicos y que son retomados en este libro.

- b) La determinación de los precios depende principalmente del tipo de cambio y de los costos generados por los precios de los bienes y servicios ofrecidos por el sector público.
- c) Estos últimos a su vez —y desde 1982— están determinados por los requerimientos financieros del sector público y no por una lógica de precios de mercado.
- d) *Contrario sensus* a lo que establece la teoría neoclásica, no encontramos evidencia empírica de que la demanda agregada ejerza un efecto significativo sobre la inflación y, sí en cambio, que la política monetaria juega un papel central en la determinación de los precios y en el nivel de actividad. Este punto es crucial porque cuestiona frontalmente el argumento central del enfoque tradicional que sugiere que la política monetaria no tiene efectos reales, sólo nominales. Las estimaciones y simulaciones que hemos hecho de manera repetida demuestran que elevar las tasas de interés con la finalidad de reducir la inflación a través de apreciar el tipo de cambio y reducir la demanda *excesiva*, provocan efectos contraproducentes muy relevantes sobre el crecimiento económico de largo plazo en virtud de que producen rompimientos de cadenas productivas en el sector manufacturero y también sobre la inflación puesto que el aumento del costo del crédito tiene un poderoso efecto en los costos del capital de trabajo.

Consideramos que en estos hallazgos reside principalmente la naturaleza de los ciclos de crecimiento y recesión de la economía mexicana. La dinámica es la siguiente: en la medida que se inician procesos de crecimiento económico el déficit externo se intensifica tanto por la elevada elasticidad ingreso de las importaciones como por las fuertes apreciaciones cambiarias que tradicionalmente le acompañan. Una vez que se cruza un límite, marcado por la aparición de ataques especulativos contra la paridad cambiaria, ocurren macrodevaluaciones con fuertes efectos inflacionarios y caídas en las remuneraciones al trabajo. En la medida que ese círculo vicioso no puede detenerse se avanza peligrosamente hacia las hiperinflaciones, fenómeno que caracterizó a la economía mexicana durante la década de 1980.

De esta suerte, en el ejercicio prospectivo que realizamos hacia el año 2030 aparecieron estos factores de manera sistemática limitando el crecimiento y la obtención de los principales equilibrios macroeconómicos. De ahí mismo surgieron las medidas de política económica que podrían reducir esa restricción y, por tanto, tornarnos más optimistas en cuanto al futuro de las variables económicas y sociales de la economía de México.²⁵

Hacia el año 2000 y frente a la iniciativa de reforma fiscal impulsada por el gobierno entrante, se reespecificó y reestructuró todo el modelo para el periodo 1970-1999, lo que daría forma a la versión 3.2. Se obtuvo un modelo más manejable y esbelto que permitió realizar análisis estructural y de política con mayor oportunidad. Sobre todo, profundizó la capacidad de introspección para evaluar efectos generales de la aplicación de algunas reformas estructurales. En ese sentido, se construyó con mucho cuidado el bloque de ingresos fiscales, en el que se endogeneizaron las funciones del ISR, IVA, IEPS y los ingresos por consumo interno de PEMEX. En la coyuntura nacional se discutían intensamente variantes de reforma fiscal. Esta nueva versión generó capacidad de dar respuestas numéricas y evaluar posibles resultados a partir de diversas modalidades y combinaciones de políticas.

Los resultados se presentaron en diversos foros como el *Seminario Internacional: Experiencias de reforma fiscal en el mundo*, organizado por el Colegio Nacional de Economistas en 2001, y también se publicaron varios artículos en revistas de debate de actualidad como *Este País* (Loría y Brito, 2001) y *El Economista Mexicano* (Loría, 2001d).

²⁵ Este ejercicio de prospectiva sirvió de base para el trabajo “El futuro de la economía mexicana, tres escenarios prospectivos 1999-2030” que se publicó en el libro *México 2030. Nuevo siglo, nuevo país*, coordinado por Millán y Concheiro y editado por el Fondo de Cultura Económica en el año 2000.

Con esta versión trabajamos cerca de dos años, tiempo en el que además se formaron recursos humanos en materia de modelación a través de la impartición de varios cursos en diversas universidades del interior del país y con la incorporación de ayudantes al proyecto.

En adelante, y como consecuencia de la grave disminución del ritmo de crecimiento que ha venido sufriendo la economía mexicana desde el año 2000, los esfuerzos siguientes se han concentrado en explicar los determinantes del crecimiento económico. Varios capítulos del libro incorporan estos análisis y propuestas.

La versión actual (anual) de *Eudoxio* se estima por mínimos cuadrados en dos y tres etapas y tiene la siguiente estructura:

- i) Variables endógenas: 28
- ii) Variables exógenas: 32
- iii) Transformaciones lineales: 65
- iv) Identidades contables: 24
- Total de ecuaciones: 117*

El trabajo de estos años alrededor del modelo ha exigido aplicar otras técnicas de la econometría de series de tiempo, específicamente de cointegración y de vectores autorregresivos. También se construyó un modelo VAR trimestral que sirve tanto para hacer análisis de sensibilidad (estímulo-respuesta y descomposición de varianza), como pronóstico de corto plazo que apoya al pronóstico anual.

Como se ha podido ver a través de este breve recuento histórico, *Eudoxio*, además de haber cumplido con los objetivos de la econometría, ha sido una fuente permanente de actualización en nuestro conocimiento de la economía mexicana, de la teoría económica y de la econometría aplicada.

Éstas son muy buenas razones para convencer a los lectores de que realicen su proyecto econométrico bajo la advertencia de que, como todo en la vida, hay épocas muy buenas y otras no tanto; pero a fin de cuentas, vale la pena vivir el proceso. Las enseñanzas y las potencialidades sobrepasan a los costos.

REFLEXIONES PARA EL LECTOR

- Se invita al lector a que después de leer las ideas de este capítulo pase directamente al capítulo 4, el cual trata sobre la elaboración del proyecto econométrico, y que a continuación defina el objetivo central a cumplir por su proyecto y el nombre que le asignará. Explique las razones.
- Imagínesse a usted y a su modelo dentro de cinco o seis años y los posibles productos de su investigación, tanto en el campo esencialmente académico, como de formación de recursos humanos y de la influencia de los productos en la toma de decisiones en los ámbitos de su interés y competencia profesionales.
- Como reflexión final, se invita al lector a hacer una planeación esquemática de actividades que le permitan perfilar sus esfuerzos en el momento actual, de manera sencilla y ordenada, en función de los resultados que pretende obtener.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) Es importante asignar a nuestro modelo un nombre que represente la esencia de lo que pretendemos explicar o que nos identifique con un propósito.
- b) La econometría es una herramienta fundamental para sistematizar los fenómenos económicos y a la vez exige un buen conocimiento de la teoría económica.
- c) Ningún modelo que pretende describir, explicar y proyectar sistemáticamente una realidad económica puede permanecer estático.
- d) Un modelo econométrico se utiliza para evaluar el estado del conocimiento y para pronosticar fenómenos económicos.

* El lector notará que la suma daría 149, lo cual sería un error en virtud de que las variables exógenas no son ecuaciones, sino información que se incorpora en los otros tres tipos de variables que sí son ecuaciones.

TÉRMINOS CLAVE

- Nombre de un modelo
- Historia de los modelos econométricos
- Macroeconomía, econometría, macroeconometría

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. Mencione un ejemplo de algún argumento o hipótesis teórica que utilicen los distintos modelos econométricos. Discuta sobre la validez de la hipótesis de la nueva escuela clásica que señala la neutralidad de la política monetaria.
2. Mediante las expectativas racionales explique la relación entre la macroeconomía y la econometría y su aplicación.
3. ¿Qué aspectos considera que son fundamentales para el planteamiento y la construcción de un modelo macroeconómico?
4. ¿Qué espera que responda su modelo?
5. ¿Cuáles son las hipótesis fundamentales que el modelo *Eudoxio* maneja como problemas estructurales de la economía mexicana? ¿Está de acuerdo? ¿Por qué?
6. ¿Está de acuerdo cuando se dice que un modelo macroeconómico no puede permanecer estático al tratar de proyectar una realidad económica? ¿Por qué?

LA INVESTIGACIÓN Y LA
MODELACIÓN ECONÓMICA

La ciencia y la vida cotidiana no pueden ni deberían estar separadas. La ciencia, para mí, es una explicación parcial de la vida; se basa en hechos, experiencias y experimentos.

Rosalind Franklin, 1940¹

2.1 LA CIENCIA Y LA ECONOMÍA

En términos generales, la ciencia busca sistemáticamente aproximarse a la verdad mediante el uso de teorías, conceptos, axiomas y técnicas que mejoren el conocimiento de la realidad y de las cosas. Para tal fin se vale de la contrastación de hipótesis y del seguimiento riguroso de métodos y procedimientos que pretenden ser objetivos. Sin embargo, en el caso de la ciencia económica, como ésta es en última instancia apreciativa y debido a que no existe un estatus epistemológico homogéneo ni único,² un mismo fenómeno económico es entendido, procesado y explicado de acuerdo con: *a)* el enfoque teórico, *b)* la racionalidad y *c)* la percepción de cada analista. El hecho de que en la ciencia económica siempre han coexistido diferentes interpretaciones, diagnósticos y propuestas de política, ha propiciado que se ironice a la profesión; quizá esto es lo que explica que abundan los sitios electrónicos con chistes referentes a los economistas en los que se enfatiza el carácter subjetivo o altamente ideológico de nuestra área.³

Pero si dejamos el campo de la broma –que por lo demás tiene mucho de verdad– y pasamos al de la anécdota, tenemos casos en que la economía es el único campo del conocimiento en el que dos personas pueden recibir grandes reconocimientos por decir exactamente lo contrario.

Por lo anterior, a la ciencia económica se le ha acusado de ser principalmente valorativa, a pesar del uso creciente de instrumentos estadísticos y matemáticos. Pero lo cierto es que ni siquiera las ciencias básicas y experimentales son inmunes a este mismo síndrome. Por

¹ Físicoquímica que, mediante el uso de los rayos X, descubrió antes que Watson y Crick que la estructura del ADN tiene dos cadenas. Fragmento de una carta escrita a su padre en el verano de 1940.

² Aunque habría que decir que por épocas ha habido siempre algún paradigma predominante y que genera el consenso en cada profesión. A ese *paradigma dominante o principal* se le ha llamado convencionalmente *mainstream* (corriente principal); sin embargo, en paralelo a cada *mainstream* han existido otros paradigmas que han estado o han sido subordinados o simplemente han jugado papeles secundarios o contestatarios. En las ciencias económicas este combate entre diferentes paradigmas ha sido aún más pronunciado, tal vez porque éstas tratan del comportamiento de personas, por lo que lógicamente siempre existe un componente apreciativo y también valorativo.

³ Como ejemplos, pueden consultarse los siguientes sitios electrónicos: <http://netec.mcc.ac.uk/JokEc.html>, http://www.stta-consulting.com/jokes/econ_jokes.htm, <http://www.csuchico.edu/econ/old/links/econhumor.html>.

ejemplo, en el caso de las ciencias médicas es común que un individuo con síntomas muy concretos y evidentes sea diagnosticado y medicado de diferentes maneras por un grupo de médicos considerados con la misma capacidad. Esto hace que ante un diagnóstico delicado las personas con un poco de sensatez busquen otras opiniones que confirmen o rechacen ese primer diagnóstico. La decisión final del paciente –o de los familiares– dependerá de que exista mayoría simple o de la confianza que le tenga a algún médico en especial.

Lo mismo exactamente ocurre cuando llevamos el automóvil a un mecánico. Será difícil que un grupo de diez técnicos coincida en un mismo diagnóstico.

Los dos casos referidos –el médico y el mecánico– son muy ilustrativos del serio problema de percepción e interpretación que son consecuencia de: *a)* los distintos paradigmas disponibles; *b)* del conocimiento (desconocimiento); *c)* de la (in)experiencia; *d)* del principal enfoque teórico o técnico en el que se haya formado o educado el profesional, y *e)* de su ideología personal. No quedan exentos ni los problemas ni los fenómenos que puedan parecer más tangibles y fácilmente observables. Así, no obstante que los objetos de estudio que abordan médicos y mecánicos son tangibles y susceptibles de aplicarles diversas pruebas de medición y diagnóstico, queda claro que no por ello deja de existir un determinado umbral especulativo que también las hace, en última instancia, *ciencias interpretativas*.

Como lo plantean con suma sencillez Samuelson y Nordhaus (1993: 9): “La forma en que percibamos los hechos observados depende, en última instancia, de los lentes teóricos que llevemos”. Ni siquiera los físicos pueden librarse de esas gafas que amplifican, oscurecen o distorsionan la realidad. En consecuencia, debemos aceptar que los científicos son exactamente iguales a las demás personas en cuanto a que son prisioneros de sus ideologías y sus preconcepciones teóricas, derivadas de múltiples factores.

Pero esto no debería admirarnos, sino recordarnos que en esto precisamente consiste la actividad científica: en cuestionar de manera permanente los conocimientos prevalentes y aceptados por los grupos hegemónicos, y en atacar la ambigüedad y sembrar la duda en los paradigmas dominantes. Por eso es que la ciencia tiene como motor interno el cuestionamiento, la búsqueda eterna de mejores explicaciones sobre el funcionamiento del universo. De manera que la ciencia se destruye y se construye incansablemente. Exige dudar, cuestionar, medir, pensar, calibrar, contrastar y corregir. Pero todo ello dentro de un proceso dinámico y cada vez más exigente. Esto no impide que ocurran retrocesos, los ha habido y no han sido pocos ni irrelevantes. Lo importante es que han sido mayores los avances del conocimiento, no obstante que muchas veces sus aplicaciones hayan ido en contra del propósito humanista que debería caracterizarlo. Pero ése es otro tema.

Esto que comentamos ocurre –y ha ocurrido– todo el tiempo y explica el diario acontecer de la actividad científica y de sus aplicaciones, a la vez que nos ayuda a comprender por qué la ciencia no puede ser estática, ni realizarse al margen de principios éticos.

¿Cuál sería entonces la diferencia en cuanto al estatuto de científicidad (cualidad de científico) entre las ciencias sociales –para nuestro caso la economía– y, por ejemplo, las ciencias médicas y la ingeniería?

Este ha sido un problema que ha captado la atención de muchos filósofos, sociólogos y metodólogos de la ciencia desde hace mucho tiempo. Obviamente aquí sólo pretendemos dejar constancia de la existencia de este gran problema en cualquier área de estudio, y que en la nuestra quizá se manifiesta con mayor claridad.

Desde sus orígenes, las ciencias sociales han sido cuestionadas severamente por las ciencias exactas en cuanto a su alto componente de subjetividad, el cual –de entrada– les otorga un sesgo ideológico que podría afectar su estatuto científico. Habría que recordar que, desde su fundación, las ciencias sociales pretendieron atender este problema importando de la física conceptos como sistema y funcionalidad. Augusto Comte argumentaba que las ciencias sociales debían incorporar el diseño experimental como elemento fundamental y característico.

A pesar de estas propuestas, curiosamente ni los economistas clásicos ni los neoclásicos se interesaron en la contrastación empírica de sus teorías a través del análisis estadístico. Esto bien pudo deberse a la falta de series estadísticas pertinentes y de buena calidad

y también a que no pretendían validar sus teorías en el campo de la realidad. Sin embargo, en la medida que los procesos experimentales y la estadística se comenzaron a aplicar en las ciencias básicas y de éstas se exportaron a las ciencias sociales a través del positivismo, la economía política comenzó a realizar grandes esfuerzos para introducir razonamientos y modelos matemáticos para probar con mayor rigor sus proposiciones teóricas y, con ello, acercarlas al estatuto de cientificidad de las ciencias duras o experimentales. Estos esfuerzos condujeron a que desde comienzos del siglo xx los propios teóricos se dieran también a la tarea de construir y aplicar técnicas que les permitieran ponerse en contacto con los hechos observables.

El ejercicio permanente de contrastar los argumentos teóricos con la realidad empírica busca encontrar regularidades que, a fuerza de su repetición, con el tiempo puedan convertirse en leyes. En palabras de Frisch (1997: 29), la importancia de encontrar regularidades es mayúscula no sólo para el desarrollo de la ciencia, sino para elevar las probabilidades de supervivencia del género humano: “la supervivencia del más apto eliminará simplemente a la clase de hombre que no viva en un mundo de regularidades [...]”, y la detección de estas regularidades en buena medida depende del desarrollo de “técnicas experimentales”. Por tales razones, no es aventurado plantear que la ciencia avanza en la medida que encuentra regularidades, y justamente por ello en los últimos decenios la teoría económica y la econometría se han fundamentado en el uso creciente de planteamientos axiomáticos cada vez más rigurosos y en la aplicación de métodos estadísticos cada vez más exigentes. En ese sentido, llama la atención que los primeros premios Nobel de economía⁴ y los más recientes (2003 y 2004) se han otorgado a econometristas.⁵

2.2 LA MODELACIÓN ECONÓMICA Y LA CIENTIFICIDAD

Este esfuerzo por otorgarle cientificidad a la economía a través del uso creciente de los métodos cuantitativos ha sido determinante en el desarrollo del campo de la modelación, el cual consiste en la abstracción que conduce a la simplificación mental de un fenómeno o de una realidad económica para adquirir la capacidad de ampliar y ordenar nuestro conocimiento de las cosas.⁶ Con ello se pretende tener más solidez para dar recomendaciones y líneas de acción a seguir. Esta actividad es paradójica: para comprender un fenómeno complejo es necesario simplificarlo a través de procesos mentales que implican abstracciones diversas. Pero este procedimiento también lo utilizan áreas como la física y la química al tratar de explicar procesos y fenómenos complejos que no se pueden observar directamente. Por poner ejemplos muy conocidos, mencionemos el concepto del átomo y la molécula y más aún de sus componentes.

Es necesario hacer algunas consideraciones sobre estos conceptos antes de seguir adelante. Por desgracia, muchos estudiosos de las ciencias sociales han identificado el término *modelo* como una construcción mental irreal o inalcanzable que con el tiempo podría obtenerse como consecuencia de la acción obstinada sobre la realidad, llegando muchas veces al extremo de la aplicación de medidas que se han identificado como potencialmente dañinas del bienestar social.

Sin embargo, en la ciencia el concepto genérico de *modelo* no tiene nada que ver con esas acepciones, sino con la de representación simplificada y a escala de un fenómeno complejo para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

⁴ Otorgados en 1969 a Frisch y Tinbergen “por haber desarrollado y aplicado modelos dinámicos al análisis de los procesos económicos”.

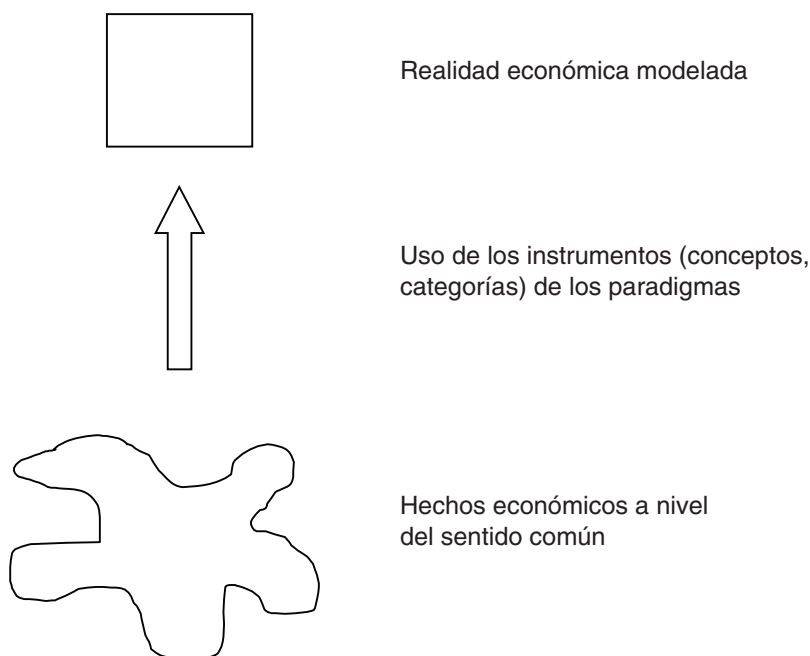
⁵ En 2003 fueron a Engle y Granger, por su contribución al análisis de series de tiempo; al primero por los aportes en la modelación de la volatilidad dinámica de las series y a Granger por el análisis de series con tendencia común (cointegración). En 2004, a Hodrick y Prescott por sus “contribuciones en dinámica macroeconómica, como la consistencia del tiempo en la política macroeconómica y en los ciclos económicos”.

⁶ En el capítulo siguiente se desarrollan los distintos tipos de modelos que existen.

A nivel de la vida cotidiana –y del sentido común– se considera que las acciones y los hechos económicos se suceden de manera ininterrumpida y no parecen guardar orden ni jerarquización alguna. Tal sería el caso de la compra y venta de bienes y servicios, que podrían considerarse como conductas aparentemente inconexas. Sin embargo, la teoría económica las ordena y tipifica en términos de una teoría del consumidor y otra del productor, las cuales nos permiten entender las razones que están explicando determinados actos, en circunstancias y para bienes específicos. Los modelos microeconómicos nos dan cuenta de ello. Nos dan la posibilidad de entender esos actos, así como pronosticarlos en tiempos y circunstancias determinados.

Este procedimiento puede expresarse a nivel gráfico como una amiba (protozoario elemental sin forma definida; véase esquema 2.1). Sólo en la medida que se aplican los instrumentos determinados de un enfoque teórico o paradigma la amiba adquiere una forma precisa, que permite relacionarla con su entorno y, por tanto, entender y ordenar las interacciones que se dan en su interior y que le dan vida y razón de ser. Este sencillo ejemplo de biología básica nos permite comprender el ejercicio de modelación en general.

ESQUEMA 2.1 Proceso de modelación



Una vez que llegamos a esa estructuración ordenada de la realidad concreta hemos hecho –sabiéndolo o no– un ejercicio de modelación.

El proceso de modelación buscará persistentemente, a partir de la contrastación empírica con los instrumentos que provee la ciencia y los métodos cuantitativos, corroborar o rechazar esa construcción intelectual que hicimos. En palabras de Ekeland y Hébert (1992: 643): “La teoría sin verificación (o potencial verificación) tiene una utilidad limitada. Los hechos sin una teoría forjada en la lógica de las matemáticas, carecen de significado”. Por lo tanto, el grupo de economistas que se apoya centralmente en el uso de los métodos cuantitativos considera que “[...] un mayor respeto por la economía, como disciplina científica e independiente, sólo se conseguirá por medio de la constante aplicación de rigurosos instrumentos matemáticos y estadísticos”.

2.3 EL PROCESO DE MODELAR

Acabamos de mencionar que la modelación en la economía es un esfuerzo por darle mayor científicidad a la disciplina. En palabras de Pérez (1998), es como ponerle la “bata blanca” a la economía. Pero este esfuerzo no es mecánico ni está sujeto a reglas o recetas preconcebidas o inamovibles.

2.3.1 EL PAPEL DE LOS SUPUESTOS

La modelación busca en todo momento incorporar las variables necesarias para conseguir una buena explicación del fenómeno de interés, para lo cual es inevitable establecer supuestos simplificadores que eliminen elementos no importantes que impidan analizar con claridad nuestro objetivo.

En este punto se ha dado un fuerte debate histórico entre el uso y la validez de supuestos restrictivos y simplificadores y su posibilidad de distorsionar la realidad. Mientras que para los economistas keynesianos-estructuralistas (identificados con la CEPAL) es necesario partir de un modelo realista, que se base en pocos supuestos y además apegados a comportamientos observables, para Friedman (1953) y sus simpatizantes lo importante no es el carácter real o irreal de los supuestos, sino la capacidad de predicción del modelo.

Un punto central de la obra de Friedman (*ibid.*: 61) es la relación de supuestos y la significación de la teoría. Para él no existe una relación entre ambas entidades. Es más, plantea que bien puede ocurrir una relación inversa entre ambas: “[...] hipótesis verdaderamente importantes y significativas tienen supuestos que son representaciones de la realidad claramente inadecuados y, en general, cuanto más significativa sea la teoría, menos realistas serán los supuestos. La razón es sencilla, una hipótesis es importante si explica mucho a través de poco; esto es, si abstrae los elementos comunes y cruciales de la mar de circunstancias complejas y detalladas que rodean al fenómeno que ha de explicarse y permite predicciones válidas sobre ellas incluso comparadas con otras teorías”.

La lógica formal otorga consistencia a los argumentos teóricos que constituyen “el sistema hipotético-deductivo” del modelo (Dagum y Dagum, 1971: 61); pero la evidencia empírica medida y evaluada con los modelos econométricos puede demostrar si esa construcción mental ordenada tiene una equivalencia significativa.

La lógica formal es un instrumento fundamental e infaltable en cualquier paradigma científico, pero su uso incorrecto o aventurado puede conducir a resultados aberrantes como el que refiere el talentoso caricaturista mexicano Francisco Calderón (*Reforma*, 9 de febrero de 2004). Señala que Bertrand Russell en una conferencia sobre lógica matemática afirmó:

–Contrariar las reglas [de la lógica matemática] sólo trae calamidades. Basta una premisa matemática falsa para poder demostrar cualquier disparate.

Un asistente lo interrumpió con una actitud desafiante y le dijo:

–Si $2 + 2 = 5$, demuéstreme que yo soy el Papa.

De acuerdo con el relato de Calderón, sin inmutarse, Russell le respondió:

–Si $2 + 2 = 5$, entonces $5 = 4$. Restémosle a los dos resultados 3, y entonces tendríamos que $2 = 1$ [...]. Si usted y el Papa son 2 [...] entonces usted y el Papa son 1 [...], luego entonces usted es el Papa.

Esta anécdota nos hace ver los peligros a los que pueden conducir los silogismos de la lógica formal, aun cuando se utilicen correctamente.

Los modelos –cualquiera que sea su forma de representación, como se detalla en el capítulo 3– se construyen con lógica formal y lógica matemática. Por lo tanto, el uso correcto de ambas es una condición necesaria del método científico, pero la condición de suficiencia

la otorgan la práctica concreta y la contrastación empírica. Sin embargo, eso no nos permite afirmar que hayamos llegado a la verdad. En todo caso, nos indicaría que hemos avanzado en el conocimiento y, por lo tanto, en la comprensión del fenómeno y que probablemente habrá desarrollos posteriores que refutarán o confirmarán esos resultados.

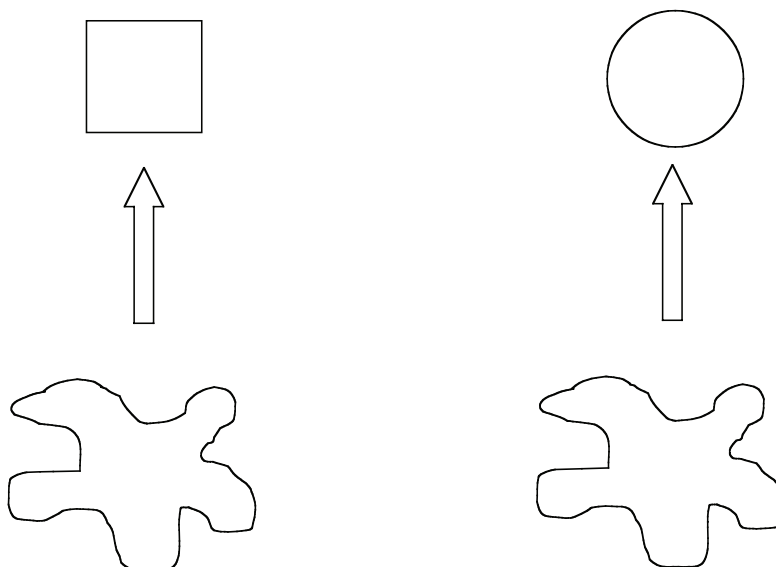
Dagum (1978: 13-15) señala que hay un grave problema en la modelación cuando se especifica un sistema axiomático *a priori* que cumple con la lógica formal pero que está divorciado del objeto real. A ello le denomina *enfoque metafísico*. Indica: “La falta de contenido empírico como fundamento para la especificación de un sistema axiomático convierte al enfoque metafísico en un ejercicio puramente intelectual carente de todo *status* científico [...]. Esto sucede cuando en una teoría todos son enunciados *a priori* sin ninguna contrapartida empírica [...]. En consecuencia, no son objetos empíricamente verificables o falseables”.

El alto riesgo que representa hacer teoría sin contrastación empírica queda de manifiesto en la entrevista que Cassidy (1996: 16-17) le hizo a Robert Lucas, quien señaló: “Escribo un montón de ecuaciones y sostengo que esta ecuación guarda relación con las preferencias de la gente y esta otra es una descripción de la tecnología. Pero esto no quiere decir que así sea. Quizá estoy en lo correcto, quizá me equivoco. Eso depende de la evidencia”.

En contraposición al *enfoque metafísico*, Dagum (*ibid.*) expone que el *enfoque científico*: “[...] parte de la observación y análisis de las observaciones [...] en busca de las características de regularidad y permanencia en las acciones, reacciones e interacciones de las unidades objeto del conocimiento [...]”.

Por lo que hemos venido diciendo a lo largo de este capítulo, es necesario enfatizar que cada modelo es una y sólo una interpretación –entre muchas– del mundo real, por lo que es prácticamente imposible que los resultados que arroja coincidan con los de los demás. Basta con que una sola ecuación difiera entre dos modelos estructurales para afirmar que se trata de dos interpretaciones distintas, y por ello entender que generan análisis y resultados numéricos diferentes. Lo mismo ocurre para periodos muestrales diferentes, aún en presencia de especificaciones iguales. Esto se puede ver con claridad si revisamos el esquema 2.2. La flecha vertical que hemos usado como indicativa del uso progresivo de conceptos y categorías nos conducen a modelos diferentes, por lo que cada uno de ellos

ESQUEMA 2.2 Modelaciones alternativas



será una representación distinta de la misma realidad. Esto nos remite nuevamente al problema de origen que discutíamos al inicio de este capítulo.

Ante estos resultados, la pregunta inevitable sería: ¿cuál de los dos modelos es el “correcto” o el “adecuado”? De principio no podemos responder categóricamente. Lo único que podemos decir es que partiendo de la misma realidad hemos construido dos modelos distintos, cada uno con probabilidades distintas de replicar esa realidad; la comprobación empírica a través de la simulación histórica y del pronóstico (retomando la propuesta de Milton Friedman) nos dará la respuesta.

2.3.2 MANEJABILIDAD DE LOS MODELOS

La modelación requiere necesariamente de supuestos, pues de otra manera no podríamos representar a escala y con sencillez una realidad compleja.

Un buen modelo puede ser aquel que se enfoque principalmente en describir la realidad, pero también aquel que tenga capacidad de hacernos ver más allá de lo que a primera vista parece ofrecer. A esto se le llama introspección.

Por si todos los factores anteriores no fueran suficientes para demostrarnos que la modelación es complicada por naturaleza, aparece ahora otro que se refiere a la condición de que sea manejable, “...en el sentido de que produzca ciertas introspecciones o conclusiones no obtenibles mediante observaciones directas del mundo real. Esta manejabilidad implica hacer cierta idealización (eliminación de influencias raras y simplificación de procesos) [...]. El balance adecuado entre realismo y manejabilidad es la esencia de la buena modelación. Un buen modelo es realista y manejable si especifica las interrelaciones entre las partes de un sistema en una forma suficientemente detallada y explícita para asegurar que el estudio del modelo conduzca a introspecciones respecto del sistema del mundo real. Al mismo tiempo las especifica en una forma suficientemente simplificada y manejable para asegurar que el modelo pueda ser fácilmente analizado y puedan extraerse conclusiones relacionadas con el sistema del mundo real. Un modelo ‘malo’ es aquel altamente realista, pero tan complicado que se vuelve inmanejable; en este caso no hay razón para construirlo. El segundo tipo de modelo ‘malo’ se va al otro extremo: es altamente manejable pero tan idealizado que es irreal al no tomar en cuenta componentes importantes del sistema del mundo real” (Intriligator, 1990: 29).

No existe un consenso en cuanto al tamaño óptimo del modelo. Sin embargo, durante los años cincuenta y sesenta del siglo pasado se pensó que existía una relación directamente proporcional entre tamaño o escala (medido por el número de ecuaciones y desagregación sectorial) y su capacidad descriptiva y de introspección. Ante los cuestionamientos que se hicieron al *consenso keynesiano* (véase el capítulo 5), la ciencia económica se fue al extremo contrario y postuló la conveniencia de hacer modelos uniecuacionales y univariados: una ecuación y una variable.

Como todo en la vida, es preferible evitar excesos o soluciones de esquina, por lo que consideramos que para el propósito concreto de reproducir un sistema económico complejo no es conveniente construir modelos de muchos cientos o incluso miles de ecuaciones, como llegó a utilizarse en esas épocas, pero tampoco es apropiado pensar en que una sola ecuación será capaz de explicar un sistema económico.

Todo modelo –en especial los estructurales, que son los que por lo regular se usan para generar simultáneamente pronósticos y simulaciones de muchas variables– incurre en costos permanentes (fijos y variables, medios y marginales) debido a que su funcionamiento adecuado exige como mínimo las siguientes actividades:

a) *Actualización constante de las series estadísticas*

Es muy común trabajar a la vez con datos preliminares y cifras oficiales que continuamente son modificados por las mismas instituciones que los generan. Así, una vez que los datos preliminares se convierten en finales, o cuando éstos son modificados, es necesario reconstruir –‘hacia atrás’– series completas y reestimar todo el sistema.

También es muy común que las instancias oficiales cambien de manera periódica las metodologías para la estimación del año base de deflatación. Ello hace que en sentido estrictamente estadístico cambie la estructura de los datos que antes se habían modelado y que en sentido económico tratemos ahora otra serie de relaciones causales que tal vez ya no coincidan con las anteriores.⁷

- b) *Inclusión, exclusión y ajuste de variables y ecuaciones que constituyen el sistema*
Esto ocurre así no sólo por las razones expresadas en el punto anterior, sino porque también con el paso del tiempo es muy común que se den cambios estructurales en las relaciones económicas que se manifiestan por el cambio en el valor de los parámetros o incluso por el cambio de signo.
- c) *Constante aplicación de nuevas pruebas de diagnóstico y adopción de nuevas (o distintas) técnicas y desarrollos econométricos*
- d) *Contrastación de nuevas hipótesis a partir de la aparición de nuevos fenómenos o hipótesis que generalmente alteran la especificación del sistema*

En suma, a medida que el modelo nace y comienza a crecer, también lo hace su capacidad de responder preguntas pero también la de generar otras.

Lo anterior da como resultado que en los modelos macroeconómicos exista de manera natural una fuerte tendencia a aumentar progresivamente el número de ecuaciones. Sin embargo, el econometrista siempre debe tener claro que existen límites, o por lo menos restricciones, en cuanto al crecimiento de los modelos debido a la ineludible relación costo-beneficio.

En el aspecto de los costos, cabe mencionar que ha habido una reducción significativa en el costo de construcción y mantenimiento de los modelos a medida que han avanzado las tecnologías informáticas (electrónicas) de acceso a bases de datos y, sobre todo, por el impresionante desarrollo de los paquetes computacionales (software). Estos paquetes son mucho más manejables, pues cuentan con mayor capacidad y velocidad de resolución que aquellos que existían hace apenas diez años.

Al considerar estos factores, es indudable que el costo de construcción y mantenimiento de los modelos se ha reducido exponencialmente en los últimos años, con lo cual también se podría decir que se ha modificado la escala óptima. Sin embargo, hay otros factores asociados a los costos del tamaño de los modelos, que son distintos a los anteriores. Entre ellos, habría que considerar la cantidad de los participantes del equipo de investigación, pero sobre todo su grado de capacitación y experiencia.

En los últimos años, a la vez que han disminuido los costos informáticos, también lo han hecho los recursos que las instituciones públicas, académicas y privadas asignan al desarrollo de modelos institucionales, por lo que ahora se conforman grupos técnicos muy reducidos, los cuales además se dedican a otras actividades. En consecuencia, aun cuando hay factores que reducen los costos, el hecho de que sean menos personas las que manejan un modelo hace que el aumento en el número de ecuaciones complique notablemente su manejo estadístico y teórico, reduciendo así su utilidad de manera más que proporcional.

La utilidad y bondad del modelo estructural radica en que con un mínimo de datos⁸ y ecuaciones se represente y se logre captar la realidad de la manera en que hemos tratado en el apartado anterior. Así, en la construcción de un modelo macroeconómico inevitablemente existe un *trade off* entre simplificación y realismo, que estará determinado por:

- a) El nivel de detalle o de explicación que se quiera de cierto fenómeno.
- b) El tiempo y los recursos de que disponga el modelador.

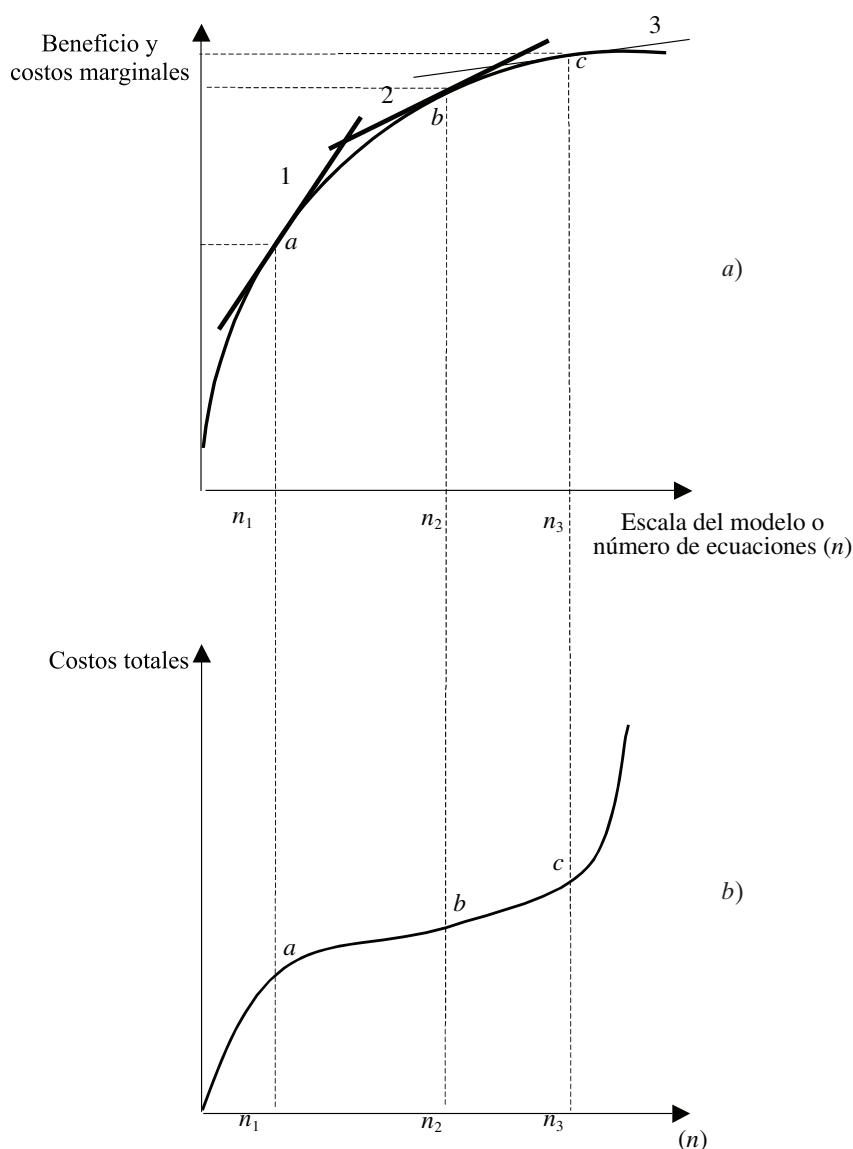
⁷ Un ejemplo muy ilustrativo se presenta en el anexo de este capítulo.

⁸ Hasta donde sabemos, no existe una regla que determine un mínimo preciso de observaciones ni tampoco de grados de libertad para obtener estimaciones robustas. Aunque implícitamente se acepta que aquí opera el principio microeconómico que dicta que *más es mejor que menos*.

- c) El conocimiento técnico, pero aún más importante, la experiencia del modelador.
- d) La capacidad de respuesta (en tiempo, detalle y precisión) que se le exija al modelador.

En esta subsección nos hemos referido tan sólo a los costos de construir y manejar un modelo. Ahora veamos la contraparte: los beneficios. Esto nos conduce al análisis de la relación entre los beneficios y el tamaño óptimo del modelo. Por un lado, cabe decir que no existe una relación directamente proporcional entre el tamaño del modelo y su capacidad de introspección. En la gráfica 2.1 expresamos los beneficios marginales $\partial B/\partial E$ como un similar de la curva de la productividad marginal de una función de producción tradicional y los costos marginales $\partial C/\partial E$ como las rectas tangentes (1, 2 y 3).⁹ Nuestra experiencia sugiere que esta relación se comporta como una función de producción convencional.

GRÁFICA 2.1 Escala óptima de un modelo



⁹ Esta representación se basa en Intriligator, *op. cit.*, pero tiene cambios importantes.

En la gráfica 2.1 *a*), los puntos de tangencia *a*, *b* y *c* son óptimos en virtud de que los costos marginales se igualan a los beneficios marginales.

Cuando se inicia la idea de hacer el modelo hasta lograr una primera versión (determinada por el punto *a*, se incurre en costos totales (costos de aprendizaje y de instalación) y costos marginales altos, generados por la inclusión de variables y ecuaciones necesarias para responder a los objetivos planteados en el proyecto econométrico.

Una vez que deseamos aumentar la capacidad explicativa del modelo, a partir de exigirle mayor descripción del fenómeno y/o mayor introspección, la base inicial de trabajo realizado permite que los costos adicionales sean pequeños (incluso podrían ser cercanos a cero). Sin embargo, al pasar el punto *b*, la ampliación del tamaño del modelo implicará caer en deseconomías que provocarán el crecimiento desproporcionado de los costos totales aunque se mantenga la condición de equilibrio entre costos y beneficios marginales, por lo que no habrá razones económicas para continuar aumentando su tamaño, más aún si consideramos las restricciones presupuestales y de otros recursos a los que ya hemos hecho referencia.

Lo que ocurre en la práctica es que, a medida que va conociendo mejor su modelo, el modelador descubre con asombro la capacidad descriptiva y la introspección de éste, por lo que detiene su tamaño casi siempre en un punto previo a *c*. Después de que su capacidad de asombro se confronta con las restricciones mencionadas y con la exigencia de generar resultados oportunos, busca acercarse al punto *b*, pero seleccionando cuidadosamente aquellas variables y ecuaciones que le proveen de mayor introspección.

Nuevamente, y basados en la práctica profesional propia, podemos afirmar que no existe una fórmula o una regla fija que indique cuántas ecuaciones (y su composición) se requieren para alcanzar esos puntos de optimización.¹⁰ Es una cuestión esencialmente pragmática y subjetiva de cada modelador. Aunque por intuición podemos decir que la elección deberá encontrarse entre *b* y *c*.

Si bien hemos dicho que cada modelo se construye con la finalidad de abordar alguno o todos los propósitos de la econometría,¹¹ es indiscutible que si queremos incidir en la toma de decisiones es conveniente que al construir un modelo nos enfoquemos no sólo en que represente adecuadamente el pasado, sino en que también sea capaz de predecir eventos futuros tanto por la ocurrencia de hechos inesperados (bien sean o no de carácter económico) como por el comportamiento probable de las variables exógenas.

Generalmente hay errores de pronóstico, pero pocas veces son de grandes magnitudes o, más aún, de signo contrario. Sin embargo, debemos mencionar que el trabajo de pronóstico se realiza cada vez más en condiciones de mayor aleatoriedad, lo cual se explica en parte por la creciente interdependencia, complejidad e inestabilidad que desde hace más de dos décadas caracterizan a todas las sociedades y economías del mundo. En efecto, a medida que la economía mundial comenzó a sufrir fuertes turbulencias desde comienzos de la década de 1970, cada vez se ha necesitado incorporar más información a través de nuevas variables que traten de captar las relaciones que han aparecido, o reespecificar las relaciones existentes, sobre todo por la gran importancia que han cobrado los choques de oferta, primero, y de los mercados monetarios y financieros, después. Todo ello exige cambios e innovaciones permanentes en la especificación de los modelos.

En este punto radica un aspecto importante de la imprecisión de los modelos, el cual nos remite a que el análisis y la teoría avanzan a la zaga de la realidad. A ello se debe que los analistas y los modeladores tiendan a captar tiempo después la constante aparición de fenómenos nuevos. Al respecto, Dornbusch *et al.* (2002: 524) reconocen que: “[...] aunque se introduzcan en un modelo los valores observados del gasto público, de la cantidad de dinero, del precio del petróleo, etcétera, el modelo no responde con los valores efectivos

¹⁰ Identidades contables, transformaciones algebraicas y ecuaciones de comportamiento. Este punto se verá con detalle en el capítulo siguiente.

¹¹ Véanse en el capítulo siguiente.

del producto nacional real, de la tasa de inflación o de la tasa de desempleo, ¿por qué? Porque no sabemos con precisión cómo funciona la economía”, porque han aumentado exponencialmente la complejidad de las relaciones humanas al igual que los mecanismos de transmisión de los conflictos en y entre todas las áreas del quehacer humano.

Por otro lado, al hacer pronósticos se tiene que suponer cierto comportamiento cualitativo y cuantitativo de las variables exógenas, que bien puede deberse a cambios en el entorno nacional y/o mundial o a cambios en la política económica doméstica, particularmente aquellos de régimen o de reglas básicas de operación. Es evidente que todo esto se añade al carácter aleatorio del funcionamiento de todo sistema económico, con lo cual el trabajo de modelación y, más aún, el de predicción, se convierte en un arte.

Sin embargo, y considerando todas estas eventualidades (imprecisiones y errores) que influyen en los modelos y los caracteriza, no podemos desconocer que proveen de información sobre el presente y el futuro que de otro modo no tendríamos. Por otro lado, y aun considerando que los pronósticos no sean lo precisos que quisiéramos, dan mucha luz sobre las múltiples consecuencias que genera el comportamiento de un conjunto determinado de variables.

En conclusión, los econométristas buscan reducir la incertidumbre de los tomadores de decisiones, propia de un mundo que funciona de manera estocástica y donde las perturbaciones económicas y extraeconómicas tienden a ocurrir con una velocidad y un grado de sorpresa sin precedentes.¹² Esto supone que el modelador debe estar muy familiarizado con las fuentes y la calidad de los datos, con los cambios de regímenes y con las diferentes políticas económicas que ocurrieron en el periodo de análisis y que pueden ocurrir en el futuro. En esto, más o menos, consiste una buena práctica econométrica.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

a) La ciencia pretende que nuestro conocimiento de la realidad y de las cosas se aproxime sistemáticamente a la verdad. Para tal efecto utiliza de manera rigurosa teorías, conceptos, axiomas y técnicas. b) La teoría económica y la econometría se han fundamentado en planteamientos axiomáticos cada vez más minuciosos y en aplicación de métodos estadísticos cada vez más exigentes. c) El <i>enfoque metafísico</i> consiste en la elaboración de un sistema axiomático <i>a priori</i> que cumple con la lógica formal pero que está divorciado del objeto real.	d) El enfoque científico parte de la observación y análisis de las observaciones. e) La modelación requiere de supuestos para simplificar y, de esta manera, representar a escala y de manera sencilla una realidad compleja. f) Introspección se refiere a la capacidad de los modelos para permitirnos ver más allá de lo que a primera vista ofrecen. g) El balance adecuado entre realismo y manejabilidad es la esencia de la buena modelación.

TÉRMINOS CLAVE

• abstracción-simplificación • ciencia económica • enfoque metafísico • información estadística • introspección	• lógica formal • lógica matemática • modelo • sentido común

¹² El influyente cantautor catalán Joan Manuel Serrat lo ha dicho con maestría: “es caprichoso el azar, es caprichoso”.

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. ¿Qué es un modelo?
2. ¿Por qué los economistas elaboran, o por lo menos utilizan, modelos cada vez con mayor frecuencia?
3. ¿Qué tan necesario es manejar supuestos en los modelos macroeconómicos?
4. ¿Qué relación existe entre la modelación económica y la científicidad?
5. ¿A que se refiere el término *enfoque metafísico*? ¿Está de acuerdo con ese término?
6. Defina un modelo metafísico y un modelo realista que se usen en la teoría económica.
7. ¿Qué es un modelo uniecuacional y un modelo univariado? Dé un ejemplo de cada uno.
8. Realice un cálculo preliminar de los costos y beneficios de la elaboración de su modelo econométrico.
9. Dé un ejemplo de un problema de información estadística y cómo puede afectar la selección de un problema concreto de investigación.

ANEXO I

LAS FUENTES ESTADÍSTICAS Y SU INCIDENCIA EN LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA

ESTUDIO DE CASO: MÉXICO

La importancia de los datos

En el trabajo de modelación econométrica es de suma importancia la disponibilidad y calidad de los datos, porque constituyen los insumos (*inputs*) básicos para contrastar teorías económicas y técnicas de estimación.

En los países en desarrollo –y particularmente en aquellos del ex bloque socialista y los que han sufrido guerras internas– es escasa la disponibilidad y periodicidad de las series estadísticas, amén de que su congruencia es dudosa, aun para periodos relativamente cortos. Este hecho, en sí mismo, constituye un problema muy importante que se debe considerar antes de realizar cualquier trabajo econométrico aplicado. Las múltiples dificultades que se derivan de estos aspectos provocan que muchas veces se prefiera realizar investigación teórica o, si es aplicada, utilizar pocas variables y hacer análisis descriptivos o, cuando mucho, realizar inferencia mediante elasticidades directas. Si a pesar de los problemas con los datos se decide hacer trabajo econométrico, muchas veces tendrán que elaborarse modelos *ad hoc* para intentar sortear esos problemas.

Los problemas de información

Aun cuando las autoridades encargadas de generar y difundir la información en México han hecho esfuerzos considerables por resolver los problemas señalados, no han logrado integrar muchas series estadísticas largas y compatibles que faciliten el trabajo de investigación aplicada. Como ejemplos están las series de población ocupada, tasa de desempleo (total o por sectores), salarios y, por su gran importancia, series de acervos de capital, por mencionar las más importantes.¹³

Esto dificulta que puedan estimarse ecuaciones básicas de alto sentido económico y utilidad teórica y empírica aceptadas en la disciplina, como funciones de producción, tasa natural de desempleo, producto potencial, etc. Como sabemos, la estimación de esas variables es esencial para definir políticas económicas óptimas y reglas de política monetaria.

El trabajo de modelar la realidad económica implica inferir procesos estocásticos. De acuerdo con Spanos (1986) y Hendry (1995), los datos disponibles que pretenden representar la realidad son producto de procesos aleatorios. Si a esto le añadimos el error ‘natural’ proveniente de su origen, nos enfrentamos a que la tarea de modelación se vuelve mucho más complicada de lo que inicialmente podríamos imaginar.

Para el caso de las estadísticas periódicas de producción sectorial y demanda agregada de México, aun cuando son las mejores en términos de las características que hemos señalado, presentan problemas que no se pueden ignorar. El INEGI recopila la información

¹³ Hasta donde sabemos, la serie de acervos de capital que alguna vez estuvo disponible al público tenía graves insuficiencias e incongruencias a nivel de sectores, aunque se reportaba la serie agregada de toda la economía. No obstante, esta serie sólo estuvo disponible para el periodo 1970-1992. Loria y De Jesús (2005) han aplicado una metodología que permite estudiar una serie consistente para datos anuales y trimestrales.

a partir de encuestas periódicas basadas en distintos tipos de muestreo, lo que de entrada puede generar sesgos e imprecisiones importantes. Aquí unos ejemplos.

a) *Cálculo del PIB trimestral y anual*

El INEGI realiza este cálculo a partir de una desagregación que corresponde a los trescientos sesenta y dos subgrupos de actividad del codificador del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM). Los valores trimestrales son deflactados con índices de precios implícitos de la producción de los mismos bienes y servicios con el índice de base 1993.¹⁴ Esta base vino a sustituir las series disponibles, que tenían como año base a 1980.

Si bien es necesario que los organismos responsables de generar la información estadística de la contabilidad nacional revisen y mejoren periódicamente sus metodologías, es un hecho que estos cambios de base arrojan otra estructura económica, lo cual ocasiona graves problemas a los econométricos.

b) *Los índices de precios*

Constituyen otro factor que bien puede derivar en problemas y sesgos de medición muy importantes. Por ejemplo, para 2002 el Banco de México reportó una inflación anual de 5.7%; sin embargo, en la realidad el precio de la energía eléctrica se encareció en 16.8%. ¿Cómo entendemos esta gran disparidad?

Esto tiene que ver con la forma en que se define e integra la canasta de bienes al consumidor final. Aquí intervienen dos factores cruciales: a) los bienes que componen esa canasta y b) la ponderación específica que se le otorga a cada uno, la cual depende de la importancia que el Banco de México le asigna a cada uno de ellos en el destino del gasto de las familias. De esta suerte, no tienen el mismo peso las tortillas (que es un bien básico y de consumo diario) que el precio del calzado o del vestido, cuyo consumo se da en lapsos más largos. El Banco de México calcula los precios al consumidor con base en la presentación de 1984=100 y las nuevas ponderaciones corresponden a los gastos familiares a precios de 1993. La muestra se realiza para 46 localidades, ubicadas en todas las entidades federativas con una canasta de 313 productos genéricos. Para la elaboración del índice mensual se recolectan 170 000 precios cada mes (Cabrera y Miguel, 2002).

El Banco de México corrige y reagrupa periódicamente la canasta de conceptos genéricos, así como las ponderaciones relativas de todos y cada uno de los bienes que considera en la medición debido a que incorpora (actualiza) nuevos productos en el cálculo de la inflación y elimina o cambia otros. Esto ocurre porque los gustos, las preferencias y los productos que eligen los consumidores cambian con el tiempo. La tecnología, los cambios demográficos y la globalización también tienen mucho que ver. Así, por ejemplo, la nueva muestra del Banco de México incorpora desde junio de 2002 el servicio de televisión por cable, Internet, artículos de maquillaje facial, agua embotellada, alimentos para mascotas, reproductores de video, renta de películas, etc., y ha eliminado otros servicios como el uso del ferrocarril de pasajeros (*ibid.*).

De esta manera, el cambio periódico en el índice de precios –con el cual se deflactan las series macroeconómicas– trata de registrar y actualizar los patrones de gasto y consumo de la sociedad en el tiempo, con el propósito de reflejar con mayor fidelidad el proceso inflacionario.

El cambio de base de 1980 a 1993 obligó a rebasificar todos los datos, y a volver a estimar y especificar cada una de las ecuaciones que integran el modelo *Eudoxio*. Al hacerlo

¹⁴ En 1996 el INEGI informó del cambio de base de 1980 a 1993, por lo que hasta septiembre de 2005 el SCNM 1988-1995 se integra a partir de esta modificación. Por tanto, los datos reales de producción, del valor agregado y del consumo intermedio se vieron modificados. Además de este cambio de base se introdujeron las últimas recomendaciones internacionales de la ONU sobre contabilidad nacional, por lo que: “el nuevo sistema contable puede implementarse para diferentes niveles de agregación: agentes económicos individuales o unidades institucionales, para grupos de esas unidades o para la economía total [...]”. Véase INEGI, 1996.

descubrimos una estructura económica muy distinta a la que creímos tener hasta entonces, por lo que nos enfrentamos a la necesidad de buscar otras ecuaciones que representaran a las mismas variables para el mismo periodo histórico. Las elasticidades estimadas resultaron muy distintas. Veamos a continuación algunas consecuencias empíricas.

Al comparar el PIB total base 1980 y base 1993 resultó que para 1983 el PIB decreció 3.5%, cuando siempre creímos que la caída había sido de 4.2%. De igual manera, resultó que la gran crisis de 1995 con la nueva base registró una caída menos drástica del producto (6.2% contra 6.9%). Véanse el cuadro 2.1 y la gráfica 2.3.

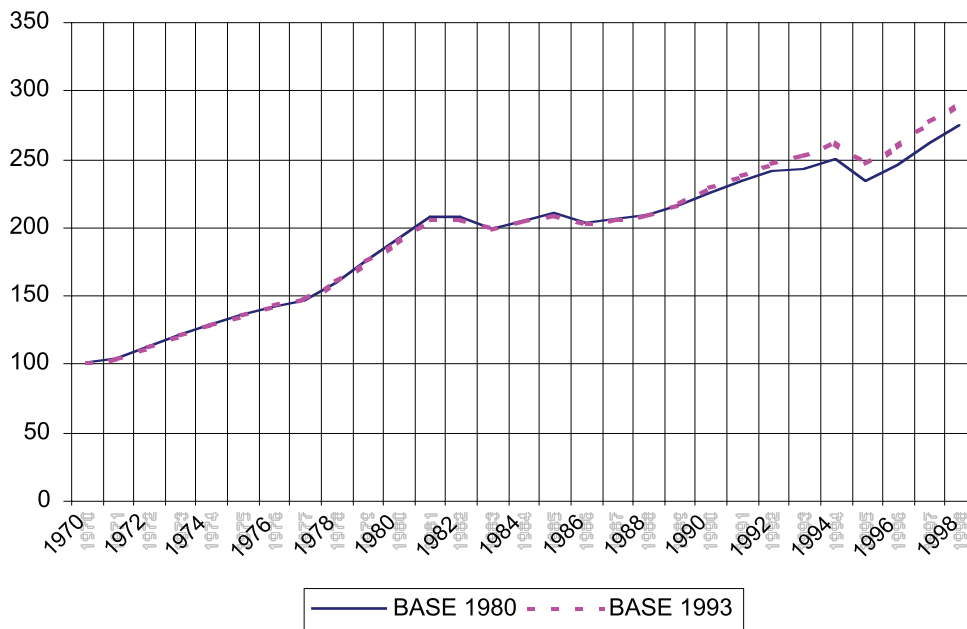
CUADRO 2.1 México: PIB total, 1970-1998						
Comparación de dos años base						
Año	Base anterior 1980			Base actual 1993		
	Valor	Índice 70=100	Δ %	Valor	Índice 70=100	Δ %
1970	2,340.75	100.00	-	499,144.74	100.00	-
1971	2,428.82	103.76	3.8	519,338.29	104.05	4.0
1972	2,628.68	112.30	8.2	562,787.11	112.75	8.4
1973	2,835.33	121.13	7.9	606,357.66	121.48	7.7
1974	2,999.12	128.13	5.8	642,070.77	128.63	5.9
1975	3,171.40	135.49	5.7	680,164.31	136.27	5.9
1976	3,311.50	141.47	4.4	710,866.91	142.42	4.5
1977	3,423.78	146.27	3.4	735,055.19	147.26	3.4
1978	3,730.45	159.37	9.0	797,134.23	159.70	8.4
1979	4,092.23	174.83	9.7	871,678.78	174.63	9.4
1980	4,470.08	190.97	9.2	947,779.07	189.88	8.7
1981	4,862.22	207.72	8.8	1,028,743.01	206.10	8.5
1982	4,831.69	206.42	-0.6	1,023,016.99	204.95	-0.6
1983	4,628.94	197.75	-4.2	987,597.28	197.86	-3.5
1984	4,796.05	204.89	3.6	1,021,316.37	204.61	3.4
1985	4,920.43	210.21	2.6	1,043,817.94	209.12	2.2
1986	4,735.72	202.32	-3.8	1,011,278.43	202.60	-3.1
1987	4,823.60	206.07	1.9	1,028,846.33	206.12	1.7
1988	4,883.68	208.64	1.2	1,042,066.10	208.77	1.3
1989	5,047.21	215.62	3.3	1,085,815.09	217.54	4.2
1990	5,271.54	225.21	4.4	1,140,847.53	228.56	5.1
1991	5,462.73	233.38	3.6	1,189,016.97	238.21	4.2
1992	5,615.96	239.92	2.8	1,232,162.34	246.85	3.6
1993	5,649.67	241.36	0.6	1,256,195.97	251.67	2.0
1994	5,848.47	249.85	3.5	1,312,200.43	262.89	4.5
1995	5,444.90	232.61	-6.9	1,230,924.98	246.61	-6.2
1996	5,723.28	244.51	5.1	1,293,859.20	259.22	5.1
1997	6,110.30	261.04	6.8	1,381,351.60	276.74	6.8
1998	6,404.87	273.62	4.8	1,447,945.60	290.09	4.8

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, varios años.

El cuadro anterior aporta otros elementos no menos importantes. Por ejemplo, hasta 1988 –según reportan las columnas 2 y 5– el PIB mexicano había crecido prácticamente a la misma tasa en términos acumulados. Sin embargo, de ahí en adelante, la nueva base reportó un crecimiento muy superior: 38.9% contra 31.1%.

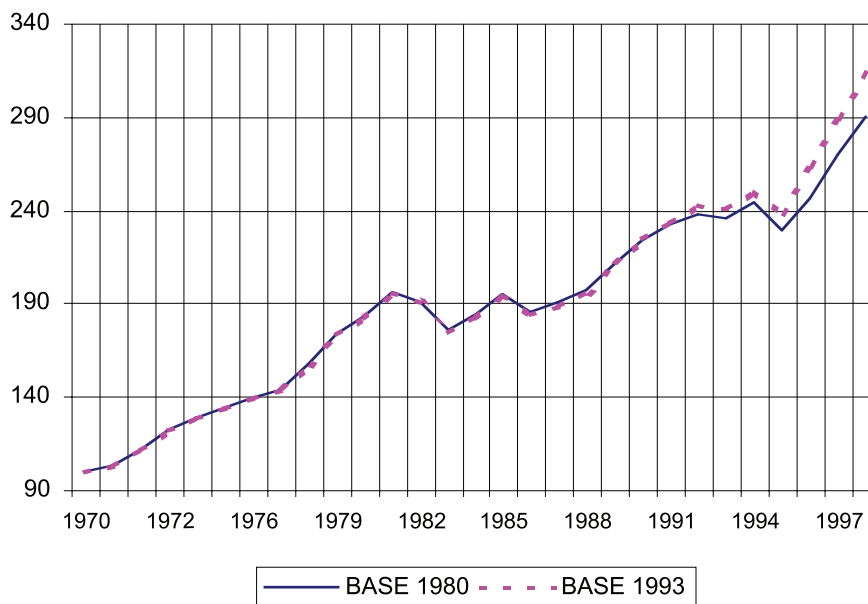
Por último, la base nueva siempre presenta datos del PIB menos drásticos para los años de recesión, como son 1986, 1993 y 1995.

GRÁFICA 2.2 México: producto interno bruto total, 1970-1998
Comparación de dos años base

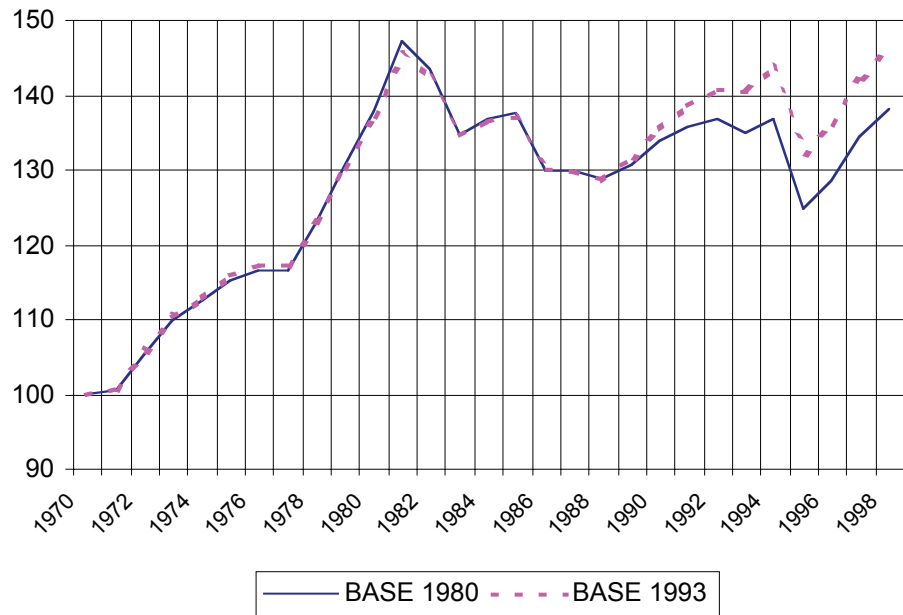


Los cambios ya destacados no sólo afectaron al PIB real, sino también al producto manufacturero, los indicadores de productividad (véanse las gráficas 2.2 y 2.3) y las cifras del producto por habitante, por mencionar sólo algunas variables importantes. En el caso de la productividad, a partir del cambio de base nos encontramos con que estamos ante una economía más eficiente y, por tanto, más rica, como se muestra en la gráfica 2.3.

GRÁFICA 2.3 México: PIB manufacturero, 1970-1998
Comparación de dos años base



GRÁFICA 2.4 México: productividad del trabajo, 1970-1998
Comparación de dos años base



La demanda final

Los datos con los que se obtienen las magnitudes de las variables de demanda final de México se integran a partir de la Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto de los Hogares (ENIGH). El diseño de la muestra para la ENIGH 2000 (la más reciente) se caracteriza por ser probabilístico, y los resultados obtenidos de la encuesta se generalizan a toda la población. A su vez, el diseño es polietápico, estratificado y por conglomerados, donde la unidad última de selección es la vivienda y la unidad de observación es el hogar (INEGI, 2002a).¹⁵

¹⁵ Es “[...] *probabilístico* porque todas las unidades de muestreo tienen una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionadas; *estratificado*, porque las unidades de muestreo con características similares de tipo geográficas y socioeconómicas se agrupan para formar estratos; *polietápico*, porque la unidad última de selección (vivienda) es seleccionada después de varias etapas; y por *conglomerados*, porque previamente se conforman conjuntos de unidades muestrales de los cuales se obtiene la muestra” (*ibid.*). Para más detalle se sugiere revisar: <http://www.inegi.gob.mx/difusion/español/fiemet.html> (18 de febrero, 2003).

LOS MODELOS MACROECONOMÉTRICOS EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO

*Cada economista es un econometrista, lo desee o no...,
porque mientras no seamos capaces de exponer nuestros
argumentos en cifras, la voz de nuestra ciencia,
aunque ocasionalmente puede ayudar a dispersar
errores groseros, nunca será oída por los
hombres prácticos.*

J. Schumpeter (1993)

3.1 TIPOS DE MODELOS ECONÓMICOS

En el capítulo anterior mencionamos la naturaleza de los modelos y también destacamos su enorme utilidad científica en el análisis económico. En este capítulo presentaremos los distintos tipos de modelos económicos que existen de acuerdo con el lenguaje y la simbología que utilizan. Queremos aclarar que el orden en que se presentan no significa que existe una asociación directa con su “grado de científicidad”; sin embargo, debemos especificar que por el carácter de este libro, consideramos que a medida que seamos capaces de plantear nuestros argumentos de manera formalizada y sistematizada a través de modelos, tendremos un nivel de abstracción más alto y, por tanto, también mayor capacidad de introspección.

Como ya hemos mencionado, la aproximación rigurosa exige desarrollar una forma de razonar compleja que se basa en la utilización del arsenal de conocimientos teóricos y empíricos que ofrece un paradigma determinado. No es aventurado afirmar que esta forma de razonar la realidad es propia del *pensamiento económico*,¹ que requiere el paso del planteamiento abstracto al concreto y ello se consigue solamente como producto de pensar e interpretar la economía a través de modelos o en términos de éstos.

Lo que conocemos como teoría económica establece toda una serie de explicaciones de los hechos económicos o vinculadas a ellos, a partir de la propuesta de relaciones causales entre los agentes y las variables que componen un sistema económico. Es decir, la teoría económica se construye mediante la elaboración de modelos abstractos. En la medida que genera un marco descriptivo y explicativo de las partes y del todo, la teoría económica permite hacer introspecciones o especulaciones que superan dicho marco para llegar finalmente al campo de las recomendaciones de política que conducirán a la consecución de mejores desempeños de los elementos considerados en el sistema.

¹ Entendido como la representación del mundo real, que se codifica y expresa a través de ideas, teorías y doctrinas que sustentan las diversas relaciones sociales de producción.

En ese sentido, por su propia naturaleza, la teoría económica es general y abstracta y pretende representar la realidad de una forma simple y ordenada. Utiliza necesariamente los procedimientos del método científico y se mueve en el terreno de las demostraciones axiomáticas que, en gran medida, están basadas en teoremas y relaciones definidas por las matemáticas puras.

De acuerdo con Intriligator *et al.* (1996: 31 y 35), la *modelación*² puede clasificarse en varios niveles de acuerdo con el grado de abstracción, uso de lenguaje matemático y exteriorización (transmisión científica). En el nivel más simple se encuentran los modelos que Pulido y Pérez (2001: 27) llaman *mentales*, los cuales consisten en una primera (quizá rudimentaria) representación ordenada de la realidad, con muy baja abstracción de los fenómenos y variables que caracterizan a un sistema, por lo que difícilmente pueden expresarse o exteriorizarse con claridad para un interlocutor. Su mérito consiste en que ya hay una elaboración, aunque sea primitiva, de una realidad económica. Dicho en otros términos, este nivel correspondería al sentido común. De acuerdo con Intriligator (*op. cit.*), en un nivel inmediatamente superior se encuentran los *modelos verbales*, cuya característica principal es que ya hacen elaboraciones congruentes de las relaciones causales que existen entre los elementos constitutivos del sistema. De igual modo, ya presentan generalizaciones sobre las interacciones del sistema con su entorno. Todas estas relaciones ya se exteriorizan con palabras y escritura de texto, mediante un sistema integrado de conceptos y categorías. De hecho, éste es el tipo de modelación que hicieron los clásicos de la economía (como Smith, Ricardo y Marx, entre otros). Su rasgo distintivo es que pueden explicar la historia, el presente y el futuro de un sistema económico, pero no utilizan lenguaje matemático –en ninguna de sus formas– para fundamentar y precisar sus ideas.

De ninguna manera estas observaciones desacreditan las enormes contribuciones que estos grandes pensadores realizaron a nuestra ciencia. Justamente la organización y la ordenación de los hechos económicos que ellos hicieron permitieron darle –más tarde– el estatuto científico a nuestra disciplina. Por otro lado, tampoco podemos desconocer que sus planteamientos son ordenados y congruentes entre sí al grado que han podido ser formalizados mucho después.³ Esto fue producto de la crítica de la escuela histórica y de los institucionalistas, que influyeron para que los propios teóricos en la primera mitad del siglo xx se dedicaran a la tarea sistemática de construcción de la teoría en forma tal que ésta se pusiera en contacto inmediato con el material de observación.

Sin embargo, es incuestionable que en la medida que la realidad económica se tornaba más compleja, y a partir de los avances en las matemáticas en general y de los aportes de Newton en particular, desde el siglo xix la economía comenzó a formalizarse rápidamente. La preocupación de Augusto Comte por dotar a las ciencias sociales de estatuto propio hizo que gran parte de la metodología de Newton se importara de manera casi directa (Bendesky, 1983 y Zea, 1968). Con ello se creó el positivismo para darle un carácter de ciencias exactas a las disciplinas sociales. El aporte de Comte fue crucial para entender a la sociedad y a la economía como sistemas basados en hechos y datos observables que eran sujetos de ser comprendidos a partir de regularidades que, a fuerza de repetirse, con el tiempo podrían convertirse en leyes. De aquí comenzó a surgir la opción o la conveniencia de exteriorizar y probar las aseveraciones de los modelos lógicos o verbales a través de símbolos y figuras abstractas, con el fin de simplificar y esclarecer sus argumentos así como elaborar nuevos planteamientos.

De acuerdo con Pulido y Pérez (*op. cit.*: 29 y 30): “Los *modelos matemáticos* constituyen la forma más estricta de conocimiento científico de la realidad, sin que ello deba suponer que su utilización indiscriminada asfixie toda elaboración teórica no directamente matematizable o –lo que es al menos tan perjudicial– encubra bajo su halo protector un conocimiento falso de la realidad aunque estrictamente bien planteado. En la ciencia en

² Entendiendo por ello a la actividad científica de construir modelos.

³ Entre otros por Adelman (1984).

general, y en la economía en particular, siempre hay un límite a lo que podemos hacer con números, así como hay un límite a lo que no podemos hacer sin ellos”.

Hay otro tipo de modelos que en economía no se utilizan con frecuencia, pero que debemos tener presentes. Son los *modelos físicos*, que reproducen objetos, fenómenos y procesos a escala. Son los que habitualmente se conocen como prototipos. Estos modelos sirven para mostrar a nivel de los sentidos la naturaleza de fenómenos específicos y su interacción con otros fenómenos y sistemas.

Los *modelos geométricos* se emplean bastante en nuestra área porque utilizan curvas y rectas en espacios cartesianos para representar comportamientos y relaciones causales.

Los *modelos algebraicos* utilizan símbolos matemáticos para representar argumentos teóricos que originalmente se expresaron en los modelos verbales.

3.2 LOS MODELOS ECONÓMICOS

De acuerdo con Intriligator (*ibid.*), como una variante de los modelos algebraicos se encuentran los *modelos económicos* que, en su versión clásica o estructural, utilizan tres tipos de relaciones o ecuaciones:

- a) *Ecuaciones de comportamiento*: son las que establecen causalidades de las variables exógenas y endógenas rezagadas o predeterminadas (x_i) sobre las endógenas (y_i).

$$y_i = f(x_i); \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{variables exógenas y/o predeterminadas.}$$

Las variables endógenas (también llamadas incógnitas) se determinan o resuelven en el modelo; las exógenas son las variables explicativas y se determinan fuera del sistema, por lo que tienen valores dados o predeterminados.

En esencia, este primer tipo de ecuaciones es el que le da el carácter y razón de ser a la econometría porque concentra el esfuerzo de la inferencia estadística.⁴ Los otros dos tipos de ecuaciones son definidos por los sistemas de contabilidad nacional que a su vez provienen de la teoría económica. Por ello es que regularmente son *transformaciones algebraicas* con mayor o menor grado de complejidad que se basan en definiciones teóricas.

Las ecuaciones de comportamiento, si bien se fundamentan en la teoría económica (la que prefiera el modelador), tendrán otro sesgo adicional que el modelador le dará a partir de la incorporación o exclusión de variables y de la manera en que éste asume que se comportan para explicar los fenómenos de interés.

Los modelos abstractos y generales que dicta la teoría económica no suponen de entrada ninguna de estas restricciones, cuando mucho, algunas condiciones eminentemente teóricas como “derivabilidad, concavidad” (Pulido y Pérez, *ibid.*), convexidad, positividad, rangos de variación, etcétera.

Este punto es muy relevante, ya que la teoría económica tiene pretensiones generales, por lo que plantea asociaciones o relaciones causales de ese mismo tipo en la organización del pensamiento económico. Los modelos económicos, por su parte, buscan la contrastación empírica y la medición precisa (en tiempo y lugar) de esos planteamientos teóricos generales. Aquí se encuentra el punto crucial de la labor del econométrico, debido a que debe mantener un difícil balance entre sus convicciones teóricas y el respeto por *lo que dictan los datos*.

En todo momento deberá ser consciente que no puede exigirle a la realidad que responda unívocamente al planteamiento general (modelo teórico) a través del forzamiento de los datos (*data mining*). Bien puede ser que ese modelo teórico que se elaboró con pretensiones generales (universales) sólo sea aplicable a ciertas estructuras

⁴ Que tiene que ver con el trabajo de especificación, identificación y validación de los supuestos estadísticos.

económicas y geográficas y para periodos específicos. El econometrista deberá tener la visión y la experiencia suficientes para entender que los resultados de sus modelos serán siempre una probabilidad de acercamiento a la teoría y, en consecuencia, representarán una probabilidad de ocurrencia. Dagum y Dagum (1971) señalan algo fundamental que debe estar siempre presente en el trabajo econométrico: “no podemos afirmar de un modelo que sea verdadero o falso en el sentido absoluto, sino más probable o menos probable en el sentido de la lógica probabilística”.

- b) *Identidades contables*. Este segundo tipo de ecuaciones que utilizan los modelos estructurales son relaciones que se cumplen necesariamente porque así lo determina la teoría. Ejemplos clásicos en la contabilidad de un país tienen que ver con la identidad del producto, tanto por remuneraciones factoriales como por demanda final:

$$\begin{aligned} \text{PIB} &= \text{salarios} + \text{excedente bruto de explotación} + \text{impuestos indirectos netos} + \\ &\quad \text{depreciación} = \text{consumo privado} + \text{inversión privada} + \text{gasto público} + \\ &\quad \text{exportaciones netas} + \text{variación de existencias} \end{aligned}$$

- c) *Condiciones de equilibrio*: son expresiones que balancean las cuentas de variables agregadas y también cierran bloques de ecuaciones. Regularmente emplean un componente para igualarlas. Por ejemplo, para saldar la oferta y la demanda agregadas en algunos modelos se emplea el rubro denominado cambio de inventarios (o variación de existencias), mientras que en otros modelos se utiliza la balanza comercial.⁵ El hecho de que un modelo utilice una u otra forma de cierre, refleja una manera particular y, por ello mismo, distinta de interpretar al sistema económico, no obstante que se trata de una condición de equilibrio y no de una ecuación de comportamiento.

La combinación de los tres tipos de ecuaciones anteriores es la base para construir *modelos completos*. Por este término debemos entender a aquellos modelos multiecuacionales que integran a la mayoría de los sectores económicos a través de un conjunto de ecuaciones que captan el funcionamiento de la oferta (producción sectorial, empleo, salarios y precios), la demanda (consumo e inversión) y las principales balanzas macroeconómicas como la balanza comercial, la cuenta corriente y la balanza fiscal. A su vez, todas ellas pueden agruparse en bloques de ecuaciones que se pueden expresar gráficamente y para mayor comprensión a través de diagramas de flujo.

Para terminar con esta sección podemos poner en operación los distintos tipos de modelos mencionados mediante un ejemplo práctico muy sencillo: la función keynesiana de consumo privado.

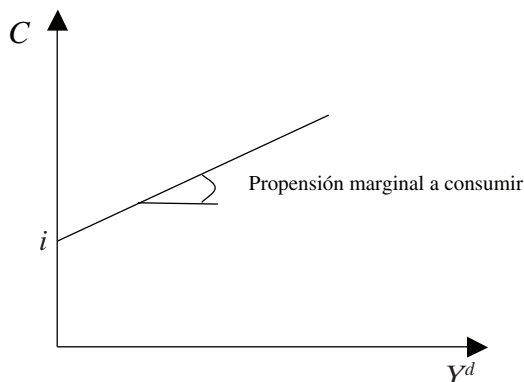
El *modelo verbal*, establecido en la *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero* de Keynes (2003), señala que existe una relación positiva entre el ingreso disponible y el consumo familiar que se mide por la propensión marginal a consumir.⁶ Pero además habrá otra parte –autónoma o independiente del ingreso disponible– que responderá a otras variables no consideradas dentro de este sencillo modelo. El modelo matemático –basado en la teoría económica– definirá que esa relación para una sociedad necesariamente deberá ubicarse en un rango positivo pero menor a uno.

El *modelo geométrico* expresará las ideas anteriores en un gráfico muy simple:

⁵ Este último tipo de modelos se utilizan para comprender el desequilibrio comercial con el exterior y se les conoce como *enfoque absorción de la balanza de pagos*. Sobre este tema puede consultarse cualquier libro de texto de economía internacional o de macroeconomía abierta.

⁶ Para un análisis más profundo véase Charemza y Deadman (1999:1).

GRÁFICA 3.1 Propensión marginal a consumir



Por su parte, el *modelo econométrico* se ocupa de calcular el valor numérico preciso a partir de la estimación de una función de probabilidad. Gran parte de la discusión se dará en cuanto al potencial de la técnica y al valor estimado y a sus consecuencias sobre el sistema económico. De acuerdo con la calidad, la extensión y la periodicidad de los datos y de la especificación que se defina podrá o no aceptarse el resultado obtenido.

Aplicando el método de estimación más tradicional (mínimos cuadrados ordinarios), obtenemos el siguiente resultado numérico para la economía mexicana (1970-2003):

$$\hat{C}_t = 1129.8713 + 0.7809Y_t^d + \epsilon_t^7$$

Resultados que abarcan y validan los modelos arriba referidos.

Este modelo uniecuacional, base de la econometría tradicional, se fundamenta centralmente en la teoría económica. En contraposición –y como se verá en capítulos posteriores–, los modelos ateóricos de series de tiempo no plantean de inicio una relación teórica, sino que pretenden encontrar dentro de una misma serie numérica la estructura de retardos que mejor represente a esa misma variable, principalmente para efectos de pronóstico.

3.3 EL MODELO ECONOMETRICO Y LA ECONOMETRÍA COMO INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS

La econometría –a través del uso y la construcción de modelos– pretende mostrar empíricamente las argumentaciones teóricas utilizando los datos disponibles para una sociedad en un periodo específico. Los resultados numéricos que generan los modelos econométricos son parámetros específicos que tienen rangos de probabilidad de ocurrencia.

Sintetizando muchas ideas ya planteadas, podemos decir que la econometría: “[...] permite incorporar en forma explícita y reproducible tanto las consideraciones teóricas como la información empírica y los juicios generados en el proceso de investigación. Con esto, un modelo econométrico es una alternativa –dentro de varias– de plantear y contrastar conocimiento, que ayuda a entender y cuestionar la realidad, proveyendo una base explícita y precisa para la discusión” (Ruprah y Sabau, 1984: 20).

De acuerdo con Barbancho (1976: 26-27), la econometría –en su sentido más tradicional– es “aquella rama de la ciencia económica que trata de cuantificar, es decir, de representar numéricamente las relaciones económicas, lo cual se realiza mediante una

⁷ En la gráfica 3.1 la constante de regresión (C) es 1129.87 y la pendiente, que corresponde a la propensión marginal a consumir, es 0.78.

adecuada combinación de la teoría económica, matemática y de la estadística, [...] teniendo presente que las matemáticas representan el medio unificador, ya que por un lado, cumplen la tarea de lenguaje y forma de expresión simbólica y, por otro, la de instrumento eficaz en el proceso deductivo”. Debe quedar claro que cada una de estas áreas (teoría económica, matemática y estadística) por sí solas no pueden constituir la econometría, a pesar de que ésta se nutre de ellas. “No es ni estadística económica, ni teoría económica, ni economía matemática. Cada una es una condición necesaria pero no suficiente por sí misma. Es su asociación o unificación la que engendra una nueva ciencia con características propias. Cualquier consideración parcial de su contenido nos llevaría, por tanto, a una ciencia distinta de la econometría” (*ibid.*).

La econometría ha pretendido convertirse en un instrumento poderoso de validez científica de la ciencia económica, a partir de apoyar y facilitar la interpretación de los hechos económicos. Sin embargo, este instrumento que pretende darle objetividad y cientificidad a la disciplina nunca ha estado exento de cuestionamientos muy severos en múltiples frentes. Del análisis del capítulo anterior resulta claro que, por sí misma, la econometría tampoco ha podido resolver plenamente el problema de los prejuicios, de la interpretación *a priori* y de la obtención imprecisa de resultados, ya que esta técnica tampoco es inmune al problema de la subjetividad. De cualquier manera, la econometría participa en el proceso de investigación de una manera importante y muchas veces determinante, pero aceptando que siempre habrá un problema de subjetividad, que de origen es irreducible. En el proceso de investigación el investigador parte de la observación e interpretación de un hecho concreto al que el paradigma de su preferencia le ofrece una explicación inicial. En ese momento, el investigador incorporará los elementos teóricos, factuales e instrumentales que tenga a su disposición para contrastar su hipótesis.

Consideramos, por otra parte, que el instrumento de medición estadístico nunca puede ir por delante de la teoría económica, porque ello nos conduce a desarrollar modelos estadísticos (esencialmente ateóricos), los cuales también generan resultados probabilísticos que pueden o no tener una interpretación económica congruente. En ello reside su *peligrosidad*. Y, por el contrario, construcciones esencialmente teóricas que no se respaldan con argumentos estadísticos rigurosos probados en el terreno empírico, pueden caer con facilidad en elaboraciones divorciadas o distorsionadas de la realidad.

En suma, aceptamos que ya no es suficiente con tener un enfoque teórico congruente, sino que debe ser validable a partir de la aplicación de una batería de pruebas estadísticas exigentes que arrojen resultados numéricos satisfactorios, contrastables con la realidad, para que se considere que sus proposiciones no son erróneas, ya no digamos correctas y, por tanto, pueden aceptarse temporalmente como razonamientos explicativos.

Creemos que el instrumento matemático acompañado de una buena teoría económica no es garantía de infalibilidad, pero también es cierto que “[...] en igualdad de circunstancias son mucho mayores las probabilidades de error para quien no dispone del instrumento matemático” (Allais, 1978: 542).

A partir del uso consistente de ambos argumentos (teóricos y estadísticos) ampliaremos nuestra capacidad de generar explicaciones que –por la naturaleza de la ciencia– se reducen en última instancia a hipótesis, las cuales a su vez serán sujeto de escrutinio y contrastación, y serán verdaderas hasta que aparezcan otras explicaciones más satisfactorias.

3.4 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS MODELOS ECONOMÉTRICOS⁸

De acuerdo con Bodkin *et al.* (1991), Barbancho (1976) y Morgan (1990), los fundamentos de la macroeconometría se originan en las investigaciones aplicadas del siglo XIX, relacio-

⁸ La parte inicial de este subcapítulo se basa en Castro *et al.* (1997.)

nadas con la economía cuantitativa desarrollada en los trabajos de Von Thunen, Cournot, Walras, Jevons, Edgeworth, Pareto y Wicksell.

En particular, Barbancho (*op. cit.*: 14 y 15) señala que la investigación econométrica se inició con el impacto que debió causar entre los economistas de entonces la *teoría de Cournot* (1838) y los famosos *Principios de Marshall* (1890), que sin duda motivaron el interés por el análisis estadístico de la demanda. “Dos hechos favorecieron estos primeros análisis empíricos; de una parte, la existencia de una teoría bien estructurada; de otra, la posibilidad de obtener datos estadísticos sobre precios y cantidades”. En ese sentido, “algunos precursores de la econometría como Jevons (matemático y economista inglés), pensaron que si se tuvieran los medios para mejorar la recolección de datos, la economía política se podría erigir gradualmente en ciencia exacta” (Morgan, 1990: 3). De hecho, en su discurso en homenaje a Alfred Nobel, Frisch (1978: 25) señaló que el sueño de Stanley Jevons era “que pudiéramos cuantificar por lo menos algunas de las leyes y regularidades de la economía”.

Fue justo en la segunda mitad del siglo XIX cuando floreció el positivismo como una concepción de la vida y de la ciencia. Su fundamentación radicó en que el conocimiento científico había alcanzado un alto grado de precisión como consecuencia del trasvase de la física a las ciencias sociales, a partir de la introducción de la matemática y la estadística para probar la existencia de leyes en el comportamiento económico.

A la par con el avance de la teoría económica y la economía matemática, la estadística también sentaba las bases de futuros desarrollos en la segunda mitad del siglo XIX. El método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), introducido por el matemático Legendre en 1806, comenzó a extenderse a otros campos. Laplace, Gauss, Galton, Pearson y Fisher lo generalizaron y aplicaron al análisis de regresión. Posteriormente, ya en la primera mitad del siglo XX, los antecedentes más directos se pueden ubicar en autores como Tinbergen, Polak, Colin Clark, Haavelmo, Kalecki y Frisch.⁹ En particular, este último consideraba que la teoría económica debía apoyarse crecientemente en técnicas estadísticas para lograr razonamientos más rigurosos y constructivos, como los que predominaban en las ciencias naturales. Fue en 1939 cuando Tinbergen construyó por primera vez un modelo de ecuaciones simultáneas, con las cuales inició la tradición en la materia.¹⁰ Este primer esfuerzo era un reflejo de que el análisis de la realidad económica a partir del surgimiento de la macroeconomía exigía la construcción de modelos que dieran explicaciones globales y consistentes –esto es, sistematizadas– de las principales variables de las economías nacionales. Con ello sería posible analizar al mismo tiempo los efectos múltiples generados por las políticas económicas y hacer planificación económica.

Aunque los principales iniciadores de la econometría se habían formado en la tradición de la economía marginalista,¹¹ la construcción de sistemas (y su estimación) se basó centralmente en los planteamientos verbales de Keynes expresados en su *Teoría General* y formalizados poco después por Samuelson, Hicks, Hansen y Lange. Al respecto, Patinkin (1976) señaló que el deseo de cuantificar la *Teoría General*, generó un enorme ímpetu en el desarrollo del trabajo econométrico que se inició a finales de la década de 1930. En un principio las funciones que más atención ocuparon fueron: consumo e inversión. Pero también se trató de integrar la realidad económica como un sistema completo.

De acuerdo con Bodkin *et al.* (*op. cit.* prefacio y cap.1), son tres los antecedentes teóricos de la construcción de los modelos de ecuaciones simultáneas:

- a) La serie de modelos de equilibrio general que se inició con Walras y luego con Pareto.

⁹ Tinbergen y Frisch fueron los primeros galardonados con el Premio Nobel de Economía en 1969 y también de los primeros econométricos que estuvieron asociados a la Comisión Cowles y construyeron los modelos estructurales pioneros.

¹⁰ Para un análisis detallado sobre el particular, consúltense los textos ya citados de Intriligator, Barbancho, Bodkin *et al.* y Morgan.

¹¹ Principalmente a partir de análisis muy específicos del equilibrio parcial y general.

- b) Los modelos de ciclo económico desarrollados a principios de la década de 1930 por Frisch y Kalecki.
- c) La teoría de Keynes y, más aún, la línea keynesiana que se desarrolló posteriormente, que derivó en toda una serie de productos teóricos, formales y empíricos, que se concretarían en las décadas siguientes en la *Comisión Cowles*.¹²

Consideramos que habría un cuarto factor muy importante, el cual se refiere al auge que tuvo en esos años el desarrollo y la proliferación de la *Teoría General de Sistemas*, que consistía en la concepción integral y multicausal de elementos diversos. Este enfoque pretendía dar una visión comprensiva e integradora para las ciencias naturales y sociales frente a la tendencia a la separación y segmentación de las ciencias y, en consecuencia, al análisis atomizado de los fenómenos. Los sistemas de ecuaciones simultáneas que se desarrollaron inicialmente en la *Comisión Cowles* integraron conceptos básicos de esta teoría como: elementos, organización, flujos de energía, información, relación causa-efecto, retroalimentación estática y dinámica, totalidad, función, eficiencia, entradas, salidas, entorno y procesos. Todos estos factores dieron a la vez especificidad y fuerza a los modelos estructurales o multiecuacionales de la *Tradición Cowles*.

Por otro lado, y también de suma importancia en la materia, se encuentra el hecho de que justo después de la Segunda Guerra Mundial se instituyó ampliamente el sistema de contabilidad macroeconómico¹³ para los países capitalistas, que al estandarizar las mediciones y las variables macroeconómicas facilitó la modelación econométrica.¹⁴

El desarrollo de los modelos estructurales tuvo lugar después de la Segunda Guerra Mundial, particularmente con los trabajos de Jacob Marshack, quien organizó entre 1943 y 1948¹⁵ un equipo de trabajo y logró instituir la famosa *Comisión Cowles* en la Universidad de Chicago. Esta comisión estableció un marco académico institucional que creó las condiciones para desarrollar los modelos estructurales, debido a que estimuló la investigación de teoría económica, técnicas econométricas de estimación y sistemas computacionales.

De esta manera, y para concluir con esta sección, podemos decir que la construcción de los modelos macroeconómicos inició a finales de la década de 1930 con los aportes de Tinbergen y Klein (Fair, 1994), y después se consolidó con la formación de la *Comisión Cowles* que se encargó de elaborar las metodologías de los modelos macroeconómicos que se construyeron en adelante.¹⁶

Una mención aparte merece el *modelo Klein-Goldberger* (KG) por su gran trascendencia en la investigación económica; en especial porque configuró una agenda de investigación para el futuro a través de la cual se fueron incorporando nuevos desarrollos de la teoría económica, de la econometría, de la informática, de los ciclos económicos y de la dinámica aplicada a la economía. A decir de Bodkin *et al.* (1991:58), este modelo fue considerado como la primera representación empírica del sistema keynesiano y además sirvió para desarrollar otras investigaciones teóricas y aplicadas sobre las propiedades estocásticas de los ciclos económicos de Estados Unidos. Uno de esos estudios fue el que realizaron Irma y Frank Adelman en 1959, el cual contribuyó a su vez al desarrollo de muchas otras líneas de investigación (Hickman, 1972). Este modelo KG también fue crucial para el desarrollo posterior de otros modelos estructurales, entre los que destacan la secuencia de los

¹² Una descripción interesante del desarrollo teórico y de modelación de la Comisión Cowles puede verse en Malinvaud, 2004.

¹³ Comúnmente conocido como Sistema de Cuentas Nacionales, que fue instituido por la recién creada Organización de las Naciones Unidas. Un texto tradicional que trata estos aspectos es el de Astori, 1983.

¹⁴ Al respecto, en su conferencia *Keynes Lecture in Economics*, Richard Stone señaló en 1978: “no hay duda de que el libro de Keynes (*La Teoría General*) probablemente hizo lo que ningún otro para desarrollar una estimación sistemática de las magnitudes de las cuentas nacionales y para la construcción de modelos econométricos” (citado por Bodkin *et al.*, 1991: 14).

¹⁵ Agradezco a Jorge Ramírez la precisión de estos datos.

¹⁶ Para ver un recuento importante de los modelos más influyentes construidos para los países desarrollados, consúltase Intriligator *et al.*, *op. cit.*

modelos de Wharton, el modelo del Bureau of Economic Analysis (BEA) y todos aquellos que se han construido hasta la actualidad.

3.5 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Como se advirtió desde el principio, este libro se ocupará básicamente de la construcción, el análisis de las propiedades y la utilidad de los modelos econométricos de ecuaciones simultáneas. Esto significa que no abordamos el desarrollo de modelos uniecuacionales ni univariantes, característicos de la metodología de series de tiempo instauradas y popularizadas por Box-Jenkins.¹⁷

Las razones son varias, entre las que vale mencionar las siguientes. El propósito de modelar un sistema económico completo requiere de incorporar mucha información, así como las múltiples interrelaciones que natural y estructuralmente ocurren todos los días.

A pesar de las múltiples críticas que han recibido estos modelos (que se verán en el capítulo 5), son los únicos capaces de generar respuestas agregadas y congruentes sobre un sistema económico real. Esto se debe a que –por su diseño– se enfocan en construir la realidad económica a través de distintos tipos de ecuaciones que logran captar la simultaneidad y los rezagos con que operan las múltiples relaciones de causa-efecto en la economía verdadera. Por otro lado, una razón de muy fuerte peso para estudiar estos modelos con particular atención se debe a que quienes realizan pronósticos macroeconómicos y análisis de sensibilidad de políticas los siguen utilizando en forma generalizada, dado que generan respuestas conjuntas y congruentes de todas las variables que intervienen en la economía real.

En síntesis, aun sin desconocer las debilidades y limitaciones de los modelos estructurales, consideramos que siguen siendo insustituibles en la práctica del análisis macroeconómico agregado y continúan utilizándose de manera generalizada en el trabajo profesional.

Aceptando la propuesta de Dagum (1978), que es la que utilizamos en todo el texto, plantearemos que la modelación es la actividad aplicada por la cual tratamos persistentemente de acercarnos a la realidad a través de ecuaciones que repliquen de la mejor manera el pasado. Todo método o ejercicio de modelación se dedica a explicar con orden, dentro de su enfoque teórico, el pasado o la historia de un fenómeno determinado, en virtud de que se trabaja con datos justamente del pasado. Lo relevante para quien quiere hacer predicción y prospección es tener en cuenta que este ejercicio de modelación del pasado no asegura que se tenga el mejor modelo que explique o proyecte el futuro.¹⁸

Sin embargo, también debemos aceptar que un buen modelo puede ser aquel que sólo busque representar la realidad para un periodo pasado muy acotado y lo haga con bastante precisión. Se trata, a final de cuentas, del objetivo para el que se construyó el modelo.

Si bien a la mayoría de los analistas les interesa encontrar una buena explicación del pasado, a muchos otros les preocupa más conocer y adelantarse al futuro, sencillamente porque en él viviremos. Por ello es que los pronosticadores tienden a darle mayor importancia a la capacidad de pronóstico del modelo que a la de replicación del pasado.

¹⁷ Cualquier texto moderno de econometría contiene las bases y principales desarrollos de esos modelos, pero un libro muy recomendable sobre esta metodología –tanto por su claridad expositiva como por estar escrito en español– es el de Guerrero (2003) y otro muy didáctico es el de Patterson (2000).

¹⁸ Si bien en sentido estrictamente idiomático no existe una diferencia fundamental entre *prospección* y *pronóstico* o *predicción* en cuanto a que los tres conceptos se refieren al estudio y especulación sobre los eventos del futuro, en este libro definiremos al *pronóstico* o la *predicción* como el acto de estimar con precisión los valores numéricos futuros de corto plazo (uno a tres periodos) de las variables que constituyen el modelo. Mientras que por *prospección* entenderemos el análisis de escenarios más generales, elaborados para horizontes temporales mucho más largos, donde se puede flexibilizar el objetivo de calcular valores numéricos precisos en favor de construir marcos o escenarios analíticos congruentes y probables. *Pronóstico* y *prospección* se desarrollarán y ejemplificarán con datos reales de la economía mexicana en el capítulo 11.

Esto no quiere decir que exista un orden jerárquico en cuanto a los usos de la econometría, sino que hay intereses diferenciados de los econometristas. Los usos o tareas (*tasks*) de la econometría no han variado de manera significativa en el tiempo. Desde los planteamientos iniciales de los fundadores hasta los autores contemporáneos¹⁹ coinciden en los siguientes usos: *a) análisis estructural o de multiplicadores*, que consiste en la explicación y descripción del fenómeno objeto de estudio a partir de los parámetros estimados. Ésta es propiamente la tarea de inferencia estructural, en la que podemos hacer generalizaciones “hacia atrás” y con mucho cuidado también “hacia adelante”. *b) Evaluación de políticas*. *c) Análisis de sensibilidad* de las variables endógenas ante cambios de las exógenas o perturbaciones externas, no consideradas en el modelo y que constituyen los choques externos. *d) Pronóstico y prospección*.²⁰

De acuerdo con Stock y Watson (2001), “la inferencia estructural y el análisis de política son inherentemente más difíciles debido a que requieren diferenciar entre correlación y causación, lo que constituye el problema de la identificación”, tema que se tratará con más detalle en el capítulo 5.²¹

Es totalmente válido que un trabajo o un proyecto econométrico se enfoque exclusivamente en uno o en todos los usos. Pero dedicando un poco más de atención al último, podemos decir que los pronósticos numéricos o los análisis prospectivos son fundamentales porque generan información y dan señales y, por ello, pueden influir en los comportamientos y las decisiones de los agentes económicos al adelantar, retrasar o modificar sus actos. Este punto es crucial no sólo en la construcción y evaluación de los modelos, sino en el debate de la teoría económica, particularmente en lo que corresponde al papel de las expectativas.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

Los econometristas utilizan modelos con los siguientes propósitos:²²

a) Definir y probar empíricamente la interrelación de variables que consigna o rechaza la teoría económica. b) Probar la existencia de nuevas relaciones de causa-efecto o su permanencia en el tiempo. c) Medir numéricamente la relación de variables. Esto es lo que se conoce como análisis estructural o de multiplicadores.	d) Evaluar las consecuencias de alguna alteración de las variables que intervienen endógena y/o exógenamente en el modelo. A esto se le llama análisis de sensibilidad y de políticas. e) Realizar pronósticos de corto y mediano plazos. f) Realizar prospección a partir de la construcción de escenarios globales y congruentes de largo plazo.

TÉRMINOS CLAVE

• Comisión Cowles • modelo teórico general • modelos algebraicos • modelos completos • modelos econométricos • modelos físicos	• modelos geométricos • modelos matemáticos • modelos verbales • pensamiento económico • transformaciones algebraicas

¹⁹ Un buen ejemplo lo plantean claramente Sims (1980) y Stock y Watson (2001).

²⁰ Estos usos o propósitos de la econometría se tratan y ejemplifican en el capítulo 11.

²¹ En ese capítulo se verá la importancia de este problema, el cual condujo a la “revolución científica” que propició Sims (1980) al proponer una nueva filosofía y metodología de investigación para cumplir con los cuatro usos o tareas de la econometría.

²² Pueden ser uno, varios o todos a la vez. Eso depende del propósito con el que se haya construido el modelo.

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. ¿Cuál de los objetivos de abstracción, ordenación y demostración mediante el uso de lenguaje matemático y transmisión científica debe atender nuestro modelo? ¿Cuáles cree que sean más importantes e incluso determinantes para la elaboración de su modelo?
2. ¿Cuántas ecuaciones son necesarias y suficientes para generar un modelo bien especificado? ¿Qué lo determina?
3. ¿Qué tipo de supuestos restrictivos y/o simplificadores necesita para que su modelo tenga consistencia?
4. ¿Cómo sé que mi modelo es esencialmente correcto o adecuado para lo que me propuse?
5. ¿Cuál es el modelo empírico dictado por la teoría económica más adecuado para mi caso de estudio específico?
6. ¿Existen las deseconomías de escala en la modelación?

EL PROYECTO
ECONOMÉTRICO*

*Donde termina el sentido común
empieza la ciencia o el absurdo.*

Mijaíl Málishev (2005)

*Para avanzar en la solución de los problemas es
necesario primero plantear preguntas adecuadas,
o por lo menos claras o provocadoras.*

Introducción

Un problema muy común en la enseñanza de todas las disciplinas universitarias, pero en particular de las ciencias sociales y la economía, es que a pesar de impartirse varios cursos de metodología de la investigación en todos los niveles superiores (licenciatura, maestría y doctorado), los egresados tienen serias dificultades para elaborar un proyecto de investigación y, en consecuencia, para terminarlo como un producto concreto y útil.¹

Al tratar de obtener un grado académico por medio de la elaboración de una tesis, lo anterior se manifiesta en muy bajos niveles de eficiencia terminal, y para el caso del ejercicio profesional, en reportes técnicos deficientes o en la incapacidad de plantear preguntas adecuadas. Ésta es una consecuencia natural de que, por lo general, en los múltiples cursos de investigación o de metodología no se enseña a los alumnos a plantear y abordar con solvencia y precisión un problema concreto de investigación. Por desgracia, las más de las veces los cursos dedican la mayor parte del tiempo a presentar definiciones generales y abstractas sobre el método científico y los conceptos y categorías que lo constituyen. Estos cursos son impartidos por metodólogos o filósofos de la ciencia, o aun cuando los profesores sean de la misma disciplina que los estudiantes, no logran adentrarse a maneras de abordar directamente cuestionamientos sobre el mundo real. Por ello es que para los alumnos estos cursos se tornan aburridos, con poca utilidad profesional, y terminan siendo evaluados con trabajos finales a partir de la integración (y a veces copias textuales) de diversos textos de autores profesionales.²

En consecuencia, los trabajos finales que se elaboran para estas y otras materias de la currícula pocas veces estimulan la creatividad, la capacidad y el interés por la investigación en los estudiantes, y se limitan a ser recopilaciones más o menos congruentes cuya pretensión fundamental no es obtener y presentar nuevos hallazgos en la disciplina, ni contrastar hipótesis relevantes, sino acreditar los cursos escolares.

* Este capítulo se enriqueció notablemente de los comentarios que hicieron mis alumnos de Macroeconomía III (febrero-junio de 2005) de la facultad de economía de la UNAM.

¹ Por ello nos referimos a que lo sea en el campo académico-científico o en el estrictamente laboral.

² En este sentido, la Internet lejos de ser un instrumento útil, se ha convertido en una fuente de plagios e irregularidades que obstaculiza aún más la obtención del objetivo deseado.

El resultado es una pérdida de tiempo por partida doble, porque el estudiante no aprende a desarrollar su creatividad ni a potenciar sus habilidades científicas; pero lo más grave es que esos trabajos le restan tiempo y direccionalidad intelectual para elaborar su trabajo de titulación.

Cuando a estas lamentables experiencias –que por desgracia tienden a ocurrir en la mayoría de las disciplinas y universidades– se les suma el agravante de que en las ciencias económicas la enseñanza de las matemáticas y la econometría generalmente no es muy didáctica, las consecuencias suelen ser desastrosas, tanto porque los estudiantes no aprenden a hacer investigación, como porque tampoco logran vincular una herramienta analítica importante que les facilite la obtención de resultados útiles y tangibles. De esta manera, con el transcurso de los semestres, los alumnos no saben qué hacer una vez que han revisado (a nivel esencialmente teórico) distintas técnicas estadísticas, que lo único que les ha redituado es acumular una serie de conocimientos muy dispersos, propios de la currícula de la economía, además de enfrentarse a los datos que arrojan instituciones oficiales y privadas. En ese momento se presenta una paradoja por demás trágica: muchos elementos teóricos, muchos datos, muchos cursos, pero muy poca capacidad de procesamiento para obtener un resultado útil (en los términos ya referidos) a partir de un eje ordenador mental y metodológicamente consistente.

Los cursos tradicionales y la mayoría de los libros de texto de metodología de la investigación y de econometría le ponen poca atención a este punto, básicamente porque su objetivo es, para los primeros, elaborar desde la abstracción los pasos progresivos ideales que se deben seguir para elaborar una investigación, y para los segundos, la formalización del cumplimiento (o incumplimiento) de los supuestos básicos de la teoría econométrica. Esto hace que nunca o, en el mejor de los casos, muy pocas veces, se explique a los estudiantes de economía y de economía aplicada cómo integrar o utilizar el instrumental y los resultados econométricos para elaborar un proyecto y, por último, obtener un producto de investigación.

Muchos libros de econometría enuncian los principales temas que constituyen la estructura de la disciplina, junto con sus teoremas y sus demostraciones correspondientes, y en el afán de ser didácticos en algunas secciones presentan ejemplos o aplicaciones concretas, pero lo hacen casi siempre al final de desarrollos axiomáticos muy complejos, por lo que no logran complementar el aprendizaje teórico. Otra dificultad es que los ejemplos no son suficientemente claros o descriptivos, por lo que no permiten la comprensión del concepto y la posterior aplicación de la técnica a problemas de interés del estudioso. Por otro lado, casi todos los textos de econometría utilizan ejemplos de las economías desarrolladas (casi siempre de Estados Unidos o Inglaterra) en donde las estructuras institucionales, así como la mayor precisión, longitud histórica, variedad y periodicidad de los datos, permiten realizar estudios muy distintos a los que realmente se pueden hacer para *economías de ingreso medio*, como es el caso de México.

En resumen, este conjunto de factores explica la aversión a la econometría y los problemas de baja titulación en general y, más aún, del escaso empleo de la técnica.

4.1 UTILIDAD DEL PROYECTO ECONOMÉTRICO

En el caso particular de nuestro campo de interés, que es la econometría aplicada, debería haber menos dificultades en la elaboración de un proyecto de investigación, precisamente porque un modelo econométrico –como se verá enseguida– constituye un eje ordenador que facilita en gran medida el trabajo de investigación, porque evita la dispersión y con ello la posibilidad de redactar capítulos o secciones innecesarios.

La elaboración de un proyecto de investigación basado en la aplicación, construcción o contrastación de un modelo econométrico permite al estudioso concentrar sus esfuerzos y potenciar los alcances propios del aprendizaje y de la investigación aplicada, debido

a que el modelo representa –por sí mismo– la oportunidad de concentrar varias ideas e hipótesis en términos de un instrumento analítico sintetizador que logra una abstracción de múltiples ideas. El modelo especifica el ámbito restringido de las variables que entran en juego en el conocimiento de un fenómeno particular.

De hecho, gran parte de la motivación de este libro se basa en que el estudioso de la economía y la econometría realice con éxito su propio proyecto econométrico.

Debe quedar claro que la elaboración de un proyecto de investigación de tipo econométrico puede tener muchos propósitos, alcances y variantes (que pueden ser más o menos prácticos), como los siguientes:

- a) *La formulación de un proyecto de inversión (para los sectores privado y/o público).*
Por lo general, en los cursos de evaluación de proyectos se considera que el punto más importante es encontrar la tasa de retorno y el tiempo de recuperación de la inversión. Sin embargo, también será necesario calcular las elasticidades de demanda y oferta del producto específico o del comportamiento del sector para tener mayor fundamentación en la formulación del proyecto de inversión. Asimismo, es indispensable realizar ejercicios de pronóstico y prospección para situar el entorno general en que se desarrollará la inversión en cuestión.
- b) *Contribuir a la mejor comprensión de un problema concreto*, sujeto de ser medible y, por tanto, contrastable. Esto se consigue a partir de la descripción que genera el ordenamiento de las variables participantes. No debe perderse de vista que la econometría es principalmente inferencial,³ pero no por ello deja de ser descriptiva. Ambos aspectos son importantes. Ninguno de los dos puede privilegiarse de antemano, sino hasta que el investigador define y justifica su prioridad de investigación.
- c) *Fundamentar la toma de decisiones* a cualquier nivel y prácticamente en cualquier actividad humana aunque en apariencia no tenga vinculación con la economía.
De acuerdo con el *Enfoque económico de la conducta humana* del premio Nobel Gary Becker (1978 y 1992), no existe acto humano alguno ajeno a la racionalidad económica. Aspectos cruciales de la vida como prestigio, adicciones, placer, benevolencia, envidia, traición, venganza, aun cuando no guardan una relación directa con variables económicas, caen definitivamente en el campo de las elecciones y, por tanto, en el de la economía.⁴ Las adicciones (legales e ilegales), las prácticas que conducen a la extinción de flora y fauna, la preferencia por una religión, la incidencia (genérica y etaria, geográfica y estacional) del suicidio, la migración, la nupcialidad, los divorcios, la infidelidad, etc., son decisiones que, en última instancia, responden a incentivos y/o castigos que tienen una fundamentación económica y que pueden –más aún, deberían– cuantificarse para ampliar nuestra comprensión del fenómeno y, en consecuencia, generar instrumentos precisos de prevención, atención o corrección.
- d) *Sistematizar una problemática* (o varias) de nuestro ámbito profesional para comprenderla mejor y así proponer instrumentos de acción más precisos.
- e) *Probar y contrastar cualitativa y numéricamente hipótesis teóricas* así como también medir los valores numéricos de ciertas relaciones teóricas propuestas por otros autores.
- f) *Probar la existencia de relaciones causales* robustas entre variables.
- g) *Hacer predicción y prospección*⁵ en cualquiera de los campos mencionados.

³ Podemos definir la inferencia como la obtención de un resultado o conclusión –que finalmente no es más que una hipótesis a contrastar– a partir de la ilación lógica de varios hechos o premisas.

⁴ De igual manera, el influyente econometrista Ray Fair (2002) ha desarrollado técnicas econométricas para pronosticar los resultados de las elecciones presidenciales de Estados Unidos desde hace muchos años, así como aspectos tan peculiares como asistencia a clase, infidelidades, etc.

⁵ En el capítulo anterior se presentaron las diferencias fundamentales entre ambos conceptos.

4.2 LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO ECONOMÉTRICO

El objetivo de esta sección es presentar con detalle la metodología y la estructura que se recomienda para la elaboración de cualquier proyecto de investigación en general y de uno econométrico en particular.

Conviene mencionar que esta parte –la elaboración del proyecto– es la base fundamental en el proceso de investigación, ya que de su claridad y capacidad de convencimiento dependerá su aprobación, ya sea el visto bueno para registrarlo como una tesis con altas probabilidades de culminarse exitosamente, o, si se trata de un proyecto de investigación profesional, la probabilidad de recibir financiamiento para su realización, de conservar el empleo o de obtener uno.

4.2.1 DISEÑO DEL PROYECTO

En este apartado se aborda el primer –y quizá el más importante y difícil– paso en el trabajo de investigación, que consiste en el diseño del proyecto específico a realizar.

El diseño del proyecto se refiere al planteamiento claro y pertinente de un problema. Implica elaborar la agenda de investigación (que incluye un calendario con metas específicas) para alcanzar el propósito central. Es la presentación de una intención y de un programa más o menos detallado y preciso. Esto supone un conocimiento aceptable del tema, así como tener una idea, aunque sea general, de los requerimientos para su realización.

Es necesario definir y delimitar claramente el tema y, sobre todo, el problema a estudiar o la pregunta a responder. Pero quizá aún más importante es especificar qué deseamos y qué podemos lograr con el proyecto y, sobre todo, con el modelo. En ese sentido, es totalmente legítimo y necesario plantearse uno de los siguientes objetivos: *a)* explicar un fenómeno específico, *b)* demostrar o contrastar una hipótesis, *c)* evaluar la eficacia de determinados instrumentos de política, *d)* pronosticar una o varias variables, etc. Por ello, es altamente recomendable que desde un inicio se planteen el objetivo general y –en su caso– los objetivos particulares.⁶ La detección de los agentes o entidades de estudio es crucial.

Aun cuando los motivos de la elección del tema pueden ser muy diversos (y también muy válidos), debe reflexionarse con completa objetividad si la realización del proyecto es viable mediante la construcción del modelo. Para tal fin deben considerarse al menos los siguientes factores:

- a)* *Nuestro conocimiento y dominio del tema.* Esto implica hacer un *barrido* sobre lo que comúnmente se conoce como *estado del arte en el área*. En ese sentido, se deberá poner especial atención a la disponibilidad y acceso a la bibliografía relevante (clásica y actual y a los debates teóricos y hallazgos empíricos principales) referente al tema y al problema, pues ello permitirá conocer resultados precisos de otros trabajos, lo cual reflejará o marcará nuestro objetivo a alcanzar. Asimismo, esta primera actividad servirá como guía teórica, metodológica y práctica para la elaboración de nuestro modelo. Nos evitará *partir de cero*, en síntesis, nos evitará *dar palos de ciego*. Por aquí precisamente debemos comenzar la cimentación de nuestra investigación una vez que hemos definido el tema y el problema que abordaremos.

⁶ Este punto es de suma importancia. Generalmente los estudiantes poco experimentados piensan que la máxima microeconómica que aplica para bienes normales también aplica en la investigación. Esto es, que *más es mejor que menos*. Pero la definición de problemas de investigación opera exactamente al revés: *menos objetivos* (pero bien definidos) *es mejor que más*. De ahí que planteamos la conveniencia de proponer un solo objetivo, sobre todo para los efectos de un trabajo realizable en poco tiempo y con recursos limitados. Lo crucial será seguir la *regla elemental de Tinbergen*: “Un objetivo, un instrumento”; esto es, a una idea debe corresponderle un proyecto de investigación.

- b) En paralelo a la actividad anterior, es indispensable conocer y analizar previamente la disponibilidad y calidad de los datos necesarios. Por ejemplo, es muy común que se quieran estimar funciones de producción de alto grado de complejidad, expuestas por la nueva teoría del crecimiento endógeno, cuando en la práctica no existen datos confiables de acervos de capital. O también ocurre que se quieran estimar variables para las que no hay series suficientemente largas o, peor aún, que ni siquiera existen.

Como ya mencionamos, el tema de estudio debe comprender variables mensurables y comparables entre sí, que sean representativas y apropiadas para lo que se pretende, por lo cual se debe poner especial cuidado en los términos (unidades) en que se expresan las series numéricas, como son valores nominales o reales, su periodicidad (anual, trimestral, mensual o incluso diaria) y su extensión en el tiempo. Debe tenerse particular cuidado en que muchas variables se expresan a través de números índice, los cuales necesariamente tienen una observación de base o punto de partida o referencia (éste es el caso típico de los índices de precios). De igual manera, es necesario saber la forma en que se presentan los datos: desestacionalizados o no, en variaciones anuales (p. ej. diciembre-diciembre, promedio anual, o respecto al periodo anterior). No es una exageración decir que por no identificar este tipo de detalles, con frecuencia se obtienen resultados incorrectos en términos de parámetros aberrantes,⁷ parámetros con signos contrarios o simplemente resultados estadísticos inválidos de acuerdo con los criterios de confiabilidad y con las pruebas de correcta especificación.

Por lo tanto, esta primera actividad de conocer el *estado del arte* exige revisar estadísticas y documentos recientes, como libros, pero particularmente artículos originales y especializados. No está de más decir que ello nos ahorrará mucho tiempo y frustraciones.

Existen diversas fuentes de consulta en línea, las más comunes refieren a instituciones oficiales que proporcionan información estadística y artículos especializados, como las siguientes:

Para México:

- Banco de México: <http://www.banxico.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: <http://www.inegi.gob.mx>
- Secretaría de Economía: <http://www.economia.gob.mx>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público: <http://www.shcp.gob.mx>
- Secretaría del Trabajo: <http://www.stps.gob.mx>
- Consejo Nacional de Población: <http://www.conapo.gob.mx>

Para un conjunto muy amplio de países:

- Asociación Latinoamericana de Integración: <http://www.aladi.org>
- Banco Interamericano de Desarrollo: <http://www.iadb.org>
- Banco Mundial: <http://www.worldbank.org>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <http://www.eclac.cl>
- Fondo Monetario Internacional: <http://www.imf.org>
- OCDE: <http://www.oecd.org>
- Red Econolatin: Observatorio *on line*-Economía Latinoamericana: www.econolatin.com

Para Estados Unidos de América:

- Bureau of Economic Analysis: <http://www.bea.gov>
- Bureau of Labor Statistics: <http://www.bls.gov>
- Department of Commerce: <http://www.stat.usa.gov>
- Economic Report of the President: <http://www.gpoaccess.gov/eop/>

⁷ Magnitudes numéricas incongruentes con la teoría económica.

- Federal Reserve: <http://www.federalreserve.gov>
- Federal Reserve Bank of St. Louis: <http://research.stlouisfed.org/>
- Federal Reserve Bank of Chicago:
http://www.chicagofed.org/economic_research_and_data/index.cfm
- Información censal: <http://www.census.gov>
- National Bureau of Economic Research: <http://www.nber.org/data/>
- Resources for Economists on the Internet: <http://rfe.wustl.edu/EconFAQ.html>
- The Conference Board: <http://www.conference-board.org/>

Otros más son:

- Comisión Europea: <http://europa.eu.int/index-en.html>
- Econlit: <http://econwpa.wustl.edu/EconFAQ/EconFAQ.html>
- Estadísticas de Canadá: <http://www.statcan.ca>
- Fundación Cowles: http://cowles.econ.yale.edu/P/au/p_h.htm
- Journal of Economic Literature (JEL):
http://www.aeaweb.org/journal/jel_class_system.html
- Oficina de estadísticas nacionales del Reino Unido: <http://www.ons.gov.uk>

Estadísticas internacionales comparativas:

- Estadísticas Económicas: <http://www.econstats.com>
- Economagic: <http://www.economagic.com>
- En general, los bancos centrales de todos los países tienen a disposición estadísticas, documentos de trabajo e investigaciones concluidas que son muy útiles.

- c) Otro factor no menos importante que determina la viabilidad del proyecto y de la investigación misma, consiste en *evaluar con toda objetividad la capacidad y la disponibilidad* (propia y del equipo de trabajo) *para cumplir con la agenda en tiempo y forma*.

Una omisión muy común es *no tomar en cuenta*, o por lo menos con la debida objetividad, la *disponibilidad real de recursos físicos y humanos* para realizar la investigación. Respecto a los recursos humanos, nos referimos al conocimiento técnico y formación académica de los participantes. Con frecuencia la realización de un proyecto exige avanzar en nuestro conocimiento no sólo del tema, sino de las técnicas econométricas y la teoría económica. Este punto es muy importante, ya que este “viaje académico” requerirá de emprender un proceso de actualización y aprendizaje que debe evaluarse desde el punto de partida, además de estimar los requerimientos de actualización necesarios para conseguir los objetivos.

Esta evaluación *a priori* resulta de crucial importancia para determinar la viabilidad, factibilidad, los riesgos y los costos (contables y de oportunidad) de realizar el proyecto. No hacerlo, con frecuencia conduce a fracasos, dispendios y a frustraciones profesionales.

- d) Como se verá en la siguiente sección, se deberá *buscar que el fenómeno de interés pueda englobarse en un modelo teórico que a su vez sea estadísticamente estimable*; es decir, que las relaciones entre las variables de interés sean mensurables y *evitar la espuriedad*.⁸ Con ello estaremos diferenciando a los modelos estimables de los puramente teóricos.
- e) En la selección del tema se debe especificar con toda claridad el *periodo de estudio*. Esto ayuda a ubicar y definir nuestro problema y las variables relevantes que se emplearán, a definir el enfoque analítico más pertinente y a evitar el planteamiento

⁸ Los temas de espuriedad y de minado de datos (*data mining*) han sido de extrema importancia desde mediados de los años setenta, por lo que se tratarán específicamente a lo largo de los capítulos siguientes.

de preguntas o hipótesis incorrectas. Esto implica que debemos familiarizarnos con los datos, las fuentes y los conceptos. Veamos dos problemas de definición muy comunes asociados al descuido de estos factores. Primero, *analizar la volatilidad cambiaria en México durante el periodo 1958-1970*. El título, en sí mismo, indicará que existen graves lagunas en el conocimiento del problema, ya que como es del dominio general, este periodo histórico es el de mayor estabilidad cambiaria en la historia del país, debido a que el tipo de cambio nominal fue fijo respecto al dólar de Estados Unidos. Otro problema, planteado incorrectamente por desconocimiento del periodo histórico, podría consistir en *demostrar que el banco central de determinado país siguió la Regla de Taylor durante los años setenta*. Sería un error debido a que este concepto fue acuñado por John B. Taylor en 1993, y fue desarrollado desde entonces por el mismo autor y otros más como Bernanke y Mishkin (1997), y Mishkin (2000); y a partir de entonces se convertiría en un instrumento fundamental de política de muchos bancos centrales del mundo.

- f) Es necesario disponer de un *mínimo de observaciones* a fin de tener *suficientes grados de libertad* y, con ello, conseguir que las inferencias estadísticas provenientes del espacio muestral sean significativas y, por tanto, válidas.⁹ El análisis de fenómenos reales generalmente requiere menos observaciones que los monetarios y financieros, debido a que estos últimos son más volátiles.
- g) La *globalización y la dinámica de los mercados* nos convierten –nos guste o no– en *vendedores de ideas y proyectos*. Lamentablemente no todas las buenas ideas o buenos proyectos pueden venderse. Esto puede deberse a varias causas. Una, es que a pesar de tener buenas ideas, no sean correctas, o no estén oportuna o claramente presentadas, tanto porque la redacción sea deficiente o porque no exprese con contundencia la importancia y/o las implicaciones de realizar (o no) el proyecto. Estas consideraciones nos ubican en un asunto que también es muy importante y que tiene que ver con la redacción de documentos. Por lo general, no nos damos cuenta de la dificultad de expresar de manera clara y correcta las ideas hasta que enfrentamos el *desafío de la hoja en blanco*. No nos damos cuenta de que claridad, sencillez y brevedad en la exposición de las ideas son cualidades que se adquieren con la práctica y que tal vez no las hemos ejercitado lo suficiente. Lo que ocurre con frecuencia con investigadores poco experimentados es que creen que el primer impreso es el que debe entregarse, cuando en la realidad los investigadores profesionales o los escritores saben que redactar una página final implicó escribir por lo menos diez o quince borradores previos de esa misma cuartilla.

En ese sentido, es necesario tener presente que no se escribe como se habla ni tampoco se habla como se escribe. Redactar con las características arriba señaladas constituye un verdadero arte –o por lo menos una habilidad– que necesariamente se deberá cultivar durante el desarrollo del proyecto. De esta manera, no es raro que una causa de rechazo del proyecto se deba a una exposición demasiado larga o al uso de términos y figuras narrativas muy complejos o expresiones poco comunes. Esto ocurre con cierta frecuencia cuando se considera que la escritura barroca es sinónimo de elegancia o de estatuto científico. No hay nada mejor que el empleo de lenguaje claro y sencillo –aun cuando se utilicen términos técnicos– mediante el uso de ideas directas y cortas. De hecho, conseguir lo anterior no es fácil y además requiere tiempo. Al respecto hay una anécdota muy ilustrativa que trata de una carta que le envía un notable escritor a un amigo, en la cual comienza por disculparse por lo extenso del mensaje ante la falta de tiempo para hacerlo más breve.

⁹ Al respecto es importante considerar la propiedad asintótica de los modelos, la cual nos indica que entre más grande sea la muestra, los valores estimados por el modelo se acercarán más a los valores reales observados (Pindyck y Rubinfeld, 1998).

La sencillez de escritura y la claridad para plantear el problema no deben confundirse –en absoluto– con pobreza gramatical o con escasez de talento, sino por el contrario, deben asociarse con claridad mental y orden metodológico, que facilitan la consecución del objetivo propuesto. Por si esto fuera poco, debemos tener muy claro que el tiempo se convierte en un factor cada vez más escaso y, por tanto, crecientemente valioso para todas las personas. Al respecto, no hay que olvidar un refrán muy sabio: “bueno y breve, doblemente bueno”.

- h) Por último, es muy importante *discutir* no sólo *con colegas* sino *con conocedores del tema* que queremos desarrollar. La exposición de nuestras ideas exige un orden expositivo elemental. Si nuestro interlocutor, quien en principio es ajeno a nuestra idea, puede entenderla, significa que por lo menos a un nivel inicial nuestro pensamiento es claro. Pero un segundo paso consiste en someter a la crítica abierta nuestras ideas y nuestro proyecto porque esto nos ofrece puntos de referencia a considerar. No todos los comentarios útiles tienen que ser “positivos o constructivos”. Aún los aparentemente más cuestionadores y hasta a veces los más destructivos ayudan, y mucho, para fortalecer o aclarar ciertos aspectos. En realidad, los cursos curriculares de metodología e investigación y los congresos científicos tienen esa finalidad. Particularmente en estos últimos, los investigadores (bien se trate de alumnos o de profesionales) tienen la gran oportunidad de ser escuchados y criticados. Recordemos que la ciencia avanza a partir del ejercicio permanente de la crítica rigurosa, no del elogio banal y de la auto-complacencia.

4.2.1.1 CONTENIDOS BÁSICOS DEL PROYECTO

El proyecto econométrico debe contener una justificación y una descripción claras y convincentes del problema a estudiar. En la medida que éste tenga una mayor dimensión científica (para el caso de la academia) o de solución de un problema específico (para el caso del sector público o privado) –es decir, que rebase el mero “interés egoísta” del investigador– será más ‘vendible’ y, por tanto, tendrá más probabilidad de ser ‘comprado’ (léase financiado) por la institución en que se pretenda desarrollar. Como dice Wooldridge (2000, capítulo 19), la selección del tema o problema de investigación dependerá de la incidencia social o política que se pretende, sin que exista necesariamente una relación directa entre espacio geográfico (localidad, región, país o mundo) y trascendencia. Es decir, hay problemas muy localizados que pueden afectar el bienestar de una localidad muy pequeña y por ello mismo son muy importantes. Además de que puede ocurrir que algún problema muy particular sea altamente representativo de un universo mayor.

De esta suerte, temas como la incidencia en la producción o en el aprovechamiento escolar de una comunidad a partir de la detección de factores causales pueden ser de suma importancia porque están enfocados a resolver problemas muy concretos, tangibles y que deben abordarse con gran seriedad académica y con el uso de modelos, y pueden ser de igual o mayor trascendencia que proyectos encaminados a probar o detectar problemas a escala planetaria.

Queda claro, entonces, que no existe una relación directamente proporcional entre dimensión geográfica o poblacional del problema a tratar e importancia científica o académica del proyecto. En todo caso, la importancia residirá en la estructuración académica y en la “mercadotecnia” del proyecto.

De aquí se desprende que la tarea del investigador consiste en detectar los problemas y presentarlos en forma de proyectos de investigación viables que pueda vender para que con su producto final se ofrezcan alternativas de comprensión y, lo principal, de solución.

Si bien el problema a estudiar deberá por fuerza estar inserto en una realidad más amplia, para efectos analíticos se le debe aislar metodológica, analítica y temporalmente. En esto consiste el proceso de abstracción en la investigación.

La ubicación o contextualización adecuada del problema dentro de su entorno más amplio en el tiempo y en el espacio se llama ambientación. Por ejemplo, el problema de la determinación del tipo de cambio real no puede aislarse del entorno macroeconómico en que opera una economía verdadera, aun cuando nuestro problema se enfoque exclusivamente en probar que se cumple la hipótesis de la paridad del poder adquisitivo (PPP, por sus siglas en inglés) en determinado país, para un periodo también definido. De igual manera, podría haber interés por probar que los niveles de salud mental de una comunidad académica inciden negativamente en la calidad de la docencia o en el aprovechamiento escolar. Es evidente que este tipo de investigación se circunscribe a espacios físicos y sociales muy definidos, y que hace abstracción de un entorno más amplio que tiene mucho que ver con ese pequeño marco analítico. Sin embargo, para efectos del proyecto, tenemos que abstraer ese entorno y concentrarnos en nuestro punto concreto de interés.

Una vez que el problema se ha justificado¹⁰ y ambientado, es indispensable presentar con la mayor claridad y precisión posibles una hipótesis o una pregunta que se pretenda probar, contrastar o responder con el modelo, el cual deberá ser el adecuado para abordar con solvencia las pruebas de hipótesis necesarias.

Por supuesto que previamente se habrá justificado la importancia de esta hipótesis para algún aspecto en específico, como podría ser la ineffectividad de la política económica para sacar al tipo de cambio de su trayectoria de largo plazo si es que se cumple con la hipótesis mencionada. Del mismo modo, podría interesar demostrar la relevancia de esa hipótesis en cuanto a su efecto sobre el crecimiento económico de largo plazo.

Es ésta, más o menos, la lógica que debe estar presente todo el tiempo y desde la cual debe construirse el modelo econométrico. Por lo hasta aquí dicho, queda claro que el modelo econométrico es un eje ordenador de ideas y argumentos colaterales a nuestra hipótesis central, que evitará que nos perdamos al internarnos en otros temas afines o asociados. En esto radica la gran utilidad de los modelos: que exigen respetar una lógica formal dentro de los enunciados del modelo, los cuales conforman el conjunto de categorías y conceptos que construyen congruentemente nuestro objeto de estudio.

Al mismo tiempo, el manejo ordenado y congruente de los datos que se asocia a la lógica formal del paradigma elegido ocupará el centro de nuestra atención y nuestros esfuerzos para alcanzar el objetivo principal. La congruencia y, por tanto, la fuerza intrínseca del modelo contribuyen mucho a ese propósito, pero justo por estas razones es totalmente conveniente conocer y reconocer los alcances pero también las limitaciones del modelo. No obstante, debe quedar claro que el proyecto y el modelo econométricos no constituyen una camisa de fuerza que limite la creatividad del investigador, sino la agenda lógica y ordenada de investigación a seguir; evitan la dispersión de ideas y esfuerzos; obligan al investigador a que, dentro de los límites de los argumentos y la serie de restricciones que enfrenta, esa abstracción de la realidad responda exclusiva o principalmente las preguntas pertinentes y no otras.

A medida que se vayan conociendo más aspectos del problema y surjan otras técnicas econométricas, el proyecto y el modelo deben afinarse y, en caso necesario, redefinirse. Esto de ninguna manera significa un fracaso. Es la consecuencia natural de que conforme más se conocen la técnica, la teoría, los datos y el problema, aparecen nuevos caminos o alternativas para resolverlo; o incluso, puede resultar que el problema que en un principio considerábamos fundamental, no lo es tanto. Esto es bastante común y les pasa también a los investigadores más experimentados, sobre todo cuando se comienza un tema relativamente desconocido. Por tal razón, es indispensable que cuando surja una idea relevante iniciemos rápidamente una amplia revisión del *estado del arte* sobre el tema, para evitar caer en obviedades o llegar a descubrir lo que otros ya hicieron. En estas fases iniciales del proceso de investigación pueden aparecer otros asuntos o problemas de interés o técnicas más adecuadas que conduzcan a redefinir el proyecto de investigación inicial. De hecho, la

¹⁰ Que consiste en presentar las razones por las cuales es importante el problema o el tema a investigar.

ciencia está plagada de este tipo de circunstancias, que incluso han conducido a hallazgos totalmente inesperados o no buscados, por lo que se han denominado *serendipíticos*. “La palabra *serendipia* significa la capacidad de hacer descubrimientos por accidente y sagacidad, cuando se está buscando otra cosa... Serendipia y chiripa comparten el elemento casual de accidente” (Pérez Tamayo, 1987: 135-136).

De esta manera, disciplina, orden, sagacidad, suerte, perseverancia, estudio constante, actitud abierta, conocimiento económico y econométrico, son los ingredientes necesarios para la elaboración, primero, de un proyecto econométrico y, después, para obtener resultados exitosos y concretos en un documento sólido.

Finalmente, debe considerarse que una vez que se ha llegado a un resultado relevante, el modelo habrá cumplido su cometido por un momento. Pero si queremos continuar profundizando sobre el tema el modelo tendrá que seguir evolucionando, con lo cual queda claro que los modelos son entes en movimiento continuo, lo que significa que se requiere actualización permanente en sus aspectos teóricos y estadísticos. A esta actividad se le conoce como mantenimiento y desarrollo de los modelos.

Al responder las preguntas originales aparecerán otras, por lo que los resultados obtenidos a su vez se constituirán en medios o en la plataforma para continuar o proponer nuevos proyectos y modelos econométricos.

Cuando logremos entender esta lógica nos daremos cuenta de que “nuestro laboratorio” –que no es otra cosa que nuestro modelo– se ha convertido en un poderoso instrumento de autoaprendizaje de nuestra área de interés y de aspectos más profundos y complicados.

Una vez planteado todo lo anterior, procedamos a enumerar las fases que nos llevarán a construir paulatina, pero sólidamente, nuestro “laboratorio intelectual”.

4.2.2 LA IMPORTANCIA DE LA PREGUNTA

Como señalamos en la sección anterior, **debemos comenzar por formular una hipótesis o una pregunta relativamente sencilla**, o incluso podría decirse evidente (no necesariamente redundante o tonta), **a responder**. De ello dependerán las fases que sigan o, simplemente, la *venta* de nuestra idea.

El éxito de un proyecto (su venta y su consecuente realización) depende de la claridad, contundencia y viabilidad de la pregunta, así como también de la pertinencia de su formulación. En ese sentido, podríamos asignarle no menos de 40% de la responsabilidad del éxito del proyecto.

Veamos a continuación algunas *preguntas tipo* que determinan al proyecto de investigación y al proyecto econométrico.

4.2.2.1 BUENAS PREGUNTAS

- a) ¿Cuál será el efecto sobre la producción y el empleo agregados en la economía mexicana de elevar en tres puntos la tasa de interés (CETES a 28 días) en los próximos dos trimestres?
- b) ¿Cuál será el efecto de la desaceleración del crecimiento del producto manufacturero (en 3 puntos) de la economía estadounidense en esas mismas variables?
- c) ¿Cuál será el efecto macroeconómico (en ingreso disponible, inflación y crecimiento económico) durante los siguientes tres años de aplicar una reforma fiscal consistente en la homologación del IVA en 12%?
- d) ¿A cuánto ascenderá la inflación el próximo año si el tipo de cambio nominal se deprecia 15%?

Estas preguntas son clásicas para oficinas que deben generar pronósticos o expectativas para la toma de decisiones. Por tanto, requieren la construcción de modelos específicos que generen respuestas eficientes, lo que significa que nuestro trabajo debe realizarse a bajo costo y, al mismo tiempo, con rapidez y precisión.

Asimismo, habría preguntas orientadas más al campo de la investigación académica que buscarían respuestas más abstractas o de menor aplicación inmediata, como las siguientes:

- a) ¿Existe una relación causal (estable y de largo plazo) entre el producto de Estados Unidos y el de México? ¿A cuánto asciende? ¿Con cuántos rezagos?
- b) ¿Existe evidencia empírica de que la política monetaria del país *X* ha incidido decisivamente sobre su inflación durante el periodo *Y*?
- c) ¿Qué variables se requieren para construir un modelo de previsión de las crisis cambiarias y financieras?
- d) ¿Existe una relación unívoca o bidireccional entre crecimiento económico y crecimiento de las exportaciones manufactureras?
- e) ¿Los déficit fiscales inciden en el crecimiento económico de corto y largo plazos de una economía concreta en el periodo *X*?
- f) ¿El índice de confianza del consumidor de Estados Unidos ha determinado la demanda agregada en ese país en los últimos veinte años?
- g) ¿La evolución del tipo de cambio real en el país *X* ha incidido en su crecimiento económico? Sí, no, ¿en cuánto?
- h) ¿Para el periodo 1950-2000 se cumple la hipótesis de la paridad del poder adquisitivo en la economía mexicana?

En fin, como se puede ver, el punto central de estas preguntas es que definen dos agentes y una relación entre ellos, para un espacio (país) y un tiempo determinados a partir de datos o representaciones numéricas.

4.2.2.2 MALAS PREGUNTAS

Veamos ahora *preguntas tipo* mal planteadas, tanto por su ambigüedad como por su carácter extremadamente ambicioso. Generalmente este tipo de preguntas o de planteamientos generarán proyectos poco claros o con resultados muy ambiguos. Veamos algunos ejemplos.

- a) ¿El neoliberalismo ha sido nocivo para el bienestar de la sociedad?¹¹
- b) ¿Cuál ha sido la influencia de la globalización en el crecimiento económico de las maquiladoras en el mundo?
- c) ¿Cuál es la importancia que tienen las restricciones que se aplican al comercio exterior mexicano y cómo pueden afectar el bienestar nacional?
- d) ¿Cuál ha sido la relación de la inflación con respecto a la evolución de otras variables macroeconómicas de gran relevancia, como la formación bruta de capital fijo, el empleo, los salarios reales y las tasas de interés?
- e) ¿La macroeconomía funciona bien?
- f) ¿La inversión extranjera directa es *buena* para el desarrollo de un país?

¹¹ De entrada existe un fuerte sesgo ideológico y una enorme imprecisión en el sentido de que los conceptos utilizados no pueden ser operativizados o transformados en variables directamente mensurables. ¿Cómo mido al neoliberalismo? ¿Qué entendemos por bienestar social?

Todas las preguntas anteriores tienen el común denominador de su generalidad, su carácter altamente ambiguo en el uso de los conceptos y categorías, así como la falta de delimitación geográfica y temporal. Pero la primera y la última, además, presentan el agravante de incorporar juicios de valor, cosa que debe evitarse a toda costa en el trabajo académico.

El proyecto econométrico debe reflejar con claridad lo que se quiere obtener o lo que se pretende que el modelo responda a partir del planteamiento y definición de variables específicas en términos de los agentes involucrados, los datos disponibles, el lugar y el tiempo. Asimismo, cualquiera que sea el objetivo o el tema de investigación, debe tener como insumos datos estadísticos que, a su vez, produzcan resultados numéricos. De no ser así, nos movemos en el terreno de la especulación y la disertación. Conviene aclarar que estas actividades de ninguna manera son de menor valía, pero su característica principal es que no pueden someterse a la contrastación empírica, porque no utilizan razonamientos axiomáticos ni variables numéricas. Su principal insumo es la abstracción, la intuición y la lógica formal. Lo ideal sería que fenómenos complejos y socialmente relevantes pudieran ser medibles, para esquematizarlos, sistematizarlos y evaluarlos mediante las teorías económica, sociológica y psicológica a partir de la aplicación de técnicas econométricas.

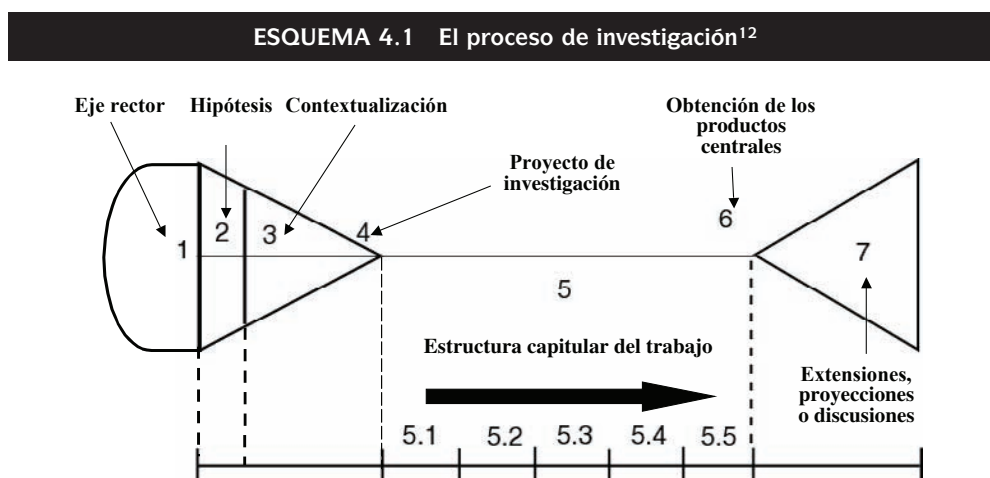
4.2.3 EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

A continuación exponemos de manera breve y esquemática el conjunto de pasos y procedimientos que habitualmente se sigue en el proceso de investigación.

Mi experiencia docente y de revisor y director de tesis me ha permitido constatar los graves problemas que tienen los alumnos desde el momento mismo de hacer el planteamiento del problema y durante el proceso de investigación.

Lo más frecuente es que tengan dificultades para elaborar la pregunta, por lo que desde ese momento hay una alta deserción en los proyectos de tesis. De aquellos que logran sortear esta primera fase, la mayoría se pierde con mucha facilidad en las siguientes. Esto es lo que explica los bajos niveles de titulación en las instituciones que demandan un trabajo de investigación para obtener el grado.

Con la finalidad de obtener la mayor claridad expositiva, a continuación presento un diagrama que muestra las distintas fases del proceso de investigación.



¹² Este esquema se enriqueció de la propuesta de José N. Cruz.

1. Este número representa al eje rector de la investigación, que consiste en la especificación precisa del problema a estudiar. El hecho de que esté representado por una línea recta no significa que un proceso se siga de esa forma, sino que alrededor de este eje rector debe evolucionar siempre la investigación. La utilización de un modelo es muy útil para este fin. La formulación de la pregunta a contestar o de la hipótesis a contrastar constituye precisamente ese eje ordenador. Todos los elementos que hemos mencionado a lo largo de este capítulo nos ayudarán a definir una pregunta relevante y bien planteada. De no cumplir cabalmente con este primer punto será muy probable que las demás fases tendrán graves dificultades para su realización o se harán de manera incorrecta, conduciendo a resultados también incorrectos.
2. La pregunta o la hipótesis se enmarca necesariamente en un enfoque teórico o paradigma que de entrada tiene explicaciones particulares y generales. Asimismo, se ubica en un ambiente o en un contexto social y temporal. Es en este espacio donde se ambienta y justifica nuestro proyecto de investigación.
3. La contextualización de la pregunta o hipótesis necesariamente debe ir depurando y concretizando los elementos necesarios del marco conceptual y los elementos metodológicos y econométricos que se usarán. Ésta es la razón por la cual el área 3 del diagrama se va reduciendo o particularizando hasta llegar al punto 4, que es el momento y lugar precisos en que se plantea con contundencia y claridad el objetivo del trabajo.
4. Este tránsito del 1 al 4 –en una primera fase de la investigación– constituye lo que se conoce como el proyecto de investigación. Es la oferta de trabajo futuro que hace el investigador; también se le llama protocolo. Como una primera aproximación, deberá contener –además de los elementos ya indicados– una estructura capitular tentativa y un cronograma de trabajo. Lo anterior, con el objetivo de hacer una medición realista del tiempo, esfuerzo y recursos (físicos, humanos y económicos) necesarios para cumplir satisfactoriamente con el objetivo propuesto.

Debe quedar muy claro que generalmente es en el punto 4 donde se plantea el problema específico a través de la hipótesis o la pregunta. También es donde se determinan los alcances y limitaciones, la ubicación física y temporal y la metodología a utilizar. Este paso es indispensable en todo proyecto y, más aún, en los trabajos finales, ya que así se evita caer en las tentaciones tan comunes de querer abarcar más y más. De igual modo, es útil para el lector o revisor en la medida que le indica con claridad lo que no es parte del trabajo. Por otro lado, también es importante porque sirve para ubicar lo que el trabajo ofrece concretamente al lector.

La fuerza de nuestro proyecto depende entonces de la precisión, congruencia, pertinencia y viabilidad de lo que se plantea desde el protocolo y que en un trabajo final será la introducción. Debe ser un documento *autocontenido*, lo que significa que no necesitamos de mayores explicaciones verbales del autor para comprender claramente su propuesta específica.

Algo que ocurre con mucha frecuencia –por desgracia– es que los proyectos, al incurrir en los defectos mencionados, requieren de la *defensa* o aclaraciones verbales del autor para cumplir su cometido. En estos casos, habremos fallado en el objetivo de plantear un proyecto de investigación exitoso, lo que a su vez es la mejor prueba de contraste.

Una vez que el documento tiene la claridad, el orden y la solidez suficientes que convencen al lector de la viabilidad de la investigación,¹³ ésta comienza entonces a tomar cuerpo en los capítulos que abordarán progresivamente el problema y la hipótesis centrales.

5. Este largo segmento constituye la estructura capitular del trabajo, que está formado por:
 - 5.1. Una revisión general de la literatura del tema, en donde se advierten los principales resultados que hay en la disciplina. Lo ideal es que el autor presente en esta

¹³ Insistimos: sin la necesidad de aclaraciones paralelas o adicionales.

parte el *estado del arte* sobre el tema, estableciendo los principales resultados a los que han llegado otros autores en revistas o sitios de prestigio académico.

- 5.2. Corresponde a la presentación del marco conceptual que utilizaremos, destacando las razones por las cuales se prefirió éste en específico y no otros. Cuando decimos presentación nos referimos a que el sustentante debe ser muy cuidadoso al *rescatar* y redactar en forma sintética y ordenada lo que el paradigma elegido sostiene sobre el tema a desarrollar.

Lo que ocurre con más frecuencia es que se copien capítulos enteros de uno o varios autores que tienen que ver con nuestro tema, cuando lo ideal es que sólo se rescaten –de manera resumida y autocontenida– los argumentos principales que sostengan o cuestionen lo que queremos responder o contrastar empíricamente.

- 5.3. En general, se ocupa de contextualizar el problema en una dimensión histórica y actual.
- 5.4. En este segmento o proceso de la investigación se selecciona, construye y aplica el modelo econométrico.
- 5.5. Esta parte de la investigación es muy relevante porque es donde se discuten y analizan los resultados principales, con lo cual aceptamos o rechazamos nuestra hipótesis inicial.

Conviene mencionar que este ordenamiento no necesariamente goza de una aceptación generalizada. Es una sugerencia que puede utilizarse tal cual o modificarse, pero contiene los elementos necesarios de un proyecto y de un producto concreto de investigación. Debe quedar claro que cada investigación requiere un ritmo y un orden expositivos específicos, sin que ello altere radicalmente el esquema que hemos propuesto.

6. Éste es un punto crítico de la investigación, ya que después de recorrer las fases anteriores se habrán obtenido los resultados principales que obligarán a revisar su congruencia con los apartados y fases precedentes. Es decir, representa la obtención de los productos centrales y la necesidad de hacer un recuento de todo lo realizado desde el principio.

De hecho, en la labor de investigación el espacio que define la distancia entre 1 y 6 es dinámico y no lineal; esto es, implica un constante *ir y venir*, escribir y reescribir, revisar y corregir. Para efectos gráficos así se expresa, pero como ya advertimos, no existen linealidades en la investigación, como tampoco viajes sin retorno.

7. Una vez que hemos revisado, tamizado y ajustado los contenidos y los resultados del trabajo –desde las regiones 2 y 3 que constituirán la introducción y la ambientación del trabajo final–, en el triángulo 7 se perfilan extensiones, proyecciones o discusiones que amplían o pretenden generalizar los resultados obtenidos. Por ello es que su área tiene exactamente la forma inversa que la del triángulo formado por los segmentos 1-4. Es decir, en la fase inicial partimos de un tema general que conforme se aborda exige su delimitación o particularización hasta expresarse en una pregunta o hipótesis simple. Partimos de lo general y llegamos hasta algo muy particular y concreto. Una vez que obtenemos resultados lógicos y congruentes con el enfoque teórico y el modelo econométrico elegidos, podemos hacer inferencias y extensiones, incluso plantear problemas o preguntas que se derivan de los resultados obtenidos y que proyectan y propician investigaciones futuras.

4.2.4 PRESENTACIÓN DEL REPORTE O PRODUCTO FINAL

Éste consta de las siguientes partes:

- a) Todo trabajo de investigación debe presentar un título llamativo (incluso muchas veces provocativo), que refleje el contenido del trabajo. Debe ser lo más corto y concreto posible. Hay que evitar títulos mayores a 10 o 12 palabras.

- b) A continuación se presentará una síntesis en español e inglés (*abstract*) que no deberá rebasar las 200 palabras, en la cual se expresan el objetivo y los resultados principales del trabajo. Esta sección es de suma importancia porque en virtud de la gran cantidad de materiales que hay en medios electrónicos y escritos, los investigadores generalmente leen los resúmenes para seleccionar los materiales que merecen su tiempo y atención. En consecuencia, una síntesis (*abstract*) mal redactada, muy extensa o muy ambigua casi hará automáticamente que el lector decida descartar ese trabajo como referente de su investigación.

Recuérdese que la claridad y la brevedad son fundamentales en el trabajo académico, y más aún para lograr trascendencia.

A continuación del resumen en español e inglés (*abstract*) se debe poner una selección de palabras clave (*keywords*) y la clasificación JEL (*Journal of Economic Literature*),¹⁴ que dan información muy rápida de los contenidos y la técnica que se utilizó.

El producto final inicia con la introducción, en la que se hace una justificación general del tema de estudio, se plantea el objetivo y se apuntan las preguntas o hipótesis centrales así como los resultados principales obtenidos y ya probados. Esto significa que un buen producto final¹⁵ debe tener una clara vinculación entre las áreas del triángulo inicial y el final. Esto es, entre la introducción y las conclusiones. Lamentablemente muchos trabajos carecen de ella y, por tanto, presentan debilidades que son determinantes.

Siempre resulta de gran utilidad advertir los alcances y limitaciones del trabajo, así como las derivaciones o líneas de investigación que se desprenden de los resultados.

La introducción y las conclusiones son los apartados determinantes en toda investigación. Las más de las veces, los lectores avanzados se remiten únicamente a esos apartados para determinar la conveniencia de leer todo el documento. De esta suerte, título, resumen, palabras clave, introducción y conclusiones deben mostrar congruencia, claridad y, sobre todo, contundencia. Deberán presentar una interconexión evidente, de lo contrario exhibirán debilidades entre varios o todos los segmentos que constituyen el proceso de investigación. Deberán evitar al máximo reiteraciones y redundancias.

- c) *Apartado conceptual*. Aquí se hace una precisión del *estado del arte* y se indica qué parte o segmento de la teoría se utilizará para responder a la pregunta o hipótesis central. Se presentarán los enfoques y resultados de otros estudios que se hayan realizado acerca del tema que se analiza. Este punto es fundamental, ya que nos ayuda a evitar la obtención de resultados que ya hayan sido probados sin que nos hayamos enterado. Asimismo, nos sirve para no partir de cero, puesto que estamos utilizando resultados que otros ya obtuvieron.
- d) *Modelo teórico*. Deberá contener la definición de cada variable, así como sus particularidades y la justificación de su empleo para la realidad específica en que se van a utilizar. Asimismo, se deberán advertir las generalidades del modelo y de las variables. En su caso, se presentará la forma estructural y reducida del modelo. Debe definirse la metodología econométrica que se utilizará en función del tipo de investigación: sección cruzada (*cross section*), datos de panel, series de tiempo, análisis de ciclos, agrupamiento de datos (*clustering*), etcétera.

No hay metodologías o instrumentos ideales de antemano. Los hay o lo son en función del tipo de investigación que se quiera hacer. Sin embargo, no está de más decir que en la profesión se ha dado un proceso inverso, en el cual el uso del instrumento estadístico se ha convertido en el objetivo de investigación, dejando de lado el problema económico o social a investigar como algo secundario o tal vez como un pretexto inicial.

¹⁴ El *Journal of Economic Literature (Classification System)* es un lenguaje de clasificación de las áreas de economía establecido por *The American Economic Association*. Se usa convencionalmente en todas las revistas académicas de economía. Véase el sitio web: http://www.aeaweb.org/journal/jel_class_system.html.

¹⁵ Bien sea que se trate de un artículo académico una tesis, una tesina, un reporte de trabajo o un cuaderno de investigación (*working paper*).

Hay técnicas diversas para analizar con solvencia problemas diversos, representados por el tipo (calidad) de información disponible y por el tipo de pregunta a responder.

- e) *Estimación.* Deberá presentar con toda claridad las técnicas de estimación utilizadas y su justificación y, lo más importante, se incluirán los resultados de las pruebas econométricas que den validez estadística y económica al modelo. Es conveniente mencionar que muchas veces estas pruebas se deberán presentar en un anexo específico para no obstaculizar la lectura ágil.
- f) *Análisis y discusión de resultados.* Este apartado es crucial, ya que en él se explicarán los resultados encontrados y se hará una discusión e interpretación de los resultados econométricos en relación con los trabajos existentes.
- g) *Usos del modelo estimado.* Incluirán los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de acuerdo con el propósito para el que fue creado: análisis estructural, pronóstico, evaluación de políticas. Pueden ser todos o sólo alguno(s) de ellos.
- h) *Conclusiones generales.* Deberán contener los resultados que se consideren más relevantes y las sugerencias para estudios posteriores. Aquí deberá existir un puente con el inciso f.
- i) *Anexos.* Aquí se incorporan las pruebas econométricas detalladas, así como cuadros y gráficas que obstaculizan la lectura directa en el interior del cuerpo del trabajo. Se describirá la naturaleza de los datos empleados, así como sus fuentes y las transformaciones algebraicas realizadas.
- j) *Bibliografía.* La ciencia avanza a grandes pasos, por lo que un elemento que refleja el conocimiento y manejo del tema es la actualidad y pertinencia de las referencias bibliográficas que se consultaron. Si la bibliografía es escasa y poco actualizada, es casi seguro que los hallazgos y las conclusiones serán deficientes y poco sustentadas. Por estas razones, es frecuente que así como el lector avezado se dirige inicialmente a la revisión de la introducción y las conclusiones, también lo haga sobre este apartado, ya que está marcando indirectamente la fortaleza y el soporte de la investigación.

Como se observa, hemos planteado una estructura y un seguimiento metodológicos que comúnmente se utilizan en la investigación aplicada para distintos géneros de trabajos. A pesar de que en la práctica puede haber modificaciones o diferencias, en general son las que subyacen en todo trabajo de investigación que se publica en revistas arbitradas de prestigio. Se invita al lector a que contraste las sugerencias planteadas en este capítulo con la estructura de cualquier artículo académico y verá la gran correspondencia entre ambos.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) Es importante elaborar un proyecto de investigación basado en la aplicación, construcción o contrastación de un modelo econométrico para potenciar los alcances del aprendizaje y la investigación aplicada.
- b) El diseño del proyecto se refiere al planteamiento claro y pertinente de un problema.
- c) Es importante dominar el tema a estudiar, así como buscar datos estadísticos necesarios que alimenten al modelo.
- d) El modelo teórico debe ser estadísticamente estimable, por lo que debe haber datos confiables para que las relaciones entre las variables de interés sean mensurables y arrojen resultados confiables y relevantes.
- e) Claridad, sencillez y brevedad son cualidades que deben existir en la exposición de las ideas.

TÉRMINOS CLAVE

- comprensión de problemas
- diseño del proyecto
- disponibilidad y calidad de datos
- estado del arte
- modelo econométrico
- planteamiento del problema
- predicción y prospección
- probar y contrastar
- proyecto de investigación
- proyecto econométrico
- regla elemental de Tinbergen
- relaciones causales
- sintetizar una problemática
- toma de decisiones

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. Defina y delimite su tema de investigación, especificando el periodo de estudio.
2. Plantee el problema a estudiar o la pregunta a responder, basándose en el apartado de buenas preguntas de este capítulo.
3. Justifique la elección de su tema de investigación.
4. Construya la base de datos apropiada para su modelo con ayuda de las fuentes de consulta en línea. Revise la correspondencia entre el interés de investigación y la disponibilidad de los datos.
5. Haga una revisión general (rápida) de la literatura sobre su tema de investigación.
6. Elabore un marco conceptual, procurando seguir las recomendaciones del libro.
7. Apoyándose en el capítulo 1, busque un nombre que identifique su modelo.
8. Construya un cronograma de actividades para guiar el desarrollo de su proyecto econométrico.

EN DEFENSA DE LA
MACROECONOMETRÍA
ESTRUCTURAL

El hombre inteligente conoce los límites de su saber, pero este saber puede sólo alcanzarse por decepción. El sentido común no puede servir como el criterio de verdad, pero en cambio, es capaz de detectar la estupidez.

Mijaíl Málishev (2005)

5.1 EL CONSENSO KEYNESIANO

Entre el final de la Segunda Guerra Mundial y los primeros años de la década de 1970, la economía mundial disfrutó –en términos generales– de un largo e inusual proceso de crecimiento económico. Lo fue no sólo por la elevada tasa de crecimiento de la producción y la productividad del trabajo, sino también por su gran estabilidad que se acompañó de bajas tasas de inflación y desempleo, y porque –si bien hubo momentos de *atonía*–¹ no hubo crisis mayores que pusieran en riesgo el buen funcionamiento del marco institucional (comercial, financiero y de préstamos) creado en *Bretton Woods*.

Sin embargo, desde fines de la década de 1970 se fueron creando y acumulando múltiples problemas económicos que desembocaron finalmente en la devaluación del dólar y el inicio de los regímenes cambiarios flexibles.²

Desde entonces, este solo hecho se convertiría en un factor permanente de incertidumbre y, por tanto, en determinante en la evolución de las expectativas, la política y la economía internacionales. Adicionalmente, aparecieron otros choques de oferta, como fueron:

- a) Fuertes sequías que generaron presiones inflacionarias a escala mundial y que condujeron a la reasignación mundial de la producción agroalimentaria.
- b) Pérdida de liderazgo de las manufacturas en el proceso de crecimiento en favor de los servicios.
- c) Crisis mundial de energéticos que contribuyó a los fuertes cambios en los precios relativos y a la generación de altas inflaciones.

Los problemas anteriores se combinaron con crisis financieras y de balanza de pagos ocasionadas por la caída del sistema de tipo de cambio fijo en varios países, lo que provocó a su vez cambios importantes en todo el sistema mundial de pagos y de precios relativos.

¹ Este término se refiere a que si bien durante esos años se aceptaba el *trade off* entre inflación y desempleo consignado por la *Curva de Phillips tradicional*, por ciertos periodos coincidieron bajo crecimiento con inflación.

² El desarrollo extenso de estos temas puede verse prácticamente en cualquier texto moderno de economía internacional.

Estos múltiples choques de oferta no pudieron ser captados en su momento por el consenso keynesiano.

En conjunto, y como consecuencia de estos abruptos cambios de la estructura productiva mundial, prácticamente todos los países desarrollados comenzaron a experimentar profundos desequilibrios macroeconómicos que se pudieron sintetizar con el término *estanflación* que se acuñó en esos años.

CUADRO 5.1 Producción, empleo y productividad en cinco países desarrollados (Tasa media de crecimiento anual)

	1963-1973				1974-1994			
	y	l	z	p	y	l	z	p
Alemania	4.97	0.14	4.83	3.53	1.25	-1.39	2.64	3.31
Estados Unidos	5.30	1.89	3.41	3.79	2.45	-0.25	2.71	5.66
Francia	5.28	0.38	4.90	4.83	2.06	-0.49	2.55	6.77
Japón	12.08	2.15	9.93	6.04	2.66	0.16	2.50	3.58
Reino Unido	3.45	0.27	3.18	5.64	1.14	-0.28	1.42	8.63

Y = Producción industrial, que incluye minería, construcción y manufactura; L = empleo industrial, Z = productividad media del trabajo = Y/L; P = índice de precios al consumidor.

Nota: Para Japón es el empleo manufacturero. Las letras en minúscula representan tasas medias de crecimiento. Estos resultados se obtienen de la conocida y sencilla función de producción $Y = Z \cdot L$, que al dinamizar queda como: $y = z + l$.

Fuente: Cálculos propios con información del IMF (1995) y United States Government Printing Office (1995).

Por su parte, las economías latinoamericanas entraron en *fases de alto y siga*, acompañadas de hiperinflaciones y alta inestabilidad política.³ Adicionalmente, a partir de 1983 se inició la crisis mundial de la deuda externa que afectó crucialmente el desarrollo de los países pobres y de ingreso medio durante toda esa década.⁴

Hasta entonces el paradigma keynesiano—operativizado teórica y económicamente—en el enfoque de la *Comisión Cowles* (CC), había sido dominante en la ciencia económica.⁵

Sus deficiencias⁶ se hicieron evidentes en la medida que sus recomendaciones de política no corregían los problemas mencionados, por lo que resurgió el paradigma neoclásico, pero fortalecido con la incorporación de la teoría de las expectativas y con elementos monetaristas. Insistía en la necesidad crucial de incorporar las expectativas en la definición

³ No fueron pocos los países que sufrieron *golpes de Estado* o *endurecimientos* dentro de sus regímenes democráticos. Kaldor (1983) analizó los aspectos económicos estructurales principales que caracterizan a las economías latinoamericanas desde los años cincuenta del siglo anterior y que al exacerbarse por el entorno mundial desembocaron en los graves procesos ya referidos.

⁴ En los años siguientes se comenzaron a aplicar diversos experimentos de política en estos países. El resultado final fue altamente decepcionante en materia social, por lo que a los años ochenta de ese siglo se les llamó convencionalmente como la *década perdida del desarrollo*. Véase cuadro 11.1.

⁵ Sin embargo, no debe olvidarse que décadas atrás ya había amplias discusiones entre los enfoques monetarista y keynesiano. Los nuevos problemas y la manera en que la política económica y la ciencia misma los enfrentaron se enmarcaron dentro de estos debates.

⁶ Un texto que en su momento fue muy oportuno —pero poco leído en la profesión— porque avisaba de las limitaciones de la que llamó *la ortodoxia keynesiana*, fue el de Harry Johnson (1971).

de las políticas económicas para evitar que los gobiernos quisieran revertir los procesos recesivos con las tradicionales políticas expansivas de demanda debido a que –argumentaba– éstas provocarían mayores efectos desequilibrantes.

El argumento central radicaba en la hipótesis de la inoperancia de las políticas monetarias y fiscales expansivas por dos hipótesis teóricas: la obsolescencia de la *Curva de Phillips tradicional*⁷ y el efecto Barro-Ricardo.

El nuevo paradigma recomendaba que lo mejor que podían hacer los gobiernos era crear estabilidad a partir de actuar en sentido inverso a las políticas keynesianas; es decir: eliminar la discrecionalidad principalmente a través de políticas expansivas de demanda y estimular de manera sistemática y con transparencia las variables de oferta.

5.2 LA CRISIS DEL CONSENSO Y LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES

Sin duda, todo el escenario antes referido nos habla de la ocurrencia de severos y múltiples cambios estructurales que cuestionaron a la ortodoxia keynesiana vigente. Al respecto, Johnson (1971) señaló que los elementos estaban dados para el surgimiento de una *nueva revolución científica* en la disciplina, en los términos más kuhnianos. El nuevo paradigma aparecía no sólo como alternativo, sino como liberador del anterior porque se preocupaba de un aspecto central que no encontraba solución práctica y al cual se le calificaba como la causa de todos los demás: la inflación. El problema del desempleo había sido atendido exitosamente por la ortodoxia keynesiana, pero no así el de la inflación. Por lo tanto, el nuevo paradigma se presentaba como una alternativa intelectual y heurística atractiva frente al anterior, en la medida que provocaba a los jóvenes economistas a pensar la economía de una manera distinta y, con ello, les ofrecía la posibilidad de superar a los “viejos economistas” y de abrirse campo entre ellos.

La oferta de la *economía positiva* de Friedman era deslumbrante en la medida que proponía que se debía partir de un esquema teórico básico simple que, usando un mínimo de supuestos (realistas o no), tuviera mayor capacidad explicativa y de acción.

Por otra parte, es natural considerar que el cambio de un entorno mundial muy estable a otro de alta incertidumbre hizo que las estructuras productivas emprendieran cambios abruptos en sus organizaciones y que los países aplicaran severas políticas de ajuste, por lo que en conjunto proliferaron los cambios en la asignación de responsabilidades en los roles del crecimiento y en la seguridad social (del Estado al sector privado). Es decir, hubo una redefinición del concepto del *Estado benefactor keynesiano* a partir de la aceptación del nuevo consenso que enfatizaba que los desbalances fiscales y monetarios generan externalidades, por lo que desde entonces los gobiernos han dedicado grandes esfuerzos para mantener sus desequilibrios en niveles bajos y controlados básicamente a través de reducciones en sus presupuestos y en las asignaciones asistenciales.

A fines de los años setenta y principios de los ochenta del siglo pasado, los gobiernos de los países desarrollados, encabezados por las administraciones conservadoras de Reagan y Thatcher, aplicaron políticas monetarias contraccionistas y reformas que flexibilizaron las estructuras de los mercados laborales que habían prevalecido por décadas. Frente a la recesión mundial de fines de los años setenta del siglo anterior y los abruptos cambios en los precios relativos, las empresas también aplicaron severos planes y medidas de reestructuración al pasar de plantas y líneas de producción gigantescas a esquemas esbeltos y flexibles. Ello se tradujo en recortes y en relocalizaciones geográficas de cadenas productivas y, por tanto, de plantas laborales. Hay que mencionar que desde entonces estos procesos se han intensificado y han adquirido proporciones planetarias.

Algunos años después, y en consonancia con el artículo crítico de Johnson (1971), Lawrence Klein (1990: 17-18) destacó que durante las décadas en que reinó el paradigma

⁷ A la que muchos libros de texto de macroeconomía básica le han llamado la *Curva de Phillips modelo 58*.

keynesiano hubo un sistemático descuido de los factores de oferta, en buena medida debido a que durante la posguerra prevaleció un enfoque que establecía una demanda insatisfecha respecto a una oferta bastante elástica. Era generalizada la idea de que “la oferta absorbería sin problemas todos los incrementos de la demanda. Poco se meditaba sobre las posibilidades de la inflación, de las altas tasas de interés o de la escasez de materiales, en una situación caracterizada por el exceso de oferta o la deficiencia de la demanda. En general, éste era un enfoque correcto de la situación. Sólo había que saber por cuánto tiempo”. En consecuencia, surgió la necesidad de incorporar variables monetarias y de oferta y el papel de las expectativas a la ciencia económica con la finalidad de encontrar respuestas más robustas a lo que ocurría.

En un mundo que cambiaba con rapidez, el hecho de que un paradigma no ofreciera alternativas eficientes de política frente al deterioro de las condiciones de vida de amplios grupos sociales, provocó que fuera severamente cuestionado.

Desde entonces no sólo las teorías económica y econométrica, sino la técnica misma han sido objeto de cuestionamientos y de contrastación cada vez más exigentes. Al respecto, Hendry (1980: 13) señala que si bien desde sus inicios la econometría ha tenido muchas dificultades, a partir de esta revolución paradigmática de la década de 1970 las exigencias son mayores, aun para quienes han realizado las principales contribuciones en el área.

Lo importante a destacar es que el hecho de que ocurran revoluciones científicas (Kuhn, 1997) es algo totalmente natural en todas las áreas del conocimiento y consustancial para su desarrollo. De ahí que Hall (1995) y Hendry (*op. cit.*) señalen que esta irrupción paradigmática fue positiva para las ciencias económicas en virtud de que los modelos vigentes mostraron abiertamente sus insuficiencias y se abrieron nuevas vetas en la modelación de los hechos económicos. Hendry (1980: 21) ‘celebra’ el fracaso de los modelos entonces vigentes, porque con ello se hicieron evidentes los modelos mal especificados y los vicios metodológicos y técnicos que se arrastraron por décadas.

No es difícil comprender entonces que a partir de que la estructura económica del mundo cambió abruptamente y de que el paradigma keynesiano dominante no tenía la capacidad de generar explicaciones satisfactorias, los modelos estructurales comenzaron a presentar fallas sistemáticas de *pronóstico*. Sin embargo, Hendry (*ibid.*: 21) señala que para principios de la década de 1970 eran bien sabidas sus limitaciones y problemas (básicamente referidos a la especificación) “mucho antes de la crisis petrolera”, por lo que no era de sorprender que estos modelos presentaran errores de *predicción*.⁸ Quizá la razón que explique la no corrección a tiempo fue que –como señala el mismo Hendry (*ibid.*)– “la práctica va a la zaga” de la teoría, y porque aún sabiendo del desgaste de un instrumento, estamos habituados a seguir utilizándolo hasta que deja por completo de ser funcional para sus propósitos originales.

La *Nueva Escuela Clásica* se valió de las insuficiencias y limitaciones del paradigma keynesiano –pero en particular los errores que consustancialmente se presentaron en los pronósticos macroeconómicos– para cuestionar la filosofía y el método de estos modelos.

Antes de discutir esta serie de argumentos, convendría conocer los pilares de los modelos de la CC, con lo cual tendremos elementos más amplios para conocer las bases de la nueva *econometría estructural*. Este análisis es necesario, dado que los actuales libros de texto difícilmente lo emprenden; se enfocan en resaltar sus debilidades y limitaciones, por lo que de entrada proponen que es necesario utilizar metodologías alternativas sin dar a conocer la esencia de la crítica y la fortaleza de su propuesta. Por otro lado, para entender con cabalidad otros enfoques econométricos disponibles (también, e indefectiblemente, con sus fortalezas y debilidades) es necesario conocer su origen, que se encuentra nada menos que en la CC.

⁸ Sin embargo, señala que muchos de los errores de especificación fueron obvios y relativamente fáciles de corregir, y de haberlo hecho con oportunidad se habrían evitado los errores de pronóstico.

5.3 LA FILOSOFÍA DE LOS MODELOS ESTRUCTURALES

Para comprender ampliamente el espíritu no sólo de la econometría estructural sino también de las críticas que se le hicieron desde la metodología Box-Jenkins y de los vectores autorregresivos, es necesario conocer bien sus raíces. Como veremos, desde sus inicios varios de sus teóricos ya destacaban algunos problemas que la revolución científica de la *Nueva Escuela Clásica* posteriormente detectó con particular agudeza.

El esfuerzo de formalización y medición empírica de la ciencia económica comenzó quizá en el siglo XIX, pero no fue sino hasta 1930 cuando se logró marcar un precedente con la creación de la *Sociedad Econométrica* y de *Econométrica*, su principal publicación.

A decir de Pérez (1998: 140), la *Sociedad Econométrica* surgió con el propósito de: “[...] [impulsar] el progreso de la teoría económica en sus relaciones con la estadística y las matemáticas. Su punto esencial fue el de favorecer los puntos de vista teórico y empírico en la explicación de los problemas económicos, estando inspirados dichos estudios en el análisis metódico y riguroso, semejante al que ha prevalecido en las ciencias naturales [...]. Toda acción susceptible de favorecer mediata o inmediatamente tal unificación en los estudios económicos teóricos y empíricos recayó sobre el campo de acción de la *Sociedad*”.

De acuerdo con Bodkin *et al.* (1991: xiii), desde sus comienzos la CC fue un equipo académico con tres grandes divisiones: teoría económica, inferencia estadística (estimación de modelos, pruebas y aplicación) y construcción de modelos. Y fue en 1951 cuando sus hallazgos principales fueron publicados en la monografía *Statal Influence in Dynamic Economic Models*. Según Spanos *et al.* (1997: 1), este documento aportó el primer enfoque coherente para aplicar los *modelos de ecuaciones simultáneas* y cuantificar las relaciones económicas a través de una visión integral de sistema.

A tan sólo dos años de la constitución de la *Sociedad Econométrica* y bajo los auspicios del millonario estadounidense Alfred Cowles, se fundó lo que se llamaría en adelante *The Cowles Commission for Research in Economics*. A partir de los fondos que aportó, reclutó a un conjunto diverso de académicos que contribuyeron a los objetivos descritos por la sociedad.⁹

Hasta principios de la década de 1970 la econometría dominante estuvo vinculada con el desarrollo de la CC. Pero esto no quiere decir que no hubiera desacuerdos en algunos planteamientos importantes. La forma de conceptualizar a la economía real como un sistema complejo y dinámico, naturalmente interrelacionado que podría caracterizarse de mejor manera a través de sistemas de ecuaciones simultáneas y la búsqueda permanente por encontrar mejores métodos de estimación, fue lo que le dio personalidad y consistencia propias, al grado de alcanzar el calificativo de enfoque clásico.¹⁰

Para tener una idea de la calidad de la *masa crítica* que logró conjuntarse en la CC, baste mencionar que del grupo de investigadores que pasó por ahí surgieron varios premios Nobel, entre ellos: Tinbergen, Koopmans, Klein, Haavelmo y Frisch.

Por otro lado, es necesario saber que la trascendencia de los *modelos* elaborados por la CC llega hasta nuestros días por múltiples vías. Un primer gran antecedente fue el *modelo Klein-Golberger*, que derivó en una serie de *modelos estructurales* para la economía de Estados Unidos a través del *Modelo Brookings* y también del *Wharton Econometric Forecasting Model* que, con variaciones y desarrollos posteriores, siguen utilizándose en muchas instituciones públicas y privadas del mundo.

Los modelos de la CC florecieron y alcanzaron su auge entre los años cuarenta y sesenta del siglo XX. Se les llamó *estructurales* porque a través de la incorporación de muchas *ecuaciones de comportamiento* (o explicativas) pretendían captar la esencia de las

⁹ Muchos de ellos europeos, provenientes de áreas distintas a la economía como la estadística, las matemáticas y la física.

¹⁰ Este concepto se refiere a aquella obra, autor o paradigma que, por su importancia y trascendencia en el tiempo, se convierten en referente obligado para el desarrollo de la disciplina que se trate.

relaciones estructurales que determinan a las variables económicas y que conjuntamente representan el funcionamiento real de una economía compleja verdadera.

Eso explica que una de las características básicas del enfoque fue lograr el mayor grado de descripción y detalle de los sistemas económicos al construir modelos de cientos y a veces miles de ecuaciones. En apoyo a esta concepción de la economía que exigió la construcción de este tipo de modelos, Klein (1991: 526), al enumerar las principales lecciones que le habían dejado cincuenta años de modelación econométrica, señaló: “[...] la primera generalización, y una de las más importantes es que en la construcción de modelos macroeconómicos no parece haber una ley de parsimonia [...]. El mundo es complicado, no simple, [por lo que] necesitamos sistemas grandes, detallados y complicados para interpretar este universo [...]. Por eso, los sistemas macroeconómicos deben ser tan grandes como puedan manejarse con solvencia”.

Klein (1994: 215) volvió a mencionar esta idea cuando en una disertación acerca de su vida profesional dijo oponerse “enérgicamente” al enfoque que persigue elaborar modelos transparentes, elegantes, de fácil manejo y muy compactos. *Contrario sensu* al *main-stream* (ahora caracterizado por la *Nueva Escuela Clásica* y por la econometría de series de tiempo), considera que estos modelos pueden fallar con mucha facilidad en relación con los de gran escala, justamente por la falta de información que se genera del planteamiento de relaciones fundamentales.¹¹

Una característica básica y a la vez esencial de los modelos estructurales, es la asignación arbitraria o *ad hoc* entre variables *exógenas* (que son las que proveen de información indispensable para la identificación y solución del sistema) y las incógnitas o variables *endógenas*.¹² La resolución completa del sistema se hace simultáneamente, captando así el conjunto de interacciones e interdependencias establecidas y definidas de manera *ad hoc* por el *modelador*. A partir de estos argumentos, se construía la forma estructural del modelo; esto es, el conjunto de variables endógenas (y correspondientemente de ecuaciones de comportamiento) que definían el sistema económico bajo análisis. Lo que seguía era encontrar las formas funcionales para cada ecuación que probaran las hipótesis provenientes de la teoría económica (por lo general keynesiana). La solución algebraica del sistema consistía en transformar el modelo a la forma reducida y resolverlo matemáticamente.

Éste es otro aspecto crucial de la crítica que emergió en los años setenta del siglo pasado, la cual consistía en que desde la teoría económica, y de antemano, se lanzaba una hipótesis que luego se comprobaba a partir del manejo arbitrario de los datos y con *pruebas estadísticas* poco rigurosas, como los valores de los estadísticos t , R^2 y *autocorrelación de primer orden* (esta última evaluada con la *prueba Durbin-Watson*).

Esta metodología comenzó a criticarse con severidad al consignarse que, en muchos casos, esta subordinación estadística a la teoría económica hacía que se obtuvieran resultados estadísticos aparentemente satisfactorios, pero que podrían ser *espurios*. En estos casos el análisis de regresión que Hendry (1980) calificó como *la piedra filosofal de los econometristas*, podría conducir a resultados muy peligrosos porque carecían de sentido económico fuerte, a la vez que de solidez desde el campo de la estadística. A esto es a lo que Hendry llamó *alquimia*, ya que con el solo instrumento de regresión mínimo cuadrática y con la poca exigencia estadística en el análisis de las variables involucradas y sobre los *términos de perturbación*, fácil y alegremente se transformaban datos en resultados que pretendían ser significativos y aplicables para la política económica. Spanos *et al.* (1997: 1-2) han recuperado

¹¹ Esto se refiere a que, por lo general, son *modelos uniecuacionales ateóricos* que carecen de vínculos e interrelaciones con otras ecuaciones, por lo que por naturaleza son ajenos a cualquier enfoque o pretensión globalizadora como lo es el concepto y el espíritu de la teoría general de sistemas.

¹² Esta práctica ha sido muy criticada desde hace varias décadas (incluso dentro del mismo seno de la cc) en virtud de que esta asignación implica subordinar el *conocimiento probabilístico* de las series involucradas a los enunciados fundamentales establecidos apriorísticamente por la teoría económica.

De igual manera, esto implica determinar, sin demostrarlo formalmente, la *relación de causalidad* entre las variables involucradas.

estos argumentos al señalar que: “Los problemas prácticos y cruciales de la especificación y evaluación de los modelos fue eludida al desarrollar los modelos macroeconómicos de gran escala. En efecto, las características probabilísticas de los datos fueron en general ignoradas en las especificaciones. Se consideraban implícitas en la teoría económica. Más aún, la evaluación a través de pruebas de mala especificación, aparte de estadísticas simples como el *Durbin-Watson*, fueron considerados en gran parte irrelevantes”.

Como veremos en el capítulo siguiente, lo que aquí llamaremos *nueva econometría estructural* (NEE) pretende equilibrar los aportes y la metodología de la CC y fortalecerlos con los argumentos de la teoría econométrica y la teoría económica que surgieron de la revolución científica de la década de 1970. De esta manera, se pretende restituirle el estatus científico a la disciplina. Esto significa que ahora debe haber una relación balanceada entre el peso de los argumentos teóricos con las características intrínsecas de los datos y las series estadísticas.

Sin embargo, antes de entrar a este desarrollo conviene revisar los fundamentos básicos del enfoque para conocer bien sus alcances y debilidades y, a partir de ahí, plantear los argumentos de la nueva econometría estructural.

5.4 LA METODOLOGÍA TRADICIONAL BÁSICA

De acuerdo con Fair (1994: 4), la metodología básica y el espíritu de la CC pueden sintetizarse a través de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} f_i(y_t, x_t, \alpha_i) &= u_{it}, \\ i &= (1, 2, \dots, n) \\ t &= (1, 2, \dots, T) \end{aligned} \quad (5.4.1)$$

donde:

y_t = vector de n variables endógenas, así definidas en forma *a priori* por la teoría económica y por el modelador.

x_t = vector de variables exógenas o predeterminadas y endógenas rezagadas, igualmente así asignadas por la teoría económica y el modelador.

α_i = vector de coeficientes desconocidos a estimar.

u_{it} = término de error estocástico para la ecuación i en el momento t .

Por la naturaleza del enfoque, este último término sólo se incorpora en las ecuaciones de comportamiento, ya que para las identidades contables u_{it} es igual a cero. Asimismo, se considera que solamente sobre este término recaen las características aleatorias y probabilísticas a analizarse. Esto supone que capta el error de medición de las variables, por lo que los parámetros estimados representan la parte exacta (determinística) proveniente de la teoría económica.

De acuerdo con Fair (*op. cit.*), el problema central de este enfoque consistía en obtener la mejor estimación de los parámetros α_i . De ahí que parte importante de los esfuerzos de la CC se dedicó a desarrollar técnicas apropiadas de estimación para modelos completos, que suponían que los residuos de estimación deberían comportarse de la manera siguiente:

$$\begin{aligned} E(u_i) &= 0, \forall i && \text{insesgamiento.} \\ \text{cov}(u_i, u_j) &= E(u_i' u_j) = \Sigma, \forall i, j && \text{homoscedasticidad, donde } \Sigma \text{ es una matriz diagonal,} \\ &&& \text{cuadrada } (g \times g) \text{ y simétrica de varianzas y covarianzas}^{13}. \\ E(u_i' u_j) &= 0, \forall i, j, \quad i \neq j && \text{ausencia de correlación serial entre las variables de la} \\ &&& \text{muestra.} \end{aligned}$$

¹³ De hecho, el supuesto de diagonalidad implica que las covarianzas son cero, lo que quiere decir que no existen perturbaciones estocásticas que se transmiten entre las ecuaciones del sistema.

En síntesis, a partir de esta concepción general, el esfuerzo econométrico principal (heurístico)¹⁴ consistía en especificar la mejor forma funcional para cada ecuación de comportamiento, tal que se encontraran los parámetros estructurales que cumplieran las relaciones establecidas por la teoría económica y se cumplieran los supuestos probabilísticos de los términos de perturbación ya indicados. Por último, la simulación histórica del modelo (que pocas veces se presentaba) era la *prueba de fuego* de la validez conjunta del sistema.¹⁵

La expresión (5.4.1) sintetiza la filosofía del enfoque, pero su manifestación detallada parte de la siguiente forma estructural general restringida¹⁶ (Intriligator, *op. cit.*: 318):

$$\begin{array}{ccccccc} y_i \Gamma & + & x_i B & = & u_i, & & (5.4.2) \\ (1xg)(gxg) & (1xk)(kxg) & (1xg) & & i = 1, 2, \dots, n \end{array}$$

donde:

y = vector de g variables endógenas o incógnitas a resolver por el sistema.

Γ = matriz de coeficientes de las variables endógenas.

x = vector de las k variables exógenas.

B = matriz de coeficientes de variables exógenas.

u = vector de los errores o perturbaciones estocásticas.

La solución estrictamente algebraica de este sistema de ecuaciones que conduce a encontrar los parámetros y los valores numéricos de las variables endógenas, exige expresar la forma estructural en la forma reducida, lo que a su vez significa expresar las variables endógenas en función de las endógenas rezagadas y las exógenas. Ello implica postmultiplicar a (5.4.2) por Γ^{-1} :

$$\begin{array}{l} y\Gamma\Gamma^{-1} + xB\Gamma^{-1} = u\Gamma^{-1} \\ y + xB\Gamma^{-1} = u\Gamma^{-1} \\ y = -xB\Gamma^{-1} + u\Gamma^{-1} \\ y = x\Pi + v \end{array} \quad (5.4.3)$$

donde

$$\Pi = -B\Gamma^{-1}$$

$$v = u\Gamma^{-1}$$

Con objetivos didácticos, y así tener una mayor comprensión de la metodología de la CC, tomemos el ejemplo clásico de un modelo keynesiano simple de determinación del ingreso para una economía dinámica,¹⁷ cerrada¹⁸ y con gobierno.

¹⁴ Heurística: término amplio que se usa en la filosofía de la ciencia. Se refiere a la actitud de búsqueda de soluciones que puede basarse en la práctica creativa del ensayo-error en lugar de ceñirse a reglas preestablecidas.

¹⁵ En realidad, ahora la simulación debe verse como el grado de precisión en la replicación histórica del fenómeno. Puede haber varios modelos que cumplan con los supuestos de correcta especificación, pero no todos tendrán la misma precisión al simular.

¹⁶ Este punto es de la mayor importancia en el debate, debido a que la manera en que se especifica la forma estructural, con todo lo que ello implica, supone establecer restricciones *a priori* a la forma en que se relacionan las variables entre sí. Es decir, implícita y explícitamente se está considerando una forma concreta de relación causal entre las variables endógenas y exógenas. Éste es un punto central de la crítica de Sims (1980) y Spanos *et al.* (1997.)

¹⁷ Lo es porque en la función de inversión privada hemos incorporado al ingreso con un rezago, con lo cual los cambios de una variable se proyectan intertemporalmente. Ésta es una consideración bastante plausible en un mundo real.

¹⁸ En este momento estos supuestos no debilitan el análisis, sino que nos permiten ir directamente al punto central que nos interesa. Muchos libros de texto utilizan el modelo tradicional de equilibrio parcial de un bien normal, que resuelve simultáneamente el equilibrio de la oferta y la demanda. Sin embargo, por el enfoque macroeconómico de este texto, utilizamos el ejemplo ya referido.

Como ya se dijo, este modelo parte de una concepción teórica que nos dice que el ingreso nacional se determina por la identidad de las variables que componen a la demanda final. Si bien es un modelo extremadamente sencillo, da mucha luz para comprender el enfoque de la CC.

Partimos de la forma estructural, que es como la teoría económica keynesiana nos dice que se determinan en su versión más sencilla las variables que hemos considerado endógenas:

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + u_{tC} \quad (5.4.4)$$

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_{t-1} + u_{tI} \quad (5.4.5)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (5.4.6)$$

Veamos la estructura del sistema:

- Variables endógenas: C_t , I_t , Y_t .
- Variables exógenas: G_t .
- Variables endógenas predeterminadas: Y_{t-1} .
- Identidades contables: Y_t .

En síntesis, tenemos un sistema de tres ecuaciones que resolverá de manera simultánea los valores numéricos para cada observación de las tres variables endógenas previamente asignadas (desde la teoría). Por lo tanto, podemos decir en principio que el sistema tiene solución en virtud de que cuenta con tantas ecuaciones como incógnitas. El modelo tiene que estimar los valores específicos de los parámetros:

- α_0 = consumo autónomo.
- β_0 = inversión autónoma.
- α_1 = propensión marginal a consumir.
- β_1 y β_2 = representan los efectos estáticos y dinámicos del ingreso sobre la inversión privada.

En el hipotético caso en que $\beta_2 = -\beta_1$, la ecuación (5.4.5) podría reexpresarse como la ecuación clásica del *multiplicador-acelerador de Samuelson*:

$$I_t = \beta_0 + \beta_3 \Delta Y_t + u_{tI} \quad (5.4.5)'$$

donde $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$

(5.4.5)' es una expresión muy importante para el análisis dinámico y estructural, pero se dejará de lado por el momento y consideraremos que (5.4.5) expresa correctamente la inversión privada.

El sistema formado por las ecuaciones (5.4.4)-(5.4.6) constituye una representación concreta de una abstracción proveniente de un *modelo lógico-verbal*. Por otro lado, tiene a las variables endógenas C_t y Y_t tanto del lado derecho como del izquierdo, por lo que es conveniente reexpresarlo en una forma estructural (FE) más concreta que evite repeticiones. Ello se consigue incorporando (5.4.5) en (5.4.6):

$$Y_t = C_t + \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_{t-1} + G_t + u_{tI} \quad (5.4.7)$$

Tenemos igualmente a Y_t de ambos lados, por lo que es necesario resolver:

$$Y_t = \left(\frac{1}{1-\beta_1} \right) C_t + \left(\frac{\beta_0}{1-\beta_1} \right) + \left(\frac{\beta_2}{1-\beta_1} \right) Y_{t-1} + \left(\frac{1}{1-\beta_1} \right) G_t + \left(\frac{u_{tI}}{1-\beta_1} \right) \quad (5.4.8)$$

Con esta expresión del ingreso ya no tenemos repeticiones, pero lo estamos expresando ahora en función de otra variable endógena contemporánea: C_t .

A partir de aquí podemos entonces reexpresar el sistema (5.4.4)-(5.4.6) en forma matricial a través de dos ecuaciones (5.4.4) y (5.4.8) y, con ello, recuperar el sentido del sistema:

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + u_{tC} \quad (5.4.4)$$

$$Y_t = \left(\frac{1}{1-\beta_1} \right) C_t + \left(\frac{\beta_0}{1-\beta_1} \right) + \left(\frac{\beta_2}{1-\beta_1} \right) Y_{t-1} + \left(\frac{1}{1-\beta_1} \right) G_t + \left(\frac{u_t}{1-\beta_1} \right) \quad (5.4.8)$$

Podemos reexpresar este sencillo sistema en términos de la ecuación (5.4.2) que sintetiza el espíritu de la metodología de la CC. Por ello pasamos todas las variables del lado izquierdo y dejamos solamente los términos de perturbación del lado derecho.

$$C_t - \alpha_1 Y_t - \alpha_0 = u_{tC}$$

$$-\left(\frac{1}{1-\beta_1} \right) C_t + Y_t - \left(\frac{\beta_2}{1-\beta_1} \right) Y_{t-1} - \left(\frac{1}{1-\beta_1} \right) G_t - \left(\frac{\beta_0}{1-\beta_1} \right) = \frac{u_t}{1-\beta_1}$$

Con el fin de expresar los vectores de las variables endógenas y exógenas en términos positivos multiplicamos por (-1) ambas ecuaciones (Intriligator, 1990: 52). Por último, reexpresamos matricialmente este sistema compuesto por dos ecuaciones:

$$\begin{pmatrix} C_t & Y_t \end{pmatrix}_{(1 \times 2)} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ \alpha_1 & -1 \end{pmatrix}_{(2 \times 2)} + \begin{pmatrix} Y_{t-1} & G_t & 1 \end{pmatrix}_{(1 \times 3)} \begin{pmatrix} 0 & \frac{\beta_2}{1-\beta_2} \\ 0 & \frac{1}{1-\beta_1} \\ \alpha_0 & \frac{\beta_0}{1-\beta_0} \end{pmatrix}_{(3 \times 2)} = \begin{pmatrix} -u_{tC} & -\frac{u_t}{1-\beta_1} \end{pmatrix}_{(1 \times 2)} \quad (5.4.9)$$

Es fácil constatar que (5.4.9) es equivalente a 5.4.2:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}_{(1 \times 2)} \begin{pmatrix} \Gamma \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}_{(2 \times 2)} + \begin{pmatrix} x_1 \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}_{(1 \times 3)} \begin{pmatrix} B \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}_{(3 \times 2)} = \begin{pmatrix} u_1 \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}_{(1 \times 2)}$$

Resumiendo todo lo realizado hasta ahora, diremos que de una expresión estructural, hemos presentado el sistema matricialmente en términos del *vector de perturbaciones*. Como ya indicamos, la solución exige pasar de esta forma estructural a la forma reducida. En este ejemplo tan sencillo es fácil hacerlo mediante dos procedimientos indistintos: *a)* por sustitución; *b)* resolviendo el sistema por álgebra lineal, lo que implica postmultiplicar (5.4.9) por Γ^{-1} .

En principio, sabemos que algebraicamente debemos tener tantas ecuaciones en forma reducida como incógnitas tenga el modelo en su forma estructural. Con fines didácticos, ahora podemos emplear el primer método, pero debe quedar claro que esto resulta muy complicado para sistemas más grandes, por lo que en esos casos es indispensable utilizar paquetes econométricos.

Obtenemos las formas reducidas de Y_t y C_t de las ecuaciones de comportamiento, empezando por la del ingreso, que se obtiene de sustituir (5.4.4) y (5.4.5) en (5.4.6):

$$Y_t = \frac{\alpha_0 + \beta_0}{1 - \alpha_1 - \beta_1} + \frac{\beta_2}{1 - \alpha_1 - \beta_1} Y_{t-1} + \frac{1}{1 - \alpha_1 - \beta_1} G_t + \frac{u_{tC} + u_t}{1 - \beta_1 - \beta_1} \quad (5.4.10)$$

Pasar de (5.4.2) a (5.4.3) exige que el sistema en cuestión tenga solución matemática; es decir, que no haya dependencia lineal entre sus ecuaciones constitutivas. Pero desde la teoría económica y econométrica requiere que el sistema esté *identificado*, lo que significa que debe existir información suficiente y adecuada¹⁹ para explicar las variables endógenas, tal como el modelador lo haya especificado inicialmente en la forma estructural. Es decir, que se puede pasar de la forma estructural a la reducida y viceversa.

¹⁹ En cuanto a la elección que previamente se ha hecho de las variables exógenas y endógenas predeterminadas.

La manera tradicional en que los textos escolares de econometría ejemplifican el *problema de la identificación* es a partir de un modelo microeconómico de equilibrio parcial para un bien normal en el que se estiman de manera simultánea las formas reducidas de la demanda y la oferta, que necesariamente son puntos de equilibrio. Estos textos demuestran que en su forma más primitiva las funciones mencionadas no permiten obtener una solución única, por lo que es necesario incorporar más información (añadir variables exógenas o endógenas predeterminadas), con lo cual el problema algebraico de identificación se reduce y eventualmente se elimina. Pero también en esa medida puede aparecer el problema de espuriedad. De acuerdo con Greene (1998), en el proceso de modelación se tiene un cierto volumen de información sobre el cual se debe basar cualquier inferencia sobre su estructura subyacente, pero el *problema de la identificación* no es de propiedades o tamaños muestrales, sino de la información de que disponemos y de su suficiencia para explicar las variables endógenas.

Como veremos enseguida, la *identificación* es crucial en la discusión de la teoría econométrica y que Sims (1980) recalcó como punto de quiebre en la especificación de los modelos multiecuacionales.

La interrogante medular consiste en saber si la información que estamos incorporando (asignando) en el vector x –y que en principio consideramos apropiada para explicar satisfactoriamente las variables endógenas– es realmente adecuada. En otras palabras, ¿cómo podemos estar seguros de que con la información (o sea, con la especificación o con las restricciones)²⁰ que hemos impuesto *a priori* para resolver el problema algebraico, realmente estamos estimando la función que pretendemos? A decir de Hall (1995: 975), ésta es una imposición proveniente principalmente de la teoría económica, además no debe pasar por alto el problema de la estructura de los datos.²¹ Éste es el cuestionamiento principal de Sims (*op. cit.*: 4 y 6) a los modelos estructurales cuando afirma que la asignación de las variables exógenas que contienen la información (presumiblemente necesaria) para estimar los parámetros estructurales es una restricción totalmente *a priori* que debe demostrarse: “Me parece que si las variables exógenas fueran cuidadosamente reconsideradas y probadas en los casos en que la exogeneidad es dudosa, la identificación de estos modelos por el *criterio de Hatanaka*²² podría fracasar”.

Como vemos, estos cuestionamientos van directamente al corazón de la filosofía de la CC. Como una alternativa que pretenda evitar este problema de la asignación *a priori* entre endógenas y exógenas, y con ello resolver el asunto de la *identificación*, Sims y sus asociados han propuesto desechar el uso de los modelos estructurales como se conocían (con restricciones) y en su lugar utilizar ampliamente modelos de vectores autorregresivos (VAR), los cuales, de entrada y presumiblemente, están exentos de los dos problemas descritos debido a que todas las variables participantes son endógenas.

A la par de las consideraciones anteriores aparecieron (o quizá mejor dicho, reaparecieron) las preocupaciones ya mencionadas sobre las características específicas de las variables económicas temporales. Así surgió la preocupación por el orden de integración y, con ello, el tema de la cointegración, que ha ocupado un lugar central en la profesión por lo menos durante los últimos veinte años.²³

²⁰ En la medida que asignamos variables exógenas imponemos restricciones.

²¹ En apoyo a este argumento, Stock y Watson (2001: 2) señalan que el problema de la *identificación* exige diferenciar entre correlación y causalidad, lo que no puede resolverse exclusivamente desde la estadística. Para tal efecto, se requiere de la teoría económica y del conocimiento institucional.

²² Este criterio supone que de antemano el modelador conoce bien el número de rezagos y el orden de *correlación serial*, lo cual es poco realista.

²³ Habría que mencionar que esta preocupación era vieja y provenía de Yule en 1926 (“Why do we sometimes get non-sense-correlations between time series? *Journal of the Royal Statistical Society*, 89). De igual manera, desde hace más de sesenta años, Haavelmo (1944) consideraba que era necesario conocer las propiedades estocásticas de todas las series estadísticas involucradas, no solamente las del término de error de cada ecuación de comportamiento.

Por otro lado, también se cuestionó la validez de la técnica econométrica, en cuanto a los supuestos del modelo clásico, principalmente los de normalidad, linealidad, permanencia estructural de los parámetros y exogeneidad de las variables utilizadas.

A reserva de que en el siguiente capítulo tratemos con más profundidad estos temas, es oportuno señalar que Haavelmo (1944) hablaba de la conveniencia de darle mayor rigor probabilístico a la investigación aplicada: “Si queremos aplicar inferencia estadística para probar hipótesis que plantea la teoría económica, eso significa que debemos formular teorías económicas que representan hipótesis estadísticas –por ejemplo, aseveraciones– asociadas a ciertas funciones de distribución. La creencia de que podemos usar la inferencia estadística sin este vínculo, sólo puede basarse en la falta de precisión en la formulación de los problemas”. Lo que Haavelmo planteaba desde entonces era la necesidad de considerar que todas las variables económicas provienen de procesos estocásticos que pueden representarse a través de funciones de probabilidad conjunta, en donde actúan simultáneamente una parte condicional y otra marginal.

En fechas más recientes, esta misma preocupación fue planteada por Newbold y Granger (1974: 116): “Los econometristas no pueden seguir ignorando las propiedades de las series de tiempo con que trabajan. El hecho de que muchas variables temporales son caminos aleatorios o procesos integrados significa que se debe poner gran cuidado en la especificación de las ecuaciones”.

De igual modo, Georgescu-Roegen (1978: 508), considerado por Samuelson como “sabio entre los sabios y economista entre los economistas”,²⁴ señaló: “Todo el edificio de la teoría estadística descansa en el supuesto general de que la relación existente entre cualquier muestra y la población original es homogénea [...] [el problema consiste en definir que] la mayoría de los econometristas han supuesto todo el tiempo –de modo implícito o explícito– que todos los datos económicos satisfacen esta condición [...]. Quizá la dificultad del econometrista consiste en que le resulta imposible aplicar una prueba de aleatoriedad de los datos económicos, porque en el campo de las ciencias sociales podemos indicar la población original sólo en pocos casos”. Por estas razones, la Nueva Macroeconometría Estructural (NME) exige analizar con cuidado las características estadísticas de las series de tiempo, antes de establecer cualquier aseveración que sugiera relaciones probabilísticas entre ellas, aun cuando provengan de la teoría económica.

5.5 CRÍTICAS ADICIONALES

Además de las críticas anteriores que fueron en sí mismas suficientemente contundentes como para generar una revolución científica en los términos referidos, hubo otras, que deben enumerarse porque también contribuyeron injustificadamente al desprestigio y desuso de los modelos estructurales.

Quizá dos de las más importantes, y sobre las que ya hemos hecho algunos comentarios tangenciales, tienen que ver con la *crítica de Lucas* y con las fallas sistemáticas de los pronósticos en los años setenta del siglo anterior. Estas dos críticas fueron anteriores al artículo seminal de Sims (1980) y al consenso que éste creó entre sus asociados, y aunque en su momento fueron muy relevantes, con el paso de los años han podido ser ampliamente replicadas desde la teoría y la práctica econométricas.

Empecemos con el segundo cuestionamiento. Todavía hay libros de texto muy populares en la enseñanza de la econometría que siguen considerando que en el “pobre pronóstico” durante la década de 1970 ha radicado la principal debilidad de estos modelos.²⁵ Spanos *et*

²⁴ Pulido y Pérez-García (2001: 39).

²⁵ Gujarati (2003: 837), entre otros autores de textos populares, acepta los argumentos ya señalados y con ellos justifica la pérdida de interés en estos modelos, por lo que en las ediciones recientes ya no presenta más desarrollos ni aplicaciones sobre el tema.

al. (1997: 2) refuerzan esta crítica y expresan que “El pronóstico de los modelos de gran escala fue pobre comparado con los modelos ateóricos simples de series de tiempo (ARIMA)”. Comentan que después de revisar el desempeño de los modelos, podrían concluir que modelos más baratos (*cheaper time series models*) pueden ser tan precisos como los de gran escala. Lo curioso es que muchas veces este señalamiento se toma como razón única y suficiente para desechar estos modelos, cuando lo cierto es que no hay evidencia empírica que demuestre que las fallas que tuvieron en los años setenta del siglo pasado, en gran parte explicadas por los factores ya descritos, sigan presentándose sistemática y únicamente en este tipo de modelos y que los modelos de series de tiempo –por el contrario– hayan sido esencialmente precisos. Lo cierto es que muy diversos estudios han demostrado que no existe superioridad clara ni contundente en esta materia por algún tipo específico de modelo. Al respecto, Intriligator *et al.* (1996, cap. 15) presentan diversos estudios empíricos que demuestran el argumento anterior.

Ya se ha demostrado bastante que lo que ocurrió en la década de 1970 –periodo en que comenzó a cuestionarse a los modelos estructurales– fue que la economía mundial comenzó a sufrir múltiples y sucesivos choques que modificaron la estructura de sus relaciones económicas básicas, por lo que esos modelos rápidamente perdieron capacidad de replicar una nueva realidad. Por ejemplo, la versión vigente en ese momento del influyente modelo *MPS* de la economía de Estados Unidos carecía de las especificaciones adecuadas para captar los súbitos choques de oferta generados por las elevaciones exponenciales de los precios de los energéticos, así como también de los mecanismos adecuados de transmisión de las variables monetarias y financieras. Estas carencias obligaron a realizar nuevas especificaciones que, entre otras cosas, hicieron que se incluyera la energía como un factor adicional en la función de producción. De hecho, Bodkin *et al.* (*op. cit.*: 550) y Hall (1995: 982) consideran que debería especificarse de la siguiente manera: $Y = f(K, L, E, M)$, donde E = insumos energéticos; M = insumos materiales distintos a los tradicionalmente incorporados en la función de producción; K = capital físico, y L = unidades de trabajo. Brayton *et al.* (1997) presentan de una manera muy didáctica la evolución del modelo de la Reserva Federal desde mediados de los años sesenta del siglo pasado. Ahí se puede constatar la validez de los argumentos expuestos en los capítulos 2 y 3 de este libro; particularmente cuando concluyen diciendo que “los cambios en los modelos responden a los cambios en los consensos. [Por ejemplo] Este consenso comenzó a cambiar en los años setenta hacia un enfoque de expectativas racionales y optimización intertemporal. En la medida que un nuevo consenso se desarrolló a fines de los ochenta y principios de los noventa, los modelos de la reserva federal fueron cambiando para incorporar la evolución del nuevo paradigma”.

Por otro lado, Eckstein (1983) demostró, usando el modelo *DRI*²⁶ para la economía estadounidense, que los errores de pronóstico del pasado “[...] son originados por factores exógenos y por el carácter estocástico de la economía [...] como son guerras, disturbios civiles, choques de precios del petróleo”.

Los modelos estructurales que se siguen elaborando hasta nuestros días han tenido que ser muy ágiles y flexibles en sus especificaciones y métodos de estimación, pero a la vez más robustos en el aspecto estadístico para ser capaces de captar con oportunidad un mundo que cambia con rapidez. Esto, en gran parte, es responsabilidad del modelador, no sólo de la técnica. Incluso, nuestra propuesta es que para efectos de pronóstico muchas veces es necesario utilizar técnicas mixtas buscando con ello evitar conductas o “soluciones de esquina”, donde una sola técnica o un solo método, excluyente de otros más, sea capaz de generar un resultado óptimo. En ese sentido, la combinación de técnicas implica que se apliquen pruebas y se incorporen especificaciones que, por ejemplo, tomen en cuenta la memoria histórica de las series involucradas y sus propiedades estadísticas. Asimismo, es importante que

²⁶ Según Bodkin *et al.* (1991: 118-122), el modelo *DRI* (*Data Resources Incorporated*) es quizá el modelo econométrico más exitoso que se haya construido desde el punto de vista comercial justamente debido a la precisión de sus pronósticos.

los datos hablen por sí mismos, pero no podemos circunscribirnos solamente a eso, puesto que podríamos caer en estimar modelos ateóricos de series de tiempo que desconocen las causalidades de tipo filosófico (teórico) que subyacen en los fenómenos económicos.

La teoría microeconómica nos indica que sólo pueden existir soluciones de esquina (óptimas) cuando estamos en presencia de un bien y un mal o de dos bienes sustitutos perfectos. En tal caso, el consumidor (el econométrista) comprará (usará) el modelo que le resulte más barato (útil) para su trabajo profesional, sin que esa elección le represente un dilema o una pérdida de utilidad. En el mundo profesional es difícil encontrarse con situaciones como la anterior, por lo que es lógico pensar que una buena combinación de ambas metodologías logrará mejores resultados. De hecho, desde finales de los años ochenta del siglo pasado Klein (1987: 535) sugería la necesidad de hacerlo para fortalecer los modelos estructurales de la CC. A esta metodología le llamó SEMTSA (*Structural Econometric Modeling Time-Series Analysis*), que parece ser la ruta a seguir para remediar las limitaciones de las metodologías excluyentes.

Pasemos ahora a la discusión de la *Crítica de Lucas*. Como sabemos, este argumento, que es fundamental en la *Nueva Escuela Clásica*, va de la mano con el principio maximizador de los agentes, basado en las expectativas racionales y en la ineffectividad de la política económica para reactivar o estabilizar la economía con políticas expansivas de demanda.

Pero además de lo anterior, una conclusión fundamental de este enfoque es que los ciclos económicos no son endógenos, como lo advertía el paradigma keynesiano, sino totalmente exógenos y se explican por la teoría de los *ciclos económicos reales*.

De acuerdo con Contreras (2003: 22), el planteamiento esencial de las expectativas racionales considera una “aplicación a la política económica de un principio de teoría de juegos conocido como interdependencia estratégica, en que los participantes de cualquier juego modificarán su comportamiento si las reglas del juego cambian, a fin de mejorar sus resultados”. De este argumento se desprende que un mundo tan inestable, que condujo a cambios fundamentales de la política económica, necesariamente alteró comportamientos y respuestas de los agentes económicos. En consecuencia, sería de esperar que los coeficientes estructurales de los modelos tradicionales también hubieran cambiado, incluso de manera drástica. Si los modelos no lo consiguieron, entonces ahí estaba una fuente muy importante de sus limitaciones. A raíz de estas consideraciones surgieron modelos autorregresivos con distintas vertientes pero que finalmente condujeron a la aplicación de diversos métodos (filtros) de suavizamiento de series de tiempo consideradas ya para entonces estocásticas.

De esta manera, la parte más fuerte de la *Crítica de Lucas* es que los parámetros estimados por los modelos son dependientes de los cambios de reglas de política económica y de las expectativas que forman los agentes. Por lo tanto, desde este enfoque, las debilidades y los consecuentes errores de pronóstico de los modelos estructurales bien pueden atribuirse a este argumento.

Si bien desde la teoría esta argumentación presenta alta congruencia, también es cierto que ha habido muchas respuestas desde diversos frentes a la *Crítica de Lucas*, pero quizás las principales son las siguientes:

- a) Al menos desde la teoría, si la *Crítica de Lucas* operara de manera impecable, los mercados funcionarían en equilibrio, con lo que se cumpliría el principio de vaciado o limpieza. Bodkin *et al.* (1991) señalan que la evidencia empírica no registra que esto ocurra sistemáticamente: “es una descripción bastante inadecuada de los registros históricos”.
- b) Lawrence Klein, en una visita a la Facultad de Economía de la UNAM en mayo de 2003, a pregunta expresa del auditorio señaló que la *Crítica de Lucas* se contrarresta fácilmente a través de varios argumentos:²⁷

²⁷ Talavera (2003) compendió estos comentarios.

- Los econométristas deben reestimar en forma sistemática sus modelos. Lo que exige incorporar los datos más recientes de los indicadores líderes y de los indicadores adelantados. De esta manera, la reestimación permanente del sistema contiene no sólo la información histórica, sino la que puede incidir en la conducta de los agentes económicos.²⁸ Como puede intuirse directamente, ésta es una característica que deberá desarrollar el econométrista aplicado. El uso de variables instrumentales y la calibración sistemática de las variables exógenas bien pueden cumplir con este propósito.
 - En ese mismo evento Klein repitió lo que había dicho veinte años atrás (Klein, 1982): “es difícil de aceptar que un ciudadano común y corriente llegue a las mismas conclusiones que los economistas seguidores de la *Nueva Escuela Clásica* a pesar de que ahora se acepte ampliamente que considere cada vez más información para la toma de sus decisiones”.
 - También señaló que no creía que los parámetros cambiaran de la manera tan abrupta como lo sugería Lucas.
- c) A partir de la metodología de Hendry, y que es la base de lo que llamamos NME, se han logrado establecer pruebas para corroborar la estabilidad individual y conjunta de los parámetros a partir de las pruebas de exogeneidad y cambio estructural que se presentan en los libros modernos de econometría y que también están disponibles prácticamente en todo el *software* econométrico.²⁹
- d) Una correcta especificación –a partir de la nueva batería de pruebas de la econometría estructural– logra estimaciones en las cuales los parámetros son esencialmente estables. Llama la atención que considerando lo anterior, en el trabajo econométrico cotidiano se constata que los parámetros estimados tienden a ser muy estables en el tiempo. Las bruscas alteraciones de las variables exógenas (que por su naturaleza son poco predecibles) y los cambios en las metodologías de las cuentas nacionales los factores que más perturbaciones ocasionan en los pronósticos, más que los cambios abruptos de regímenes de política económica. Por ejemplo, en países de América Latina como México han ocurrido cambios políticos, institucionales y económicos muy abruptos que en algunos años se han traducido en lo que podríamos llamar cambios de regímenes, como en el caso de los procesos de autonomización de los bancos centrales y de modificación de los regímenes cambiarios. Sin embargo, en años recientes se han fortalecido los arreglos institucionales justamente con el fin de evitar sorpresas o modificaciones abruptas en la percepción y la formación de expectativas de los agentes económicos. De esta manera, consideramos que la no credibilidad de los agentes a la política económica y, por tanto, la actuación en contra de ésta hasta neutralizarla pueden aceptarse para episodios muy definidos del pasado, pero ya no en contextos institucionales contemporáneos, en los que además la política ha dejado de influir tan decididamente en la economía.

Clive Granger (2001:18) señala que ha declinado de manera relevante la importancia que se le adjudicó a las expectativas racionales, particularmente en los modelos de gran escala. De igual modo, “en series de tiempo, los modelos univariados ya no se consideran como relevantes para la mayoría de los propósitos prácticos de la economía”.

Además de las dos críticas recién mencionadas han existido otros factores de naturaleza distinta, pero también muy importantes, que han actuado en favor del desuso de los modelos macroeconómicos y que además son poco tratados en la literatura convencional. Entre los más importantes podemos mencionar los siguientes:

²⁸ A este procedimiento Klein le ha llamado *técnica de estimación de información de alta frecuencia*. Véase Klein y Coutiño (2002).

²⁹ Por su gran importancia, estos aspectos se desarrollan a detalle en el capítulo siguiente.

- Fair (*op. cit.*: 1) señala que en la *época dorada* de la CC hubo una fuerte *comercialización de los modelos*, lo cual provocó el alejamiento de la investigación básica respecto a la aplicada y que elementos que ya se habían destacado desde su interior y con mucha anterioridad, no fueran incorporados ante la priorización de generar diagnósticos y pronósticos oportunos para los clientes.
- Los altos costos de elaboración, manejo y mantenimiento de los modelos completos provocaron la utilización de técnicas alternativas más sencillas y más baratas, como los modelos ateóricos de series de tiempo univariantes y uniecuacionales. En general, el mantenimiento de los modelos estructurales es muy costoso en cuanto a tiempo y recursos humanos; estos últimos deben ser muy calificados, conocedores y experimentados en la teoría y en el trabajo empírico, como ya se manifestó en el capítulo 3.
- Asimismo, y en la medida en que los modelos actuales se construyen con cientos de ecuaciones y variables, se requieren series estadísticas largas que deben actualizarse sistemáticamente debido a que con cierta periodicidad cambian las observaciones de base para las deflacciones. En el mismo sentido, y como los modelos estructurales tratan de reproducir sistemas completos, se requiere de una multitud de transformaciones algebraicas que también cambian ante las modificaciones de los sistemas contables de los países. De igual modo, la complejidad en la especificación y el manejo de los modelos estructurales exige conformar equipos de profesionales que sigan muy de cerca el avance y desarrollo de la teoría económica, de la teoría econométrica y de la práctica misma. No está de más decir que las crecientes restricciones presupuestales de las instituciones dificultan la realización de estas actividades.

Además de los factores anteriores hay otros obstáculos importantes que han afectado en forma determinante el desarrollo académico y la elaboración de los modelos macroeconómicos completos, como son:

- a) Las agencias de consultoría o los académicos que utilizan *modelos de predicción* no dan a conocer sus técnicas y métodos de estimación, ya que temen la imitación y el posible perfeccionamiento por parte de sus competidores. Esto ha evitado el debate, la crítica y, por tanto, el desarrollo de la técnica.
- b) En el sector público, gran parte de los trabajos econométricos y otros documentos relacionados se elaboraron hace casi tres décadas, cuando se vivía un contexto presupuestal más relajado. En ese entonces, áreas completas de varias dependencias oficiales podían asignarse a la elaboración y mantenimiento de modelos.³⁰ Actualmente, estas actividades se realizan en muy pocas áreas de la administración pública³¹ y, al igual que las consultorías privadas, las metodologías utilizadas son confidenciales o de circulación muy restringida.
- c) Gran parte de la bibliografía que sustenta a los modelos desarrollados en nuestro país se encuentra en pocas manos o en bibliotecas particulares debido a que se hicieron ediciones limitadas.
- d) A pesar de que la mayoría de los libros de texto de econometría incorpora por lo menos un capítulo para los modelos estructurales (multiecuacionales), es muy escasa la literatura que explica cómo elaborar y utilizar en la práctica un modelo. Por lo tanto, son muy pocos los estudiosos de la economía que aprenden a construir y manejar estos modelos.

³⁰ Parece que a fines de los años setenta y principios de los ochenta del siglo pasado, en México coexistieron simultáneamente varios modelos institucionales, entre ellos *Hacienda* (SHCP, 1979), *Galileo* y *Modem*. Una descripción general de estos modelos puede verse en Castro *et al.*, 2000.

³¹ Y además en unidades muy específicas de las dependencias involucradas con el manejo de la política económica, como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco Central.

- e) La mayoría de los primeros modelos que se hicieron para México fueron producto de tesis doctorales o de actividades profesionales muy específicas, lo que evitó que hubiera una continuidad de sus desarrollos y dificultó su difusión. Todo ello ha obstaculizado el surgimiento de una *escuela* de modelación en México. Esto contrasta con lo que ha ocurrido en otros países desarrollados como España, donde desde hace varias décadas se instituyeron centros de modelación.³²
- f) La denostación de la técnica ha hecho poco atractivo que los investigadores y los estudiantes de econometría trabajen con ella o que abiertamente lo acepten.³³
- g) Encontramos un último elemento que tiene que ver con el problema de la información estadística de los países de menor desarrollo y que se mencionó en el capítulo 2.

Como resultado de las críticas y las dificultades mencionadas, en general ha tendido a debilitarse el trabajo de construcción de modelos completos. Sin embargo, es innegable que muchas agencias de consultoría y oficinas gubernamentales que hacen predicción de economías completas los siguen utilizando.

Todos los factores señalados en este capítulo son los que a nuestro juicio explican la existencia de un *cierto vacío* sobre el tema y, más aún, sobre el uso de la técnica. Sin embargo, deben mencionarse algunos modelos académicos completos que se han publicado recientemente para la economía mexicana, como el de Armenta *et al.* (2001), Castro *et al.* (*op. cit.*) y el de Loría (2004). Este último funciona regular e ininterrumpidamente desde 1998.

Como se verá en el capítulo siguiente, las críticas que hemos presentado se han resuelto en su gran mayoría y la experiencia propia en el manejo de los modelos estructurales completos nos permite ser optimistas en cuanto a la conveniencia de su uso y desarrollo.

En conclusión, los modelos estructurales, cuya paternidad le corresponde en alto grado a Lawrence Klein, de ninguna manera han pasado de moda ni tampoco tienen un nivel académico y de prospección inferior a otras técnicas. Por el contrario, consideramos que siguen siendo el instrumento idóneo por excelencia para tratar de recoger de manera integral y congruente el comportamiento general de un sistema económico, cualquiera que sea su tamaño.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) Las políticas monetarias y fiscales activistas se han criticado fuertemente como consecuencia de la hipótesis de la obsolescencia de la curva de Phillips tradicional y del efecto Barro-Ricardo.
- b) Se les denomina modelos estructurales a aquellos que a través de la incorporación de muchas *ecuaciones de comportamiento* pretenden captar la esencia de las relaciones estructurales que determinan las variables económicas y que conjuntamente representan el funcionamiento de una economía.
- c) La característica básica y esencial de los modelos de la CC es la asignación (distinción) arbitraria de (entre) variables exógenas y endógenas.
- d) El problema de la identificación es crucial en la discusión de la teoría econométrica.
- e) La esencia de la crítica de Lucas menciona que los parámetros estimados por los modelos son dependientes de los cambios de reglas de política económica y de las expectativas que forman los agentes.

³² Tal es el caso del modelo *Warthon-UAM* que se mantiene totalmente activo en el Instituto Lawrence Klein, Centro Stone, de la Universidad Autónoma de Madrid.

³³ Al respecto véase comentario de Cassidy (1996) en la introducción del capítulo siguiente.

TÉRMINOS CLAVE

- asignación *a priori* de variables exógenas y endógenas
- causalidad
- Comisión Cowles
- crítica de Lucas
- curva de Phillips
- econometría estructural
- ecuaciones de comportamiento
- modelo Klein-Golberger
- modelos estructurales
- nueva econometría estructural
- Sociedad Econométrica

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. Discuta la propuesta de Sims y su validez.
2. A qué se refiere el término filosofía de los modelos estructurales.
3. Identifique dentro de su modelo las variables endógenas y exógenas, así como el número de identidades contables y de transformaciones algebraicas.
4. Trasforme sus ecuaciones de la forma estructural a la forma reducida.
5. Mencione en qué consiste la *crítica de Lucas*.
6. ¿Considera que los argumentos planteados en favor de los modelos estructurales inhiben los efectos expuestos por la crítica de Lucas?
7. Además de los obstáculos presentados en la elaboración de modelos econométricos, ¿qué otro considera relevante para su desarrollo?

HACIA UNA NUEVA
ECONOMETRÍA ESTRUCTURAL

*La economía es una ciencia de pensar en términos de modelos,
junto con el arte de escoger los modelos
que son relevantes al mundo contemporáneo.*

John M. Keynes (1937)*

Introducción

En el capítulo anterior presentamos las críticas teóricas, de pronóstico y de manejabilidad que se han hecho a los modelos macroeconómicos estructurales (MME) desde hace varias décadas. También destacamos los problemas prácticos y financieros que les afectaron y que, en conjunto, ocasionaron que estos modelos entraran en desuso en el ámbito académico, aunque no en el comercial ni el profesional, en la tarea de hacer pronósticos congruentes para muchas variables macroeconómicas.

La crítica académica fue dura, al grado de que en la profesión desde entonces se aceptó el juicio popular –“sumario”– de Robert Lucas. En este punto cabe mencionar la nota que presenta Cassidy (1996) en cuanto a que, dada la revolución de las expectativas racionales, en adelante resulta muy poco elegante y adecuado decir que se trabaja con ese tipo de modelos de fuerte tradición keynesiana: “Para 1980, Lucas podía justificadamente presumir de que uno no puede encontrar buenos economistas menores de cuarenta años que se identifiquen a sí mismos, o a su trabajo, como keynesianos [...]. En los seminarios de investigación la gente ya no se toma en serio las teorizaciones keynesianas: el público comienza a murmurar y reír entre sí”. Sin embargo, lo cierto es que a pesar de este tipo de comentarios –que han sido abundantes dentro de la nueva ortodoxia– los *policy makers* han sido muy pragmáticos y, en virtud de que tienen que dar respuestas concretas a problemas concretos, “no se ríen tanto”. En consecuencia, estos modelos se siguen utilizando en la *práctica dura* de pronóstico y de política. En palabras de Cassidy (*ibid.*: 16), los *policy makers* no creen en la *crítica de Lucas* al definir las políticas, por lo que “en la Casa Blanca y en la Reserva Federal han tendido a ignorar los consejos de Lucas”.

De acuerdo con lo anterior, parecería que la práctica econométrica ha avanzado en dos direcciones distintas: los que tienen que utilizar estos y otros modelos para enfrentar la problemática cotidiana real, y los que hacen teoría pura a partir de sus preocupaciones académicas, sin tener mucho compromiso con la actuación oportuna.

En este capítulo veremos que esta disyuntiva fatal no tiene por qué existir necesariamente. Ahora es posible tener una práctica econométrica balanceada, que evite caer en ortodoxias y, al mismo tiempo, generar productos social y académicamente útiles. La vida no tiene por qué ser de un solo color. Es mucho más compleja.

* Citado por Cassidy (1997:13).

También presentamos los fundamentos que sustentan a la *nueva macroeconometría estructural* (NME), a partir de responder puntual y sólidamente a las principales críticas desde el enfoque de la estrategia progresiva propuesta por Hendry (1980). Al hacerlo, consideramos que es posible recuperar la esencia y los objetivos de los modelos estructurales debido a que se logran captar las relaciones económicas fundamentales que caracterizan y determinan el comportamiento de la estructura de una economía contemporánea a partir del concepto de sistema abierto y dinámico.

Creemos que estos modelos siguen siendo instrumentos muy útiles para cumplir con los objetivos que le han dado razón de ser a la econometría desde sus inicios, al seguir realizando con profundidad y heurísticamente: análisis estructural, evaluación de políticas y de choques, predicción y prospectiva. Ninguna otra metodología puede cumplir tan simultánea y ampliamente estos objetivos. Esto es así en virtud de que el análisis estructural fundamentado en un concepto de sistema interrelaciona, por naturaleza, a todas sus partes y a éstas con el exterior. Por ello es que sigue aportando una comprensión integrada y heurística de la realidad económica y, en consecuencia, posibilita la introspección pasada, actual y futura.

A partir de que los nuevos modelos logran responder a los fuertes cuestionamientos de las décadas pasadas, se convierten en poderosos instrumentos que evalúan la sensibilidad conjunta del sistema; permiten analizar la naturaleza, la dependencia y las interrelaciones dinámicas que existen entre sus partes y, por lo tanto, generar respuestas congruentes ante los cambios de algún componente o de todos, así como ante los estímulos externos, y nos permiten conocer el tipo de ajuste y el tiempo en el que el sistema restablece su posición de equilibrio.

El proceso que ahora seguimos es contrario al original de la CC, puesto que este último partía de un modelo teórico (lógico-verbal) y a veces también matemático, el cual, a través de manipulaciones deliberadas, hacía que los datos respondieran a la teoría preconcebida. Por ello, se les acusó de caer en el manipuleo deliberado o minado de datos (*data mining*) y muchas veces se cuestionaron sus resultados estadísticos. Ahora partiremos de darle un peso muy relevante a la estructura de los datos y de que no podemos imponer relaciones causales *a priori*, debido a que esto lo determina el *proceso generador de información* (PGI), el cual es desconocido para el investigador y que trata de ser aproximado por la modelación misma. Para tal efecto, seguiremos el método sugerido por Hendry que propone una aproximación progresiva al PGI a través de una búsqueda probabilística con un mínimo de restricciones.

En este enfoque, que de algún modo fue sugerido por Haavelmo (1944) y por otros autores, todas las variables participantes se consideran aleatorias y se pueden representar a partir de distribuciones conjuntas. Las relaciones que se establecen entre ellas se expresan como innovaciones y se generan, en consecuencia, de las características estocásticas de las series económicas involucradas. Ahora las innovaciones representan la desviación de la variable aleatoria condicionada respecto a su media, que también es condicional. De lo que se trata en el proceso de estimación es de que estas innovaciones sean *ruido blanco*, lo que significa que no contengan información importante o sistemática –aún utilizable– respecto a los determinantes del modelo que se ha definido, y que tampoco tengan memoria; es decir, que su media sea cero, su varianza constante y que su autocovarianza dependa únicamente de la distancia entre las observaciones de la muestra:

$$\begin{aligned} E(u_i) &= 0 \\ \text{var}(u_i) &= E(u_i^2) = \sigma^2 \\ E(u_i u_j) &= 0 \quad \forall \quad i \neq j \end{aligned}$$

Esta concepción asume que los datos disponibles proporcionados por los sistemas de contabilidad de los países recogen hechos económicos reales que se producen todos los días a partir de las decisiones de los agentes económicos. En ese sentido, es plausible aceptar que estos actos, que se recogen y representan de maneras desconocidas y que finalmente se plasman en datos concretos, ahora deben considerarse como realizaciones concretas de esas variables aleatorias. Es decir, se plasman en números concretos que se ponen a disposición del público. Éste es el carácter distintivo del concepto de PGI.

Por los elementos anteriormente señalados, las realizaciones representan comportamientos e interrelaciones muy complejos pero que, en última instancia, reflejan conductas optimizadoras de los agentes económicos, tanto porque buscan maximizar su utilidad (sujeta a restricciones de diverso tipo) como porque en verdad lo logran. Esto no significa, sin embargo, que aceptemos las fuertes implicaciones que se derivan de la hipótesis de las *expectativas racionales* en el sentido de que los agentes conocen el modelo verdadero de la economía y de que actúan en contra de las políticas económicas cuando éstas tratan de desviar el “equilibrio natural” del sistema económico. Solamente supone que los individuos, a partir de que tienen y conocen sus restricciones específicas, se esfuerzan por obtener los mejores resultados de sus conductas económicas. Esto implica aceptar que al hacer econometría estamos estimando necesariamente –aun sin saberlo– relaciones de equilibrio.

De esta manera, los modelos de la NME tratan de capturar estos comportamientos maximizadores a partir de no imponer restricciones *a priori* en cuanto a exogeneidad, orden de rezagos, linealidad y cointegración. Todo esto se tiene que probar rigurosamente. Las consideraciones anteriores, relativas al comportamiento racional de los individuos, son congruentes con el planteamiento de Hendry (1980: 28), el cual señala que no es necesario describir explícitamente todas o cada una de las conductas individuales. Para ello presenta una metáfora con un alto contenido de ironía: “puede ser útil tener fundamentaciones microeconómicas para los modelos macroeconómicos, pero no es esencial y puede ser contraproducente. Si fuera necesario que en las ecuaciones de hidrodinámica se especificara el movimiento de cada molécula de agua, una teoría de las olas del océano (mareas) estaría más allá de los medios de la ciencia del siglo xx”.

Debemos considerar que estos microcomportamientos están recogidos –de un modo o de otro– en los datos disponibles o realizaciones que captura el PGI. Es cierto, por otro lado, que tanto las circunstancias como las restricciones cambian, pero no la lógica de las conductas (los principios de maximización) de los individuos. Por eso Hendry (*op. cit.*) afirma que “los econométristas conceptualizan estos sistemas como procesos complejos, no lineales, interdependientes, multivariados, que se ajustan dinámicamente a los desequilibrios”, en donde las expectativas y la información ante y en respuesta a los choques y las políticas son importantes.

Con estas consideraciones nos queda claro que la concepción moderna, la cual prevalecerá en este texto, es que la econometría pretende estimar un modelo estadístico construido por un conjunto de ecuaciones o representaciones que replique al PGI. Este enfoque le otorga mucha importancia a la estructura propia de los datos y no la subordina a una teoría económica preconcebida. El mismo Hendry (1980: 22) señala que las series de tiempo relevantes son imprecisas y fuertemente desconfiables y no existen para largos periodos temporales o, en su defecto, se construyen series largas a partir de diversos artificios estadísticos y algebraicos que a fin de cuentas son hipótesis sobre el comportamiento de los hechos económicos que en verdad ocurrieron. Este enfoque probabilístico sugiere que los datos macroeconómicos son una muestra aleatoria seleccionada por naturaleza, derivada de una distribución hipotética que gobierna la realidad, pero que no es observable.

La incorporación de estos argumentos modifica y caracteriza sustancial y definitivamente a este nuevo enfoque en comparación con el de la CC. De esta consideración se desprenden ahora conceptos que desde hace varias décadas han permeado a la econometría contemporánea de series de tiempo, como son: *exogeneidad* (débil, fuerte y súper), *estacionalidad*, *cointegración* y *mecanismo de corrección de error*. Su intención es evitar incurrir en los errores y limitaciones del enfoque anterior, particularmente en el de la *espuriedad*.

6.1 METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS

De acuerdo con Hall (1995), como una alternativa a los MME “se pasó de la modelización relativamente simple” al uso de instrumentos altamente sofisticados que incluyeron expectativas, cointegración, modelos ateóricos de series de tiempo y modelos de equilibrio

general computables. Sin embargo, y a decir del mismo autor, estos modelos más sofisticados no fueron necesariamente mejores que sus predecesores tanto en pronóstico como en el análisis de política.

Si bien durante algún tiempo los modelos de equilibrio general computable y los modelos de vectores autorregresivos aparecieron como una alternativa frente al aparente colapso de los MME, no parecen haber resuelto los problemas esenciales que criticaron.

Hall (1995: 874-875) afirma que, a pesar de las alternativas metodológicas que se plantearon desde los años setenta, los MME siguen siendo el enfoque más adecuado para comprender la conducta macroeconómica conjunta e intertemporal que caracteriza a una economía real. De igual manera, estos modelos todavía siguen siendo el instrumento más poderoso para hacer análisis de política. Argumenta que no se ha logrado resolver la aparentemente *devastadora crítica de Sims* (centrada en el problema de la identificación), ni siquiera con los modelos de cointegración. Aunque en su artículo no señala las razones, podemos intuir que ello se debe a que el *problema de la identificación y de especificación*—como se señaló en el capítulo anterior— es principal y *eminentemente filosófico*, no algebraico.¹ En consecuencia, la asignación de variables que explican a un fenómeno tiene que provenir forzosamente de la teoría económica y de la intuición analítica del modelador y probarse de manera rigurosa desde la estadística. En ese sentido, y una vez que se ha asentado el polvo que alzó la teoría de las *expectativas racionales*, Clive Granger (1999: 10, 15) apoya la hipótesis central del artículo seminal de Hendry (*ibid.*): “La modelización debe comenzar por una teoría relevante. El mecanismo generador de datos (PGI) tiene que ver con cómo los agentes económicos toman decisiones y cómo éstas se capturan a través de los datos disponibles. El modelaje consiste en captar esos datos. Es una aproximación”.

Entre mediados de los años setenta y fines de los ochenta del siglo pasado, la preocupación central del nuevo consenso teórico fue la incorporación de las *expectativas racionales*. Hall señala que Fair (1979) fue de los primeros en incorporarlas en las funciones de futuros de bonos, en el mercado de valores y en los tipos de cambio, lo que requirió el desarrollo de *modelos no lineales* y la comprensión de las múltiples implicaciones de las expectativas de los agentes en la *política económica* y en el *pronóstico*. Sin embargo, estos esfuerzos no desembocaron en la generación de mejores modelos para los propósitos centrales de la econometría. Por otro lado, aun cuando hubo un interés generalizado² por este tema, *vis á vis* los MME, no parece haberse resuelto en términos de haber desembocado en un *enfoque econométrico alternativo*. A partir de los resultados obtenidos y de los registros de la práctica econométrica disponible, este espinoso tema tiene su mejor expresión y foro de discusión en la teoría económica y no en la estimación, debido a que no es posible modelar con solvencia consistencia temporal, información incompleta, aversión al riesgo y credibilidad³ dentro de un sistema completo de ecuaciones. Por esta razón, su principal discusión deberá darse en el ámbito estrictamente teórico. Mientras que en la práctica, por donde pueden conciliarse estos argumentos es a través de la estimación constante y la elaboración de múltiples pronósticos a partir de la construcción de diversos escenarios. Haciendo profundas reflexiones sobre las lecciones del pasado y la agenda a futuro, Granger (2001: 18) señala que en los últimos treinta años ha habido cambios importantes en las teorías utilizadas y muchas de las críticas se han debilitado de manera considerable. En concreto, menciona la declinación en el énfasis por la identificación así como en la incorporación de las *expectativas racionales* en los modelos de gran escala: “[...] la importancia de las *expectativas racionales* es menor de lo que en su momento se pensó”. Por otro lado, y desde el ámbito estrictamente probabilístico, la *modelación de las*

¹ En palabras de Stock y Watson (2001: 2), para “resolver de la identificación (causación *versus* correlación) se requiere teoría económica o conocimiento institucional”.

² Se trató de incluir este argumento teórico al construir los modelos de Inglaterra, Finlandia, Australia y Estados Unidos, entre otros países.

³ Como se sabe, todos estos temas caen en el ámbito de las expectativas racionales.

expectativas racionales tiene problemas de origen debido a que, según Hendry (1980: 25), éstas no satisfacen el criterio de *exogeneidad débil*.⁴

La segunda alternativa metodológica que surgió frente a los MME se plasmó en los *modelos de equilibrio general computable*. Hall (*op. cit.*: 983) señala que en estos modelos, las dudas respecto a que de verdad sean un sustituto de los MME son mayores, puesto que su parametrización es *naive*⁵ debido a que se calibran en forma arbitraria hasta que –de acuerdo con el criterio del economista– se obtiene el resultado buscado, que es necesariamente de *limpieza de mercados*. Esto significa que a las funciones que componen el sistema se les imponen elasticidades que tal vez no tengan fundamentación empírica. En el mejor de los casos, ¡se importan de los modelos macroeconómicos!

De esta manera, la *identificación*, las *expectativas racionales* y la *espuriedad*, que fueron los puntales de la crítica a los MME, no se resuelven con estos modelos que pretendieron ser mejores alternativas.

Por otra parte, hay que recordar que algunos autores –citados en el capítulo anterior– señalaban que modelos de elaboración más barata, como los ateóricos de series de tiempo, podrían generar mejores pronósticos. Sin embargo, además de que son completamente ajenos al concepto integrador de sistema, según Hall (*ibid.*: 981), “no parecen generar estimaciones precisas sin aumentar su eficiencia por la teoría”. Por otro lado, consideramos que en la *modelación*, si bien hay comportamientos que se explican en mucho por cuestiones estacionales,⁶ la fundamentación teórica para explicar un fenómeno no puede relegarse de manera determinante. No debe hacerse *empiria* sin una teoría relevante, a menos de correr altos riesgos que se traducen en recomendaciones de política o en afirmaciones académicas poco fundamentadas. Kant decía que la teoría sin *empiria* está vacía, pero la *empiria* sin teoría está ciega. Granger (2001: 18) es categórico al afirmar en esta misma dirección que “[...] en series de tiempo los modelos univariados no pueden considerarse modelos relevantes para la mayoría de los propósitos prácticos de la econometría, aunque se utilicen como vehículos experimentales para estudiar nuevos modelos y técnicas”.

A comienzos de la década de 1980 surgió una alternativa más cercana a los MME –y también muy poderosa– con el uso de los *modelos de vectores autorregresivos*, que pretenden ser una buena combinación de técnicas de series de tiempo con argumentos provenientes de la teoría económica.

Lo interesante a destacar de todo lo que hemos presentado hasta este punto es que las críticas y las metodologías expuestas han contribuido al desarrollo constante e intenso de la profesión, con la intención de proveerle el estatuto científico que ha sido seriamente cuestionado desde hace varias décadas. Consideramos que la economía aplicada –al igual que todos los campos del conocimiento humano– es un área en constante movimiento. No puede ser estática en un mundo que se mueve cada vez más aprisa. Por esa razón es que creemos que no podemos desechar *a priori* ninguna de las técnicas mencionadas, porque cada una tiene alcances precisos, al igual que limitaciones intrínsecas. No puede haber una metodología universal para medir, evaluar y pronosticar todos los fenómenos que nos rodean. Pretenderlo sería caer en una especie de *fundamentalismo teórico* que mucho ha dañado no sólo a la convivencia humana, sino también al desarrollo de la ciencia. Insistimos, no se puede exigir que una sola metodología cumpla con todos los propósitos del análisis aplicado, así como tampoco que el econometrista domine con solvencia todas las técnicas. Lo importante es destacar que cada una servirá para obtener determinados propósitos y que, en el mejor de los casos, su utilización adecuada –esto es, la construcción de modelos mixtos– podrá generar mejores resultados si y sólo si se logra una combinación

⁴ Este punto se analiza en el apartado 6.3.1.

⁵ En general, este término se ha utilizado en la jerga econométrica para referirse a procedimientos poco elaborados o poco fundamentados en la práctica rigurosa, y que más bien se basan en el sentido común o en la extrapolación directa del pasado.

⁶ Como el clima, las vacaciones o cualquier otro convencionalismo socialmente pactado; o también por fenómenos que ocurren con regularidad, como los ciclones, las nevadas, etc.

virtuosa de los alcances de cada técnica y, al mismo tiempo, se hace una reflexión honesta de sus alcances y limitaciones.

Para nuestro caso concreto, que pretendemos modelar un sistema económico completo y complejo, que no funciona en equilibrio permanente, no sólo por la ocurrencia de *choques aleatorios* sino porque existen rigideces de muy diversos tipos,⁷ estaremos más enfocados al uso de *modelos multiecuacionales estructurales*. Pero ello no significa que algún fenómeno relevante no pueda modelarse con *modelos uniecuacionales*. La regla de conducta básica en la econometría aplicada es que no hay reglas definitivas, sino tan sólo procedimientos más solventes que otros y cuya validez está definida para un espacio y tiempo determinados.

El tratamiento de los fenómenos puede abordarse desde *estimaciones uniecuacionales estructurales*, si la naturaleza de los datos así lo permite; esto es, que todas las variables involucradas sean exógenamente débiles en la *especificación* que se elabore. También es plausible usar *modelos uniecuacionales ateóricos* cuando el único objetivo es hacer *pronóstico* de corto plazo y para una sola variable, sin considerar factores importantes provenientes del análisis económico o del interés particular del analista. Es decir, es conveniente dejar que los datos hablen por sí mismos, aun cuando en este caso extremo en que no se incorpora teoría económica, la técnica y la identificación estadísticas que utilice el investigador también influyan en los resultados. No hay técnicas ni procedimientos *químicamente puros*. Reconocer estas circunstancias es una buena manera de comenzar a entender una ciencia y de iniciar su práctica.

6.2 EL EQUILIBRIO PROPUESTO POR LA NUEVA MACROECONOMETRÍA ESTRUCTURAL (NME)

Por principio de cuentas debemos señalar que la nueva econometría estructural (NEE) es la que define a la NME y es la que aquí adoptamos, y pretende conseguir –en todo momento– un equilibrio entre las siguientes entidades:

- Fortaleza de los argumentos provenientes de la teoría económica.
- Búsqueda de utilidad social y científica de la práctica econométrica.
- Análisis de las características estadísticas particulares de cada serie involucrada en la estimación, con el fin de darle la debida importancia a la estructura de los datos en la práctica econométrica.
- Seguimiento de una estrategia progresiva y rigurosa de *estimación*.

El trabajo (esfuerzo) econométrico consiste, pues, en transformar el modelo teórico en un modelo estimable que balancee los argumentos señalados. No puede subordinarse ninguno de ellos. De lo contrario, no se tendrá una buena aproximación al PGI y ello puede conducir a errores importantes en la inferencia y, en consecuencia, en la propuesta de políticas económicas. Estas características no le quitan a la econometría su carácter *ad hoc* –que a fin de cuentas es inevitable–, el cual fue totalmente aceptado por el mismo Hendry (1980: 26) al cuestionar severamente a la *econometría tradicional* y compararla con la *alquimia*. Pero él mismo afirma que en la medida que se realicen las pruebas de correcta especificación que sugieran con un alto porcentaje de confianza que el modelo cumple con las exigencias de la econometría moderna, estaremos dentro de las exigencias del método científico.

Este enfoque plantea que la *modelación macroeconométrica* es una estrategia progresiva de búsqueda⁸ y, por lo tanto, esencialmente dinámica que exige la contrastación de los

⁷ Mismos que se presentarán y discutirán al especificar sus ecuaciones constitutivas.

⁸ De ahí su carácter heurístico en los términos ya definidos.

modelos, cualquiera que sea su metodología, con el fin de detectar los malos modelos⁹ y producir otros cada vez mejores. En esta búsqueda de relaciones, esencial y naturalmente complejas, resulta indispensable la representación de un sistema económico a través de las ecuaciones necesarias.¹⁰ Esto es, la búsqueda actual no es contraria a la filosofía original de la CC en cuanto a que la comprensión de una realidad compleja requiere abordarla desde el enfoque de sistemas, cuyos elementos están interrelacionados internamente y con el exterior. Lo que hace ahora es dotarla de mayor fuerza proveniente de la teoría estadística, con lo que presumiblemente tendrá mayores probabilidades de mejorar y aumentar sus alcances.

De los cuatro factores señalados que deben equilibrar la práctica econométrica, ya hemos tratado el primero. Los dos últimos serán el objetivo central de este capítulo, por lo que ahora conviene hacer algunas anotaciones sobre el segundo, el que se refiere a la utilidad social y científica de la práctica econométrica. Aquí defenderemos el principio de que, al igual que cualquier otra actividad humana, el trabajo científico debe tener o generar un beneficio directo o indirecto para la sociedad. En este sentido, defendemos la postura que aboga por la utilidad social en términos de que la ciencia potencialice la sobrevivencia planetaria y contribuya al mejoramiento de las condiciones generales de vida de todos los organismos existentes, en un contexto de equilibrio y sustentabilidad. La economía en general y la econometría en particular deben tener siempre un sentido claro de utilidad social, a partir de mantener un estatuto científico y humanístico. Lo ideal es que abarquen estos propósitos, aunque no es fácil. Pero no por ello deben perderse de vista.

No está de más decir que por el hecho de no haberse resuelto, ni con mucho, los principales problemas sociales y económicos que aquejan a la mayor parte de la población mundial, en los últimos años se ha cuestionado severamente la razón de ser de la ciencia económica y, sobre todo, de la econometría. Cassidy (*op. cit.*: 17) plantea que con frecuencia el público común y corriente critica el que muchos economistas estén involucrados en esfuerzos intelectuales que guardan poca relación con los problemas señalados. Por lo tanto, llega a ocurrir que el trabajo de investigación y en ocasiones también el de la práctica económica se reducen a un gigantesco y caro juego intelectual que se ha ganado fuertes cuestionamientos en cuanto a lo que se está haciendo en y por la disciplina, en particular con los recursos sociales que se le asignan. En este tenor, Cassidy (*ibid.*: 19) consigna que el célebre economista Gregory Mankiw considera que no hay correspondencia entre el financiamiento que se recibe en la profesión para hacer investigación y los progresos que ésta ha hecho para elevar el bienestar de la humanidad. Sin embargo, ello no debe conducirnos a concluir que lo mejor sería acabar con la investigación económica, sino a una profunda reflexión que conduzca a una reorientación fundamental.

La pregunta es, entonces, ¿quién define qué tipo de investigación es la adecuada y, por lo tanto, cuál debe ser financiada? ¿Es acaso sólo la que produce recomendaciones específicas de política? ¿O, por el contrario, debe ser aquella que genera conocimiento básico sin ningún efecto aparente o inmediato sobre la realidad concreta?

Aun cuando no pretendemos aquí –de ninguna manera– perfilar respuesta alguna, lo importante es por lo menos tener presente que esta disyuntiva existe y se le plantea a los investigadores.

Sobre este difícil punto, Hendry (*op. cit.*) cita a Keynes: “Si el método no puede probar o desaprobar una teoría cualitativa y si no puede dar una guía cuantitativa al futuro ¿vale la pena? Por supuesto que no es una manera lúcida de describir el pasado” y nosotros añadiríamos que no sólo eso, sino que es inútil para actuar sobre el futuro, que es el que

⁹ En términos generales, podemos decir que es más fácil distinguir el error que obtener el acierto o, aún más, hacer el aporte; asimismo, es más fácil detectar una mala metodología (o un mal modelo) que proponer una mejor.

¹⁰ No puede plantearse de antemano cuántas. Nuevamente, éste es un asunto pragmático que se resuelve al hacer econometría, al tratar de responder las preguntas que va planteando la realidad o el modelo mismo.

en el sentido más elemental de sobrevivencia nos debe ocupar. Finalmente, alguien tiene que hacerlo.

Con frecuencia ocurre que en artículos académicos o en congresos científicos se confiesa que después de hacer diversas estimaciones (del tipo que sean, pero que impliquen algún grado de exigencia estadística o matemática) no se obtuvieron resultados concluyentes, lo que lleva a reflexionar sobre la pertinencia del esfuerzo y la financiación que se recibió para llevar a cabo el proyecto en cuestión. En último caso, la obtención de un resultado sólido es la única justificación de haber asignado tiempo y recursos. ¿Se puede decir, con honestidad, que hay alguna otra?

Sin embargo, tenemos que ser muy cuidadosos como para afirmar con contundencia que la no obtención del resultado buscado es necesariamente un fracaso. Bien podría ocurrir que en el proceso de investigación aparecieran cosas, resultados o datos no previstos que exigieran una explicación a partir de instrumentos, pruebas o metodologías diferentes a los planteados originalmente y que incluso no fueran conocidos por el investigador, lo cual obligara a realizar un aprendizaje forzado *sobre la marcha* que no concluyera felizmente. Pero también podría deberse a una mala práctica científica, econométrica en nuestro caso. También cabría pensar que, en muchos casos, estos *no resultados o resultados negativos* podrían deberse a que no se consideró la importancia del equilibrio propuesto y que, en su lugar, se privilegió uno o algunos de los cuatro argumentos ya mencionados. En este caso, y solamente en éste, el *resultado negativo o el no resultado* deben entenderse como algo inadecuado, producto de una mala práctica o de una metodología incorrecta. Tampoco está de más decir que con frecuencia se deben a sofisticaciones excesivas que muchas veces rebasan los requerimientos necesarios para cubrir el objetivo propuesto.¹¹ Tal es el caso de la práctica sobrada que se pierde en el preciosismo de ciertas técnicas, sin considerar las propiedades y las estructuras reales que están detrás de los datos o también de la aplicación de hipótesis muy alejadas de lo que supone la realidad (el PGI) en cuestión.

En suma, el *no resultado es un resultado* que el analista tendrá que asumir, reflexionar y analizar con mucha profundidad, y que deberá discutirse ampliamente en la disciplina para probar su validez y de esta manera contribuir en el avance de nuestro conocimiento de las cosas.¹² Frente a esta circunstancia, relativamente común en el trabajo aplicado, a decir de Pérez (1998: 85), es necesario proponer una economía y una econometría para actuar, que debe alejarse del “cientificismo a ultranza en que ha incurrido la profesión y que ha conducido a una cierta encefalitis económica, en la que la cabeza pensante se ha distraído en las más diversas elucubraciones y ha descuidado mandar instrucciones precisas para el movimiento de las terminales nerviosas que son las que finalmente generan actividad”.

6.3 LA METODOLOGÍA DEL NUEVO ENFOQUE ECONOMÉTRICO

Con la finalidad de ser lo más precisos posible y describir lo que puede constituir una agenda permanente en el trabajo econométrico aplicado y comprometido, presentamos a continuación los dos últimos argumentos (análisis estadístico riguroso de las variables y seguimiento de una práctica progresiva) que conforman nuestra *ecuación de balance* y que necesariamente deben guiar a la investigación aplicada.

Basándonos en Hendry (*op. cit.*), Intriligator *et al.* (1996) y Hall (1993 y 1994), a continuación presentamos los errores más comunes que se cometen en la práctica econométrica. Detectarlos y corregirlos implica lograr el balance que acabamos de referir:

- a) **Plantear modelos incompletos**, al omitir variables relevantes. Esto generalmente ocurre al no seguir la metodología *de lo general a lo particular*.

¹¹ Para decirlo en términos coloquiales, se usa un cañón para matar una mosca.

¹² Véanse en el capítulo 4 los hallazgos serendipíticos.

- b) **“Construir modelos con variables inobservables**, tales como expectativas” (sic) (Hendry, *ibid.*: 20).¹³
- c) **Hacer estimaciones con datos mal calculados o mal transformados.** Este tipo de error es muy común y puede deberse a la impericia del analista o a no poner el cuidado necesario en las transformaciones que naturalmente tienen que hacerse. Ejemplos muy comunes son: *a)* calcular de manera incorrecta logaritmos, variaciones, tasas de crecimiento o aplicar rezagos de las series originales; *b)* errores al expresar o leer las series en números índice o, al revés, de números índice pasar incorrectamente a unidades de medida precisas como valor monetario (real o nominal) o personas. También es muy común incurrir en estos errores al actualizar series a partir de la aplicación de sus variaciones o cuando las autoridades o los analistas cambian la observación de referencia o de base.
- d) **El uso indiscriminado de variables *proxy*.** Esta práctica puede llevar a obtener correlaciones espurias. Hendry (*ibid.*) señala que esto también puede suceder por la existencia de *simultaneidad* o porque las series participantes son de diferente orden de integración.¹⁴
- e) **Asumir formas funcionales lineales (o no lineales),** sin antes conocer las características específicas de las variables en cuestión. Para evitarlo, antes de hacer cualquier conjetura sobre la relación que empíricamente puede existir entre las series, es necesario realizar un análisis básico de estadística descriptiva de todas las variables involucradas. Este punto nuevamente nos conduce a las críticas que se hicieron a la metodología de la CC, en la medida que sus modelos comenzaban con una teoría consistente que proveía una especificación teórica clara, pero que no se demostraba cabalmente a partir del análisis estadístico riguroso. Por ello muchas veces se obtenían modelos que no ajustaban bien o que eran producto del minado de datos (*data mining*) o del husmeado de datos (*data snooping*). Granger (2001: 18) indica que ambos errores (*data mining* y *data snooping*) son muy comunes en las siguientes situaciones: *a)* en ausencia de una fuerte base teórica; *b)* cuando la variable a modelar resulta de cierto grado de complejidad; *c)* cuando se tienen muchas variables explicativas y muchos datos; *d)* cuando abundan los recursos de cómputo y al mismo tiempo se carece de conocimientos técnicos y teóricos adecuados que permitan *balancear la ecuación*.

En ese sentido, es de particular importancia analizar el tipo de distribución¹⁵ que tienen las variables participantes y su orden de integración. Asimismo, es muy recomendable hacer gráficas de las variables: entre ellas (*scatter graphs*) y de cada una

¹³ Quizá en su momento éste fue un punto de suma importancia derivado de la *Crítica de Lucas*. Pero habría que advertir que desde principios de los años sesenta del siglo pasado se han desarrollado importantes técnicas estadísticas que hasta hace muy poco tiempo comenzaron a aplicarse extensivamente en el análisis económico para hacer análisis sobre trayectorias de largo plazo. Tal es el caso de los filtros, en particular el famoso *filtro de Kalman*, que tiene que ver precisamente con la estimación de variables no directamente observables, como la tasa natural de desempleo (NAIRU), los precios hedónicos, el crecimiento potencial y la inflación subyacente, entre otras (Hall, 1993 y 1994). La estimación de estas variables, que no son directamente observables, es de importancia fundamental para la determinación y aplicación de reglas de política (como la *regla de Taylor*, Taylor, 1993), o las tendencias o trayectorias de largo plazo de variables cruciales como producción y desempleo.

¹⁴ Por su gran importancia en la práctica moderna, este punto se tratará en el apartado 6.3.2.

¹⁵ Por conveniencia estadística, es común asumir que las variables se distribuyen normal e independientemente sin probarlo. Sin embargo, no es casual encontrar que las series de tiempo tienen comportamientos asimétricos o muy volátiles en el tiempo, o que las distribuciones de varias variables están asociadas. Ejemplos concretos son variables como tipo de cambio, inflación y crecimiento del PIB. Para países no desarrollados estas variables con facilidad pueden presentar distribuciones no normales debido a que presentan comportamientos irregulares en sus distintos momentos de distribución, particularmente el que se refiere a sesgo y kurtosis. De acuerdo con Spanos *et al.* (1997), la violación de estos supuestos puede conducir a graves problemas de estimación y, por lo tanto, de inferencia.

contra el tiempo (*plot*). Este ejercicio tan elemental muchas veces no se hace y se procede a las fases más complejas del proceso econométrico, con lo que fácilmente se incurre en errores que podrían evitarse si se “empezara por el principio”.

- f) **Especificar incorrectamente relaciones¹⁶ dinámicas y el número de rezagos.** Esto puede resolverse al realizar el procedimiento del punto anterior. Además, la esencia de la metodología progresiva *de lo general a lo particular* de Hendry permite sortear este problema con relativa facilidad.
- g) **Prefiltrar los datos.** Este punto es sumamente importante, porque ahora es muy común filtrar o suavizar series originales que presentan evoluciones erráticas, con la intención de eliminar los *lay outs* (o alteraciones bruscas de observaciones muy específicas)¹⁷ y/o las tendencias. Con ello se pretende lograr estimaciones más elegantes o simplemente porque al obtener series estadísticas más ‘dóciles’ mediante este procedimiento el trabajo de estimación se facilita. Lo importante a destacar aquí es que al aplicar una transformación algebraica como ésta, se está eliminando información del fenómeno de estudio. Pero no sólo eso, sino que al modificar los datos originales con cualquier procedimiento de filtrado o suavizamiento estadístico se está generando otra estructura (muy diferente) de datos, con lo cual nos alejamos del verdadero PGI.
- h) **Inferir (incorrectamente) causas a partir de simples correlaciones.** Este ha sido un error constante en la práctica econométrica y sobre el que debe tenerse mucho cuidado. Las pruebas de exogeneidad que caracterizan a la NME previenen este error.
- i) **Falta de constancia en los parámetros.** Este cuestionamiento está asociado con la *crítica de Lucas* y se resuelve igualmente con las pruebas de exogeneidad.
- j) **Confundir la significancia estadística con la significancia económica,** llevando a vincular incorrectamente la teoría económica con la econometría. Ésta es una de las críticas básicas que se utilizaron para acusar de espurio al análisis de regresión.
- k) **Tamaño muestral inadecuado.** Habría que decir que si bien no hay acuerdos concluyentes sobre el número mínimo de grados de libertad que deben tenerse para que una regresión tenga significancia y credibilidad estadísticas, aquí sí opera el principio microeconómico de que más es mejor que menos. También podemos asegurar que cuando se trabajan series temporales se requiere la mayor cantidad de observaciones posible. Pero es importante no confundir periodicidad (número de observaciones) con representación o representatividad de un fenómeno. Por ejemplo, en el caso de series mensuales, contar con 30 observaciones (dos años y medio) difícilmente puede considerarse representativo de un fenómeno tan complejo como la inflación. En cambio, si tenemos 30 observaciones anuales, tendremos mayor capacidad de aprehensión del mismo fenómeno, en virtud de que esos datos anuales estarán captando hechos estructurales que darán más luz sobre el comportamiento de la variable.
- l) **Incapacidad de referir o replicar (*refer back*)** unívocamente los resultados empíricos a una teoría inicial.
- m) **Data mining.** En muchas ocasiones la econometría ha sido denostada por tener un carácter altamente especulativo y subjetivo. Se acusa al econometrista de arreglar los datos o las formas funcionales de manera tal que obtenga los resultados que anticipadamente busca. A este procedimiento o práctica se le llama *data mining*, que podría traducirse como arreglo arbitrario, tortura, minado o machaqueo de datos. Pérez (1998: 87) recupera una cita de Karni y Shapiro (1980) que, en tono muy sarcástico, consigna esta práctica: “Una ola de incredulidad ensordecedora se extendió ayer por las uni-

¹⁶ Hendry (*ibid.*) utiliza el término *reacciones*.

¹⁷ También se les llama “observaciones aberrantes”.

versidades de la nación, tras la publicación de un informe de un comité encargado de investigar las denuncias acerca de la tortura de datos. Tras un sondeo masivo de seis meses de duración, el *Comité sobre los malos tratos a datos crudos* desenterró la práctica corriente por parte de los investigadores académicos de técnicas poco ortodoxas aplicadas durante las investigaciones rutinarias a datos inocentes. El Comité denunció casos flagrantes de coacción, el uso indiscriminado de la fuerza bruta y la aplicación casi ubicua de fuertes presiones sobre los datos. Estaban implicadas casi la totalidad de las principales universidades... Entre los hallazgos más escandalosos del estudio realizado figuraba el descubrimiento del apaleamiento desgarrante de los datos por medios electrónicos. Comprobaron que unos investigadores excesivamente celosos, procedentes de varias instituciones de renombre, habían establecido centros de detención y proceso, en los cuales se realizaban actos antinaturales de carácter sumamente perverso sobre los datos, dirigidos, en algunos casos, por un investigador... La investigación del Comité desenmascaró estratagemas tan infames como el empleo de los procesos autorregresivos de tercer orden y, en lo que tal vez sea la revelación más nauseabunda del informe, la brutal imposición de estructuras polinomiales de tercer grado”.

Pérez señala que los métodos maximalistas de *data mining* que imponen esa estructura de rezagos o que llegan a incluir segundas diferencias, reducen los datos a un estado totalmente irreconocible. Este punto es muy importante, porque si bien al seguirse este procedimiento se pueden obtener “buenas estimaciones”, los parámetros tal vez no tengan sentido económico. Por ejemplo, ¿cómo se lee $\partial y_t / \partial \Delta z_t$? Aquí nuevamente aparecen el buen juicio y la teoría para indicarnos que estamos frente a un serio problema de análisis económico, no algebraico. Como se sabe, la derivación parcial de variables en niveles genera propensiones marginales, y hacerlo sobre variables expresadas en logaritmos genera elasticidades. Ambas expresiones tienen un claro sentido económico. La derivación de una variable en logaritmo respecto a la primera diferencia de la exógena es una tasa de aceleración. Pero si esta última se expresara en segunda diferencia ¿qué es?, ¿qué sentido económico tiene?

Todos los factores que acabamos de enunciar son de crucial importancia, por lo cual son tratados con especial cuidado por la NME a través de todas las pruebas de diagnóstico que se presentan en este capítulo. Johnston y DiNardo (1997: 112) señalan que estas pruebas, junto con el juicio, la intuición económica y el buen sentido común del modelador ayudan a evitar caer en estos errores. Por lo tanto, sólo las especificaciones que pasen con suficiencia las pruebas de diagnóstico deben ser consideradas adecuadas.

Como se observa, la práctica econométrica sugerida por Hendry y sus asociados exige que el modelador considere una serie de factores, a diferencia de lo que ocurría durante la hegemonía de la CC.

Es importante tener en cuenta que aún sabiendo de antemano que la realidad es compleja, siempre se deben buscar las especificaciones más parsimoniosas; esto es, que sean sencillas y simples, utilizando el menor número de regresores posibles. La regla a seguir sería: *abarcar lo más con lo menos*. Esto se consigue a partir del esfuerzo de experimentación y de validación de las especificaciones y se basa en el enfoque propuesto por Hendry (1997:28), también llamado *TTT (test, test, test)*.

En síntesis, Hendry (*ibid.*) sugiere que para que la econometría pueda adquirir el estatus científico los “modelos deben ser rigurosamente probados, que describan adecuadamente los datos, que abarquen o contengan (*encompass*) hallazgos previos y que se deriven de teorías bien fundamentadas”.

Como ya hemos repetido en varias ocasiones, el punto central de partida debe ser que el PGI representa un estado general del mundo (Hall, 1993 y 1994), por lo cual todo trabajo aplicado debe partir de esta consideración y seguir los pasos necesarios para obtener un modelo que pueda ser estimado y usado para el análisis de política.

En atención a todos los señalamientos que hemos presentado y que fueron inicialmente identificados en el artículo seminal (multicitado) de Hendry, Hall (*op. cit.*) define

una función conjunta de probabilidad de la muestra x_t , que es a fin de cuentas una representación abstracta del PGI:

$$\prod_{t=1}^t D_t(x_t | x_{t-1}; \alpha_t) \quad (6.3.1)$$

donde:

Π = operador de producto, que para efectos generales se define como:

$$\prod_{i=1}^n x_i = x_1 * x_2 * \dots * x_n,$$

y para una función más específica:

$$\prod_{i=1}^3 x_i = x_1 * x_2 * x_3$$

x_t = vector de observaciones de todas las variables en el periodo t .

$x_{t-1} = (x_{t-1}, \dots, x_0)$

α^7 = vector de parámetros desconocidos.

(6.3.1) es una especificación muy general porque asigna el tiempo a los α y a la función general D . De ahí que el proceso de modelación econométrica consiste justamente en simplificar este estado general del mundo hasta el punto en el que el modelo pueda ser manejable para los propósitos prácticos de la econometría. Este *proceso de simplificación* se conoce como de reducción del modelo y consiste de cuatro pasos, mismos que recogen la esencia del proceso econométrico que debe seguirse en la práctica econométrica moderna:

a) Reducción del PGI (*marginalización*)

El PGI completo contiene muchas más variables de las que estamos interesados y de las que podemos controlar.

Hace algunas décadas, el enfoque que predominaba era el inverso. Se empezaba con una especificación muy sencilla (muy pocos regresores) y se añadían variables y rezagos hasta que se cumplieran los supuestos básicos de comportamiento del error. Las razones para seguir este procedimiento eran dos: el alto costo computacional y el predominio de la teoría económica en la especificación. Se ha demostrado que omitir variables relevantes es peor que tener variables de más (por ello llamadas redundantes), en virtud de que produce estimadores sesgados e inconsistentes.

En síntesis, la propuesta metodológica moderna –aun cuando abogue por el principio de parsimonia, también llamado del *filo de la navaja de Occam*–¹⁸ prefiere evitar a toda costa la omisión de variables. La estrategia de aproximación progresiva que implica *ir de lo general a lo particular* es el instrumento propuesto para tal fin.

Debemos, entonces, reducir este gran conjunto inicial de variables seleccionando únicamente las que son de nuestro interés y, con ello, relegar al resto a un *conjunto de variables de no interés* para los propósitos concretos de nuestro modelo. Esta práctica requiere de experiencia del modelador, la cual puede adquirir a través del *ensayo y el error* para obtener resultados teórica y económicamente aceptables.

b) Asumir o suponer la condicionalidad (*condicionalización*)

Una vez que hemos seguido con cuidado el procedimiento anterior y hemos reducido el PGI a las variables que nos interesan, debemos seleccionar dos subconjuntos: el de

¹⁸ Este último plantea que las descripciones deben mantenerse tan simples como sea posible hasta que prueben ser inadecuadas.

las endógenas (Y_t) que son condicionadas por las exógenas (Z_t). “Para que las estimaciones sean válidas, las variables Z_t deben ser débilmente exógenas” (Hall, 1994: 176).

c) **Seleccionar una forma funcional**¹⁹

Dada la “absoluta generalidad del PGI”, Hall (*ibid.*) plantea que antes de hacer cualquier estimación se debe especificar (asumir) una forma funcional concreta, “que puede ser lineal o log-lineal”.

Sobre este aspecto no parece haber un acuerdo general; es decir, qué tipo de transformaciones lineales son aceptadas, para que no alteren o modifiquen la estructura verdadera del PGI y, por lo tanto, no se incurra en *data mining*. En todo caso, el buen juicio del modelador y la fortaleza de sus argumentos teóricos y estadísticos son los que justificarán y validarán determinada forma funcional. Este asunto no puede resolverse en forma *a priori* o solamente desde la teoría. De hecho, tenemos que decir que la búsqueda de una forma funcional adecuada es, en última instancia, una manera empírica de acercarse al PGI.

d) **Estimación**

“Éste es el paso final y consiste en encontrar los valores numéricos desconocidos del sistema” (*ibid.*: 177). Si bien en cuanto al orden que hemos presentado es el paso final, no significa que sea el último. Hay que tener muy presente que nuestra estrategia progresiva implica un *ir y venir* entre los cuatro pasos descritos. No hay un seguimiento lineal que conduzca necesaria e inevitablemente a un buen modelo. Éste se logra al pasar una y otra vez a lo largo de la estrategia descrita.

Dado que (6.3.1) representa al PGI general, es posible representar los dos primeros pasos del proceso de reducción a partir de la factorización siguiente:

$$D_t(x_t | X_{t-1}; \cdot) = A_t(W_t | X_{t-1}; \cdot) B_t(Y_t | Y_{t-1}, Z_t; \cdot) C_t(Z_t | Y_{t-1}, Z_{t-1}; \cdot) \quad (6.3.2)$$

Veamos la descomposición analítica de (6.3.2) debido a que en ella reside la calidad de la estimación y, por lo tanto, la posibilidad de hacer una práctica econométrica robusta:

- “A” representa la determinación de “W”, que son las variables que no interesan y que dependen de todas las demás.
- “B” representa la determinación de las variables endógenas de interés, dependientes de las endógenas rezagadas y de todas las exógenas.
- “C” representa la determinación de las variables exógenas dependientes de las exógenas y las endógenas rezagadas.

Los cuatro pasos descritos son indispensables para construir un modelo adecuado. Si la marginalización es incorrecta habremos omitido variables relevantes que, sin saberlo, hemos incorporado en A_t . Para decirlo en términos muy simples, si la marginalización es errónea, hemos asumido incorrectamente la exogeneidad y la endogeneidad de nuestras variables de interés. Tendremos entonces un grave problema de especificación, dado que hemos asignado una causalidad incorrecta en el modelo.

La adecuada identificación de *exogeneidad* es crucial, ya que reduce las probabilidades de incurrir en arbitrariedad en la especificación y, por lo tanto, de hacer estimaciones espurias; también resuelve la *crítica de Lucas* y permite hacer inferencias estadísticas válidas que contribuyen a realizar proyecciones y análisis de política económica mucho más probables.²⁰

El incumplimiento de *exogeneidad débil* supone que existe simultaneidad. En términos simples, esto significa que alguna variable que inicialmente consideramos exógena no lo es, por lo que tendrá que endogeneizarse para que con ello se tenga la suficiente información para explicar a la primera variable, que era la de nuestro interés inicial. Este procedimiento

¹⁹ Este tema se desarrolla empíricamente en el capítulo 7.2.2.

²⁰ Véase capítulo 2.3.1.

nos llevará inevitablemente a construir un sistema de ecuaciones simultáneas, cuyo tamaño se definirá conforme agotemos la demostración de *exogeneidad débil* de todas las variables participantes.

Lo anterior debe entenderse en el sentido de que la exogeneidad débil es una condición necesaria para hacer estimaciones y predicciones uniecuacionales correctas. Cuando tratamos de modelar fenómenos muy complejos o a un conjunto de variables, necesariamente debemos probar el incumplimiento de esta propiedad, para entonces justificar el uso de un sistema de ecuaciones simultáneas.

6.3.1 LA EXOGENEIDAD: PUNTO NEUROLÓGICO DE LA ECONOMETRÍA MODERNA

Como vemos, el cumplimiento de *exogeneidad* es crucial en la práctica de la *econometría estructural moderna*, bien sea para modelos *uniecuacionales* o *multiecuacionales*. Por ello, nos detendremos para explicar lo más didácticamente posible su construcción teórica y luego presentaremos un ejemplo aplicado para la economía mexicana.

Por principio de cuentas, tenemos que decir que el problema de la *exogeneidad* tiene que ver crucialmente con los cuatro pasos que constituyen el proceso de reducción en la modelación.

Como se ha mencionado, la metodología de la NME plantea una estrategia progresiva de investigación que formula y selecciona un modelo empírico a través de una secuencia cuidadosa de transformaciones y reducciones. Las transformaciones pueden ser muy diversas, pero deben mantener en todo momento congruencia con una teoría económica fuerte, que les dé solidez y consistencia explicativas. Intriligator *et al.* (1996: 174) señalan que las transformaciones típicas son: agregaciones temporales y de agentes y de bienes, así como transformaciones algebraicas estándar.²¹ Por otro lado, las reducciones que plantea insistentemente este enfoque consisten en plantear modelos generales (con muchas variables y rezagos)²² e ir reduciéndolos progresiva y lentamente, eliminando variables irrelevantes, así como incorporando los rezagos adecuados, hasta llegar a modelos particulares que, al estar correctamente especificados, evitarán incurrir en los errores que hemos descrito en el apartado anterior y con ello cumplirán con los criterios siguientes:

- **Consistencia teórica.** Que supone que el modelo empírico obtenido tiene una fundamentación sólida en una teoría económica fuerte.
- **Comportamiento adecuado de las innovaciones.** Que significa esencialmente que los residuales se comporten como *ruido blanco*. Esto es crucial, porque implica que el modelo estimado es el correcto y, por lo tanto, que las innovaciones que se desprenden de él no contienen información relevante ni sistemática.
- **Cumplimiento de *exogeneidad*.** Esto se desarrolla a continuación.
- **Replicabilidad del modelo.** Nuestro modelo estimado debe ser capaz de representar adecuadamente el PGI a partir de las restricciones impuestas por los datos y de las que surgen de la teoría económica y econométrica.
- **El modelo estimado abarca a otros modelos**, también llamados rivales.

A fin de cuentas, se trata de obtener modelos robustos, libres de *espuriedad* y que al mismo tiempo logren explicar el máximo con el mínimo de factores (Intriligator, *ibid.*: 175).

²¹ Entre estas últimas están las más comunes, como divisiones, multiplicaciones, cálculo de cocientes, aplicación de logaritmos, conversión de las variables en distintas unidades como números índice, variaciones (en tasas y en porcentajes), etc.

²² Que serían una aplicación o modalidad de los modelos de rezagos autodistribuidos (ADL, por sus siglas en inglés). En principio, estos modelos tienen muchas variables con muchos rezagos, con lo cual deben comprender o abarcar a los modelos rivales. A partir de que se cumplen los supuestos de correcta especificación se va logrando una expresión más compacta y también más robusta.

A partir de la expresión general del PGI que se plasma en la ecuación (6.3.2), tenemos que seguir el proceso de *marginalización*, el cual consiste en escoger las variables que son del interés específico para nuestra investigación. Así, nuestra primera aproximación consistirá en seleccionar las variables que se expresan en el factor

$$B_t(Y_t|Y_{t-1}, Z_t; \alpha_t) C_t(Z_t|Y_{t-1}, Z_{t-1}; \alpha_t) \quad (6.3.2)'$$

A partir de este primer esfuerzo, habrá que probar empíricamente que hemos hecho una asignación correcta entre las variables endógenas y las exógenas. Como se ve, ya no es un asunto teórico; ahora es un asunto eminentemente empírico, que depende de la estructura y las características de los datos.

Reconsideremos una función de distribución conjunta a partir del factor arriba indicado

$$\begin{array}{c} \text{función} \\ \text{Condicional} \quad \text{Marginal} \\ \text{PGI} \Rightarrow f(Y_t, Z_t) = \underbrace{f(Y_t|Z_t)}_{\text{parámetros}} \quad \underbrace{f(Z_t)}_{\text{parámetros}} \\ \downarrow \quad \downarrow \\ \Psi = \lambda_1, \lambda_2 = f(\Theta) \end{array}$$

Ψ parámetros de interés.

Θ espacio total de parámetros de la función original de densidad conjunta.

En el esquema anterior hemos puesto todas las piezas analíticas necesarias para *armar el rompecabezas* de la exogeneidad.

Lo primero que destaca es que cada una de las dos funciones que definen al PGI está compuesta por parámetros que se agrupan en los dos subconjuntos λ_1, λ_2 que comprenden al espacio total de parámetros del sistema elegido (Θ).

El punto crucial consiste en demostrar desde el punto de vista estadístico que los parámetros de interés Ψ de nuestro modelo dependen central y únicamente de los parámetros generados de la función condicional (λ_1), por lo que los parámetros de la función marginal (λ_2) no son relevantes para explicar λ_1 ni tampoco Ψ . Asimismo, que las variaciones de λ_2 no afectan a λ_1 y viceversa,²³ lo que significa que son estadísticamente independientes entre sí. En suma, la *econometría estructural* moderna afirma que para que exista exogeneidad débil deben cumplirse necesariamente estas dos condiciones.

Johnston y DiNardo (1997: 255 y ss.) ejemplifican bien estas dos condiciones de la manera siguiente. Dado un sistema compuesto por dos variables (Y_t, Z_t) y dos ecuaciones de comportamiento, nos interesa saber si Y_t es endógena respecto a Z_t .

$$Y_t = \beta Z_t + \varepsilon_{1t} \quad (6.3.1.1)$$

$$Z_t = \alpha_1 Z_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (6.3.1.2)$$

Suponemos, en principio, que las perturbaciones se distribuyen de manera normal y que además son serialmente independientes:

$$\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \sim \text{IN} \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{pmatrix} \right] \quad (6.3.1.3)$$

²³ A esta segunda condición se le llama *free variation* (variación libre).

Como ya hemos mencionado, este supuesto facilita –en un primer momento– el análisis al proyectar las consecuencias de su incumplimiento. La particularidad de (6.3.1.2) es que la variable que hemos supuesto exógena (Z_t) la hemos hecho depender del valor rezagado de la endógena (Y_t), lo que de ser cierto afectaría de manera importante el cumplimiento de *exogeneidad débil*. Para contrastarlo, Johnston y DiNardo (*ibid.*) multiplican (6.3.1.2) por σ_{12}/σ_{22} y este producto lo restan a (6.3.1.1), con lo que se obtiene una *reparametrización* importante de (6.3.1.1):

$$Y_t = \delta_0 Z_t + \delta_1 Z_{t-1} + \delta_2 Y_{t-1} + u_t \quad (6.3.1.4)$$

Los parámetros de esta ecuación ahora son:

$$\delta_0 = \beta + (\sigma_{12}/\sigma_{22}) \quad (a)$$

$$\delta_1 = -(\alpha_1 \sigma_{12}/\sigma_{22}) \quad (b) \quad (6.3.1.5)$$

$$\delta_2 = -(\alpha_2 \sigma_{12}/\sigma_{22}) \quad (c)$$

$$u_t = \varepsilon_{1t} - (\varepsilon_{2t} \sigma_{12}/\sigma_{22}) \quad (d)$$

Podemos expresar la matriz de varianzas y covarianzas de (6.3.1.4) y (6.3.1.2) como:

$$\text{var} \begin{bmatrix} u_t \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} - \sigma_{12} / \sigma_{22} & 0 \\ 0 & \sigma_{22} \end{bmatrix} \quad (6.3.1.6)$$

Recordemos que por principio (6.3.1.1) y (6.3.1.2) representan el PGI, pero hemos reparametrizado a (6.3.1.1) al incorporar la covarianza σ_{12} y la varianza σ_{22} , por lo que podemos redefinir, sin perder claridad ni precisión del concepto que nos interesa, a nuestro sistema nuevamente a través de las ecuaciones (6.3.1.4) y (6.3.1.2). Esta reespecificación determina que el conjunto completo (o espacio total) de parámetros es ahora:

$$\Theta = (\beta, \alpha_1, \alpha_2, \sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{22}) \quad (6.3.1.7)$$

con los subconjuntos de parámetros de las funciones condicional y marginal siguientes:

$$\lambda_1 = (\delta_0, \delta_1, \delta_2, \sigma_u^2), \quad \lambda_2 = (\alpha_1, \alpha_2, \sigma_{22})$$

No debemos perder de vista que β no aparece expresamente en λ_1 a pesar de que es un parámetro crucial y, por tanto, de interés para efectos de *exogeneidad*. Se puede expresar como una combinación lineal de (6.3.1.5a). Por eso es que sólo se presenta en Θ .

Como expresamos al principio de este subapartado, la *exogeneidad débil* implica dos condiciones de necesidad: a) que los parámetros de interés (para nuestro caso β) dependan únicamente de λ_1 y b) que no exista dependencia estadística entre λ_1 y λ_2 . Para tal efecto, usamos (6.3.1.5) y expresamos β en términos de otros parámetros contenidos en los dos subconjuntos λ_1 y λ_2 .

De (6.3.1.5a) se sigue que:

$$\beta = \delta_0 - \sigma_{12}/\sigma_{22}$$

Pero de (6.3.1.5b) podemos expresar los *términos de perturbación* a partir de los parámetros estructurales:

$$-\sigma_{12}/\sigma_{22} = \delta_1/\alpha_1$$

Con las dos expresiones anteriores, podemos presentar a β ahora sin los *términos de perturbación*:

$$\beta = \delta_0 + \delta_1/\alpha_1$$

También (6.3.1.5c) puede expresarse siguiendo el procedimiento anterior:

$-\delta_2/\alpha_2 = \sigma_{12}/\sigma_{22}$, con lo que podemos presentar a β de dos maneras equivalentes:

$$\beta = \delta_0 + \delta_1/\alpha_1 = \delta_0 + \delta_2/\alpha_2 \quad (6.3.1.8)$$

con lo cual tenemos a β , que es nuestra variable de interés, expresada no solamente en términos de λ_1 sino también de λ_2 . Es más, (6.3.1.8) puede reexpresarse como:

$$\delta_1/\alpha_1 = \delta_2/\alpha_2, \text{ o también como:}$$

$$\delta_1/\alpha_1 - \delta_2/\alpha_2 = 0,$$

con lo que tenemos lo que Johnston y DiNardo (*ibid.*: 254) llaman una “restricción cruzada”, que expresa que λ_1 y λ_2 no son independientes en su variación (*free variation*).

Pero consideremos ahora el caso contrario, en el que se cumple que $\sigma_{12} = 0$, con lo cual el conjunto de parámetros quedaría entonces como sigue:

$$\Theta = (\beta, \alpha_1, \alpha_2, \sigma_{11}, \sigma_{22}) \quad (6.3.1.9)$$

$$\lambda_1 = (\beta, \sigma_{11}) \quad \lambda_2 = (\alpha_1, \alpha_2, \sigma_{22})$$

Esto resulta de que al hacer $\sigma_{12} = 0$ ya no podemos realizar combinaciones lineales de (6.3.1.5), como anteriormente.

Lo importante es que ahora, de cumplirse esta condición crucial, se dan con solvencia las dos condiciones de *exogeneidad débil*: $\Psi f(\lambda_1)$ y ya no existe dependencia alguna entre λ_1 y λ_2 , debido a que son ahora *free variation*. Podemos concluir entonces que Z_t es débilmente exógena respecto a Y_t .

La *exogeneidad fuerte* exige además del cumplimiento del anterior tipo de *exogeneidad*, que exista causalidad en el sentido de Granger de Z_t sobre Y_t y no a la inversa. Esta condición se corrobora al aplicar el test tradicional de Granger –con o sin vector de corrección de error– a partir de hacer una correcta *identificación* de la estructura de rezagos de las series estadísticas involucradas.

Como se ve, con esta segunda prueba de *exogeneidad* estamos considerando expresamente la relación dinámica y de precedencia estadística entre las series, con lo cual estamos atendiendo a otras críticas expresadas contra los MME. Debe tenerse mucho cuidado al aplicar la prueba de *causalidad de Granger*, porque es sumamente sensible a la estructura de los rezagos, por lo cual es fundamental además apoyarse en estadísticos rigurosos como $\bar{R}^2$ el de Akaike y el de Schwartz, entre otros, para tener una buena estimación.²⁴

El cumplimiento de la *exogeneidad fuerte* es muy importante para propósitos de política, debido a que la variable exógena puede usarse correctamente para hacer pronósticos de Y_t . De esta manera, “[...] β puede ser estimada sola de la distribución condicional y usarse para pronosticar Y_t , condicionada en el pronóstico de Z_t , la cual puede derivarse solamente de su historia” (Johnston y DiNardo, *ibid.*: 255).

Por último, el tercer *criterio de exogeneidad* (superexogeneidad) supone que los parámetros de la distribución condicional son invariantes ante los cambios de la función marginal. Esto responde con fuerza a la *crítica de Lucas*, debido a que en las condiciones de *exogeneidad* ya expresadas, los cambios que ocurran en las reglas de política (que estarían contenidas o expresadas por la función marginal) no afectarían la estructura de los parámetros de la función condicional.

6.3.2 LA COINTEGRACIÓN

Como hemos venido señalando a lo largo de este capítulo, con el afán de solventar las críticas planteadas contra los modelos multiecuacionales de la CC, ahora es indispensable incorporar toda una batería de pruebas estadísticas que tratan de fundamentar la pertinencia de los argumentos teóricos con los datos disponibles. En consecuencia, además de las pruebas tradicionales ahora debe probarse, entre otras cosas, que la especificación teórica

²⁴ En el capítulo 12 se presentan y discuten éstos y otros estadísticos convencionales.

es la correcta y que corresponde a la estructura de los datos, por lo que a las pruebas tradicionales ahora hay que añadir las siguientes:

- a) Que los residuos están *distribuidos normalmente*, lo que significa que no hay sesgos importantes en las variables originales ni tampoco como resultado de sus combinaciones lineales.
- b) Que no existe *simultaneidad*; esto es, que los errores de las ecuaciones que conforman el sistema no están correlacionados. Esto significa que la matriz de varianzas y covarianzas sea estrictamente diagonal. A la violación de este supuesto se le denomina tradicionalmente *sesgo de Haavelmo*.
- c) Que los residuos de cada ecuación sean *ruido blanco*, lo que significa que el modelo especificado contiene la información necesaria y suficiente para explicar la(s) variable(s) en cuestión, por lo que esos residuos no aportan información importante o sistemática que no esté contenida en la especificación.

Una de las preocupaciones fundamentales de la econometría contemporánea de series de tiempo es el asunto de la *cointegración*, lo que implica corroborar empíricamente la existencia de relaciones estables (o de equilibrio) de largo plazo. De esta manera, ya no es suficiente con aceptar el argumento lógico-verbal que se deriva de la teoría económica que advierte que dos o más variables están relacionadas. La *cointegración* se encarga de verificarlo estadísticamente.

En el análisis aplicado es muy común regresionar series no estacionarias, debido a que la mayoría de ellas tiene tendencia temporal, ya que evolucionan positiva o negativamente en el tiempo. Por lo regular, la población, la inversión, el producto, etc., crecen a medida que pasa el tiempo. Además de ello, también su evolución es afectada por una multitud de factores, entre ellos por *choques aleatorios*. A las series que tienen *raíz unitaria* también se les conoce como *caminatas aleatorias*, en virtud de que su evolución futura es impredecible, de manera semejante al caminar de un individuo ebrio. En tales casos, a veces se opta por diferenciarlas para volverlas estacionarias. Sin embargo, y de acuerdo con Maddala (2001), esta diferenciación implica la pérdida de información potencialmente valiosa que representa la evolución en el tiempo de un fenómeno económico. También puede ocurrir que al regresionar dos variables que tienen raíces unitarias no se obtenga *cointegración* debido a que aunque en el largo plazo posean tendencias similares, en su recorrido pueden exhibir cambios estructurales o movimientos cíclicos (de corto plazo) asimétricos que hacen que, en conjunto, no mantengan una relación estable o de equilibrio de largo plazo.

Sin embargo, en gran número de casos es posible regresionar variables que siguen *caminatas aleatorias* y cuya combinación lineal genera relaciones cointegradas.

Esto no es casual, porque lo que está reflejando es que, en última instancia, la realidad económica tiene un orden o sigue una lógica determinada y que las variables que estamos utilizando han sido especificadas correctamente de acuerdo con la teoría económica. La estadística, en estos casos, lo estará probando con los datos disponibles.

Cuando encontramos relaciones cointegradas significa que si tenemos dos variables y_t y x_t que tienen *raíces unitarias* y su combinación lineal $y_t = \beta x_t + u_t$ es estacionaria, entonces los residuos pueden considerarse como los *errores* o *desviaciones* de corto plazo respecto del equilibrio de largo plazo. En ese caso, se dice que y_t y x_t están cointegradas o que en el largo plazo se mantienen sobre la misma longitud de onda y que existe un *vector de cointegración* (también llamado *cointegrador*), tal que $y_t - \beta x_t \sim I(0)$.²⁵ Esto significa que en el

²⁵ Para comprobar estacionariedad regularmente se aplican las pruebas Dickey-Fuller Aumentada (ADF, por sus siglas en inglés) y/o la Phillips-Perron (PP). Sin embargo, en años recientes han sido muy criticadas, por lo que han aparecido otras. Para tal efecto puede verse Maddala y Kim (1998), parte II. El escepticismo respecto al poder de detección de las pruebas ha crecido en proporciones geométricas, por lo que también lo han hecho las pruebas de orden de integración. A reserva de que se discuta con todo rigor este asunto técnico, a fin de cuentas lo que no debe perderse de vista es la importancia y las implicaciones del concepto que está detrás.

largo plazo siguen trayectorias similares que no se desvían sistemáticamente en el tiempo. Ésa es la gran importancia del concepto de *cointegración*.

Conviene mencionar que si bien en un principio la cointegración se probaba a partir del método antes señalado, para modelos uniecuacionales ahora es más común utilizar procedimientos de estimación más poderosos como el ya muy conocido y convencional de Johansen (1992 y 1997), el cual ya está incorporado en todos los paquetes computacionales econométricos.

El concepto de *cointegración* refiere la idea de tendencias estocásticas comunes entre las series involucradas en un argumento estadístico, pero tiene enorme importancia para la teoría económica y la política económica.

En la estimación de la ecuación de largo plazo existirán por necesidad –justamente por el carácter aleatorio y complejo de los fenómenos económicos– ciertos desequilibrios de corto plazo respecto a la relación de largo plazo. De esta manera, puede utilizarse el *mecanismo de corrección de error* (MCE), el cual consiste en una especificación macroeconómica que permite vincular el análisis de equilibrio de largo plazo con la dinámica de ajuste de corto plazo, como una medida de desviación del equilibrio. En tal sentido, las ecuaciones de corrección de error (CE) buscan el mejor ajuste de corto plazo y se usan para hacer pronósticos de corto alcance, mientras que las de *cointegración* se utilizarán para los ejercicios de *prospección* (horizontes más largos) y simulación de políticas.

“El hecho de que las variables estén cointegradas considera la existencia de un proceso de ajuste que evita que los errores crezcan en el largo plazo. Éste es el *modelo de corrección de error*” (Intriligator *et al.*: 414). De hecho, habría que decir que este argumento confirma que la realidad económica no es caótica, sino que tiende a buscar equilibrios²⁶ o acomodos básicos para un funcionamiento ordenado en el tiempo, con lo cual se acepta que aun cuando pueda haber episodios de crisis (económicas o sociales), las economías no pueden mantenerse por mucho tiempo exhibiendo evoluciones explosivas o esencialmente desordenadas.

Por otro lado, y de acuerdo con el *Teorema de Representación de Granger*, si existe *cointegración* es posible entonces aplicar la CE (*ibid.*: 415, Charemza y Deadman, 1999: 154) y obtener la ECE a partir de la siguiente forma dinámica, que es congruente con los conceptos ya descritos.

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t + \beta_2 u_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde Δ denota la primera diferencia, y = variable endógena, x = variable explicativa, u = residuales de la estimación original de *cointegración* y ε = residuos generados de la ecuación de CE, que deberán cumplir con todos los supuestos de correcta especificación ya descritos.

El valor de β_2 (que es el parámetro del término de error rezagado) indica la magnitud del ajuste de cada periodo de la endógena respecto a su valor de largo plazo; es decir, recoge el ajuste hacia el equilibrio de largo plazo. Por definición, este coeficiente deberá ser mayor que -1 , en caso contrario se estaría ante la presencia de errores $I(1)$, que indicarían que las series iniciales no estaban cointegradas.

En línea con todas las consideraciones metodológicas y teóricas que hemos desarrollado en este capítulo, la NME ahora debe analizar la estructura dinámica de cada serie; esto es, su orden de integración así como la dependencia (‘memoria’) temporal y las relaciones dinámicas de cada serie y entre las que conforman el sistema.

En síntesis, todos los problemas de estimación y filosofía descritos en los capítulos precedentes y en éste conducen a plantear que si se pretende obtener modelos que reproduzcan de manera adecuada al PGI, no pueden resolverse únicamente desde la teoría económica o desde la teoría econométrica.

²⁶ En el sentido que hemos definido en este capítulo, no el que refiere la Nueva Escuela Clásica.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) Los modelos estructurales bajo los fundamentos de la NME logran capturar las relaciones económicas fundamentales que caracterizan y determinan el comportamiento estructural de una economía contemporánea.
- b) Los modelos estructurales son poderosos instrumentos para el análisis estructural, la evaluación de políticas y de choques, la predicción y la prospectiva.
- c) El *ruido blanco* implica que las innovaciones resultantes del proceso de estimación no contienen información importante o sistemática respecto a los determinantes del modelo definido ni tampoco memoria.
- d) La NME acepta la conducta optimizadora de los agentes que buscan maximizar su utilidad, sin embargo esto no significa que se acepten las fuertes implicaciones derivadas de las hipótesis de la teoría de las *expectativas racionales*.
- e) La econometría moderna pretende acercar una función probabilística a la estructura estocástica de los datos a partir de una expresión que plantea la probabilidad condicionada a un conjunto de información inicial.
- f) La econometría pretende estimar un modelo estadístico construido por un conjunto de ecuaciones o representaciones.
- g) En la práctica no puede existir una sola metodología econométrica capaz de cumplir con todos los propósitos del análisis econométrico aplicado.
- h) Fortaleza de argumentos teóricos, utilidad social y científica, análisis de las características particulares de cada serie y el seguimiento de una estrategia progresiva y rigurosa de estimación, son los principios que definen a la NME.
- i) El *proceso de simplificación* es indispensable para construir un modelo robusto; sin embargo, si la marginalización es incorrecta, se asume erróneamente la exogeneidad y la endogeneidad de las variables utilizadas, lo cual causa un grave error de especificación.
- j) La adecuada identificación de exogeneidad reduce las posibilidades de incurrir en especificaciones arbitrarias y, por tanto, de hacer estimaciones espurias, además de que resuelve la crítica de Lucas.
- k) La exogeneidad débil supone la no existencia de simultaneidad.
- l) El supuesto de cointegración implica corroborar empíricamente la existencia de relaciones estables (o de equilibrio) de largo plazo entre las variables participantes en el modelo.
- m) El hecho de que las variables estén cointegradas considera la existencia de un proceso de ajuste permanente que evita el crecimiento de los errores en el largo plazo. A este proceso se le conoce como *modelo de corrección de error*.

TÉRMINOS CLAVE

- causalidad en el sentido de Granger
- cointegración
- *data mining*
- *data snooping*
- espuriedad
- exogeneidad débil, fuerte y súper
- expectativas racionales
- mecanismo de corrección de error
- modelación macroeconométrica
- modelos macroeconómicos estructurales
- modelos vectoriales autorregresivos
- nueva macroeconomía estructural
- proceso de simplificación
- proceso estacionario
- proceso generador de información
- raíces unitarias
- ruido blanco

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. Mencione los modelos alternativos a los MME, y enumere las desventajas que tienen éstos ante los modelos estructurales.
2. Mencione los errores en que normalmente se incurre en la práctica econométrica.
3. Indique en qué consiste el *minado de datos* y dé un ejemplo de esta práctica.

4. Desarrolle los cuatro pasos del proceso de simplificación.
5. Explique la importancia de la relación empiria-teoría.
6. ¿Qué es una variable *proxy*? ¿Para qué sirve, en qué y cuándo se usa?
7. Indique por qué es importante el cumplimiento de exogeneidad débil y fuerte en un modelo.
8. Explique en qué consiste la hipótesis de expectativas racionales. ¿Por qué, según Hendry, no satisface el criterio de exogeneidad débil?
9. ¿Qué diferencia existe entre significancia estadística y significancia económica? ¿Es importante al hacer econometría teórica y econometría aplicada?
10. Mencione las implicaciones económicas y estadísticas de la existencia de *raíz unitaria* en una serie económica.
11. ¿Cuáles son las diferencias entre un proceso *ruido blanco* y uno estacionario?
12. ¿Qué implica la existencia de *cointegración* entre las series de un modelo?
13. ¿Para qué sirve el modelo de corrección de error?
14. Asegúrese de que las variables de su modelo tengan el mismo orden de integración.
15. ¿Se cumplen los supuestos de exogeneidad débil y fuerte en su modelo?
16. Compruebe que las series que utiliza en cada una de las ecuaciones de su modelo sean del mismo orden de integración y que estén cointegradas. ¿Existe un mecanismo de corrección de error? Explique por qué.
17. Construya el modelo de corrección de error para cada ecuación de su modelo.

ANEXO I²⁷

TIPO DE CAMBIO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

ESTUDIO DE CASO: MÉXICO

A continuación utilizamos los conceptos desarrollados en el capítulo 5 y en éste para analizar aspectos muy importantes del crecimiento económico de México desde los años cincuenta del siglo pasado. Para tal efecto consideramos, tal y como lo hacemos a lo largo de este libro, que el tipo de cambio es una variable que siempre ha tenido un peso determinante en el dinamismo del nivel de actividad.²⁸ En específico, probamos que el manejo inadecuado del tipo de cambio ha obstaculizado el crecimiento económico de México desde 1950.

En todos los países latinoamericanos, y México no es la excepción, la preocupación por la dinámica del tipo de cambio siempre ha estado presente en el debate como uno de los temas de mayor prioridad en la agenda de la política económica, incluso mucho antes de que se comenzara a hablar de la integración comercial o monetaria. Esto ocurre así porque tradicionalmente en México la estabilidad cambiaria se ha considerado un sinónimo de fortaleza nacional en todos los planos, no sólo en el económico, y en consecuencia las autoridades han tratado de mantener fijo a toda costa el valor nominal del peso con respecto al dólar de Estados Unidos. Sin embargo, llegado el momento de devaluar, justamente por haber evitado aplicar correcciones oportunas ante las apreciaciones reales y/o los déficit endémicos (fiscal y externo), se han producido episodios macroeconómicos caracterizados por alta inflación y recesión que, a su vez, se han traducido en fuertes caídas salariales y regresiones distributivas. Las razones de ello se encuentran en los altos coeficientes de insumos importados a producto, por lo que las devaluaciones generan fuertes *efectos ingreso* y *efectos precio* sobre productores y consumidores y muy bajos *efectos sustitución*.

Quizá con excepción de algunos años de la década de 1960, la inflación mexicana ha sido sustancialmente mayor a la de Estados Unidos, por lo que es habitual que por esta vía se den fuertes desalineamientos del tipo de cambio real respecto a su nivel de equilibrio de largo plazo.²⁹ Por tanto, las fases de crecimiento tradicionalmente presionan por partida doble a la cuenta corriente.

Existe suficiente evidencia empírica que demuestra el fuerte efecto del tipo de cambio nominal en la formación de precios,³⁰ por lo que los fenómenos inflacionarios y desinfla-

²⁷ Esta sección se basa en Loría (2003b), pero ahora se presenta con modificaciones importantes y cuenta con la autorización editorial correspondiente.

²⁸ Está hipótesis también ha sido planteada recientemente, entre otros, por Ros y Casar (2004:59-60): “En un contexto de creciente integración a la economía mundial y en el que, por tanto, las exportaciones pesan cada vez más en la determinación de la demanda agregada, el tipo de cambio se ha convertido en un determinante fundamental del ritmo de actividad económica, más aún dado el abandono de los instrumentos de política sectorial de formato directo a la producción”. Aún considerando que la apertura externa hace más frágil a la economía que en el pasado, “[...] tiene mayor capacidad de ajustarse ante factores externos sin tener que reducir el nivel de actividad. Ello requiere sin embargo, del uso activo de la política cambiaria, como instrumento de política anticíclica”.

²⁹ No podemos desconocer que desde que se liberalizó el sector financiero mexicano a finales de los ochenta del siglo pasado, el fuerte influjo de capitales generado por el ‘éxito’ que en esos momentos representó el caso mexicano dentro de los países emergentes, contribuyó a apreciar al tipo de cambio. Sin embargo, también hay que destacar que las salidas abruptas de capitales han afectado sensiblemente a la paridad, con lo cual la han desviado de su valor de largo plazo, determinado por la hipótesis de la paridad del poder adquisitivo (PPP, por sus siglas en inglés). Para una discusión sobre este importante tema véase Dornbusch (1987) y Rogoff (1996). Por otro lado, Galindo y Catalán (2003a) han demostrado que la hipótesis de PPP aplica para México desde la década de 1920.

³⁰ Castro *et al.*, *op. cit.* y Loría (2003b).

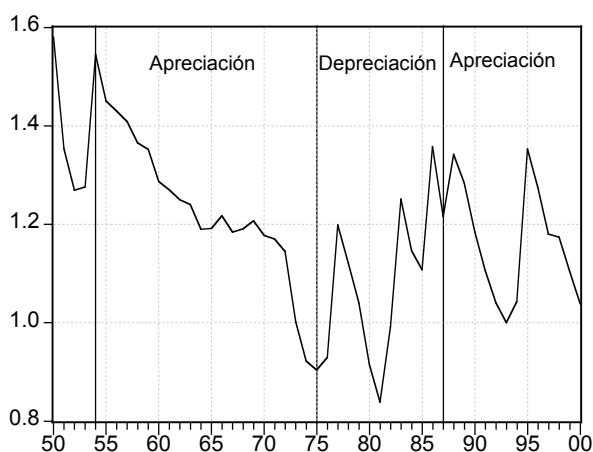
cionarios siempre se han vinculado estrechamente a las fluctuaciones del tipo de cambio nominal y real. De modo que cuando se le ha utilizado como ancla de precios se han generado fuertes apreciaciones cambiarias que han llevado a la postre a crisis de balanza de pagos.

De esta suerte, el problema central de las economías latinoamericanas en general radica en que –por sus características estructurales– al preservar de esta forma el equilibrio interno casi siempre se afecta el equilibrio externo, el que tarde o temprano afectará al primero y así sucesivamente hasta conformar un círculo vicioso que atenta contra la dinámica del desarrollo económico. Por tanto, este *trade off* entre inflación y tipo de cambio ha marcado –en última instancia– el gran problema del crecimiento de la economía mexicana, por lo menos desde hace cincuenta años. En este punto radica centralmente el nudo gordiano³¹ de las economías latinoamericanas, y de la mexicana en particular, el cual será nuestro objeto de estudio en este apartado.

En esta línea de argumentación, resulta claro que un gran esfuerzo de política económica consiste en encontrar cómo romper el círculo vicioso conformado por la dinámica: crecimiento-inflación-apreciación cambiaria-crisis de balanza de pagos-devaluación-estancamiento.

De acuerdo con los hechos estilizados que hemos presentado anteriormente, es plausible considerar que en el desalineamiento endémico del tipo de cambio real (gráfica 6.1) reside centralmente la naturaleza del ciclo económico de la economía mexicana. Asimismo, por el solo hecho de que la economía mexicana tiene una pesada carga financiera derivada de su deuda externa histórica, genera –de principio– un piso básico de déficit de cuenta corriente (gráfica 6.2 y cuadro 6.1). Hay que advertir que si bien este déficit se asocia positivamente con el crecimiento de corto plazo, a lo largo del tiempo se vuelve en contra del crecimiento mismo cuando se enfrentan las obligaciones financieras por el pago del servicio de la deuda externa.

GRÁFICA 6.1 México: Índice del tipo de cambio real, 1950-2000

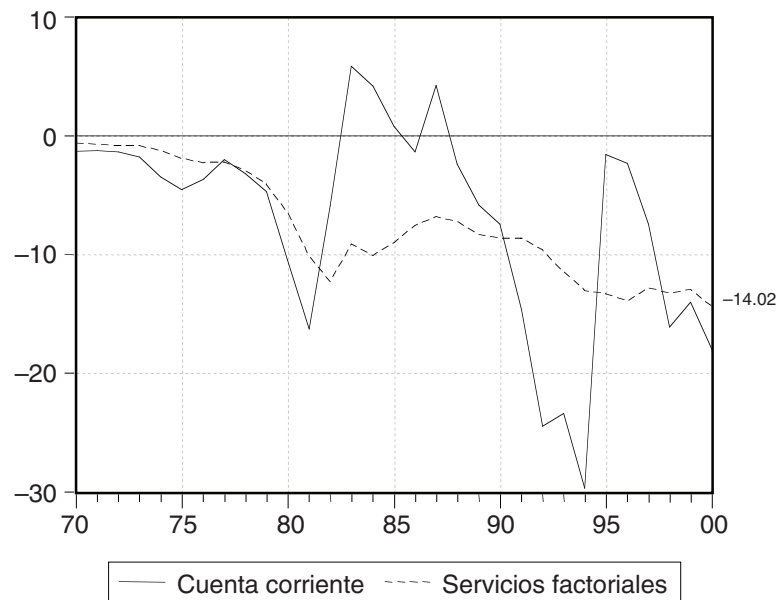


Fuente: Cálculos propios con datos de Villarreal (2000) y Banco de México. Índice 1993=1.

$TCR = E * (P^{US} / P^{MEX})$, donde E = Tipo de cambio nominal (pesos por dólar de EU); P^{US} = INPC de Estados Unidos; P^{MEX} = INPC de México.

³¹ Nudo que debe su nombre a un término proverbial para un problema que sólo se puede solucionar con una acción audaz. En 333 a.C., Alejandro el Grande, en su travesía por Anatolia, encontró Gordian, la capital de Frigia. Entonces le fue mostrado el carruaje del antiguo fundador de la ciudad, Gordius, con su yugo atado al palo por medio de un nudo oculto. De acuerdo con la tradición, ese nudo sólo podía ser desatado por el futuro conquistador de Asia [...] La frase “cortando el nudo gordiano” se usó así para referirse a una solución a un problema complicado. *The New Encyclopaedia Britannica*. Vol. 5: 368.

GRÁFICA 6.2 México: Cuenta corriente y balanza de servicios factoriales (MMDD) 1970-2000



CUADRO 6.1 México: Servicio de la deuda externa, crecimiento y tipo de cambio real, 1970-2004

Periodo	Servicio de la deuda externa		Tasa media de crecimiento por periodos	
	Como % de las exportaciones totales	Como % del PIB	PIB	TCR
1970	43.33	1.87	1970-1981 6.8	-2.27
1971	44.87	1.87		
1972	40.94	1.88		
1973	35.56	1.74		
1974	36.80	1.97		
1975	49.38	2.27		
1976	49.00	2.61		
1977	40.88	2.85		
1978	42.20	3.10		
1979	41.49	3.39		
1980	43.37	3.79		
1981	51.03	4.50		

(Continúa)

CUADRO 6.1 México: Servicio de la deuda externa, crecimiento y tipo de cambio real, 1970-2004 (Continuación)

1982	58.17	7.75	1982-1987 0.3 4.27
1983	41.70	6.82	
1984	43.29	6.74	
1985	42.19	5.77	
1986	43.49	6.86	
1987	33.40	6.11	
1988	33.59	5.57	1988-2000 3.6 -1.9
1989	32.65	5.13	
1990	29.41	4.55	
1991	28.60	3.87	
1992	27.00	3.43	
1993	27.40	3.53	
1994	26.90	3.89	
1995	21.52	5.98	
1996	18.85	5.44	
1997	15.71	4.33	
1998	15.61	4.35	
1999	13.03	3.71	
2000	12.08	3.50	2000-2004 1.60 2.09
2001	12.03	3.07	
2002	9.96	2.50	
2003	9.63	2.50	
2004	8.57	2.39	

Fuente: Cálculos propios con información del Banco de México

(varios años).

Hay que advertir –por otra parte– que este *trade off* entre crecimiento y déficit de cuenta corriente ha cambiado notablemente en el tiempo. Para el periodo 1950-1970, en que prevaleció un régimen de protección comercial muy elevado y un bajo endeudamiento externo en el marco institucional de *Bretton Woods*, prácticamente no existió. De hecho, había una relación positiva entre ambas variables. Sin embargo, en la medida que comenzó a fracturarse el sistema *Bretton Woods* y que la economía mexicana comenzó a sufrir choques externos, a apreciar su tipo de cambio real y a endeudarse rápidamente³² desde principios de la década de 1970, esta relación se volvió negativa, dominando para todo el periodo 1950-2000.

Este segundo tipo de relación significa que menores tasas de crecimiento del producto se asocian a niveles crecientes de déficit de cuenta corriente.

Lo anterior se puede ver rápidamente con las siguientes regresiones lineales en donde interesa ver los signos de las pendientes y los valores del coeficiente de determinación:

³² Pasó de 1.3 miles de millones de dólares (mmdd) en 1970 a 139.818 mmdd en 1994.

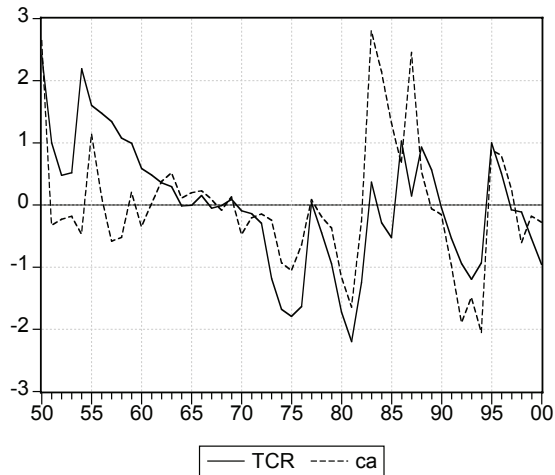
	y	$=$	c	$+ ca$	R^2
1950-1970	7.72		0.47		0.08
1970-2002	1.92		-0.71		0.23
1950-2002	3.93		-0.40		0.06

Al evaluar conjuntamente la evolución de y y de ca (véase el cuadro 6.2), resalta que después de la devaluación de 1954³³ y hasta 1975 ambas variables mantuvieron desempeños prácticamente estables; esto es, altas tasas de crecimiento (6.66%) se acompañaban de moderados déficit externos (2.24% en promedio respecto al PIB). Con el surgimiento de las maxidevaluaciones en 1976 ambas variables iniciaron caminos muy erráticos. Destaca que la efímera fase de recuperación del crecimiento (1978-1981) se acompañó de déficit crecientes de ca que, al combinarse con choques externos adversos, llevaron más tarde a una fase de maxidevaluaciones continuas y de estancamiento con inflación (estanflación). La cuasifijación cambiaria (1988-1994) fue muy exitosa para bajar la inflación pero también para apreciar el tipo de cambio real que, al combinarse con el reinicio del crecimiento, llevó nuevamente a otra serie de devaluaciones entre diciembre de 1994 y fines de 1998.

Nuestra argumentación central, que establece la importancia fundamental del tipo de cambio real en el crecimiento económico, a reserva de probarse económicamente más adelante, se puede observar con claridad en la gráfica 6.3.

CUADRO 6.2 México: Crecimiento y cuenta corriente a PIB. Estadísticas básicas por periodos, 1950-2000						
	Y			ca		
	Media	Desviación estándar	Jarque-Bera	Media	Desviación estándar	Jarque-Bera
1950-1970	6.66	2.55	0.76 (0.68)	-2.24	1.56	49.69 (0.00)
1970-2000	4.08	3.67	5.92 (0.05)	-2.72	2.57	2.89 (0.23)
1950-1975	6.61	2.38	1.00 (0.60)	-2.51	1.55	57.04 (0.00)
1981-1988	1.23	3.83	0.40 (0.81)	-0.31	3.31	0.51 (0.77)
1989-1994	3.91	1.05	0.96 (0.61)	-4.94	1.91	0.66 (0.71)
1995-2000	3.58	4.93	2.62 (0.26)	-2.16	1.34	0.60 (0.73)

GRÁFICA 6.3 México: Cuenta corriente y tipo de cambio real, 1950-2000 (series normalizadas)



³³ Que por cierto es la única que ha registrado efectos expansivos inmediatos.

De acuerdo con nuestra hipótesis central, el déficit de cuenta corriente de la economía mexicana tiene tres componentes principales que son sistemáticos: el diferencial de precios con Estados Unidos, la mayor elasticidad de ingreso de las importaciones respecto a las exportaciones (Loría, 2001a) y el endeudamiento externo histórico. Hay que advertir que este último factor –por ser de carácter financiero– tiene una dinámica autorregresiva muy importante.³⁴

Con el objeto de probar con rigor nuestras argumentaciones principales, estimamos un modelo anual de ajuste parcial del crecimiento económico de la economía mexicana para el periodo 1950-2000. Hay que advertir que no se trata de estimar un modelo de los determinantes del crecimiento, sino de probar empíricamente la hipótesis de que la restricción externa (el acceso o carencia de divisas) limita el crecimiento de largo plazo y en donde el tipo de cambio real tiene una importancia determinante.

En concordancia con nuestro marco conceptual, hemos definido que esas restricciones están dadas intertemporalmente por *ca*, por el tipo de cambio real (TCR) y por una variable ficticia (D1) que captura los choques adversos en los términos de intercambio. Por las pretensiones de este modelo y porque todas las series son estacionarias en niveles,³⁵ utilizamos la especificación del *modelo uniecuacional de ajuste parcial*.

Este modelo considera que hay una corrección imperfecta que no varía en el tiempo y, en sus orígenes, fue utilizado para estimar *modelos de expectativas adaptativas*. Consideramos que este modelo de ajuste parcial es aplicable en virtud de que los agentes económicos y el gobierno saben que la economía no puede rebasar cierto crecimiento económico asociado a límites determinados de desequilibrios de *ca*. Por convención, ese límite se ha establecido en 4%. Una vez que una economía en desarrollo lo rebasa, aumenta rápidamente su tasa de riesgo país y se aproxima a una crisis de balanza de pagos.³⁶

Sea el siguiente modelo general que establece el objetivo de crecimiento de largo plazo (y^*) sujeto a la restricción externa arriba mencionada:

$$y_t^* = \beta_0 + \beta_1 x_t + u_t \quad (6.4.1)$$

Puede expresarse su versión de corto plazo y, por tanto, la medida del ajuste parcial del crecimiento en función de la restricción externa.³⁷ La variación del producto de un periodo a otro se define por $y_t - y_{t-1}$, que en términos del valor de largo plazo o del crecimiento restringido por el parámetro δ es:

$$y_t - y_{t-1} = \delta (y_t^* - y_{t-1}) \quad (6.4.2)$$

Dado que y_t^* no es directamente observable, se plantea la hipótesis de ajuste parcial que permite determinarlo por el parámetro δ a estimar. Por hipótesis, consideramos que $y_t^* - y_{t-1}$ es la variación necesaria para mantener el déficit de la cuenta corriente en un nivel manejable.

Resolviendo (6.4.2)

$$\begin{aligned} y_t &= \delta y_t^* - \delta y_{t-1} + y_{t-1} \\ y_t &= \delta y_t^* + (1 - \delta) y_{t-1} \end{aligned} \quad (6.4.3)$$

³⁴ Esto es por demás obvio y se desprende del principio matemático del interés compuesto.

³⁵ Es decir, son $I(0)$ por lo que “la cuestión acerca de la *cointegración* realmente no tiene sentido” (Charemza y Deadman, 1999: 126).

³⁶ Krugman (1997) ha identificado que además de la importancia principal de mantener en orden los macro fundamentos, lo que él ha llamado crisis de segunda generación tiene que ver con las expectativas de que éstas ocurran: *self fulfilling prophecies*.

³⁷ Véase capítulo 11.

Incorporando el valor de (6.4.1) en (6.4.3)

$$y_t = \delta(\beta_0 + \beta_1 x_t + u_t) + (1 - \delta)y_{t-1}$$

$$y_t = \delta\beta_0 + \delta\beta_1 x_t + (1 - \delta)y_{t-1} + \delta u_t \quad (6.4.4)$$

que es la función de ajuste parcial del producto de corto plazo.

Resultados

En virtud de que todas las serie estadísticas involucradas son I(0) es adecuado estimar con *mínimos cuadrados ordinarios*.³⁸

CUADRO 6.3 Pruebas de raíces unitarias		
	ADF(1)	PP(1)
<i>y</i>	-3.985	-4.816
<i>ca</i>	-3.852	-4.780
TCR	-3.539*	-3.539*

Las pruebas se realizaron con intercepto; los valores críticos son los de Mackinnon (1996).

Pruebas válidas al 99% de confianza, con excepción de *, válida al 95%.

Los resultados obtenidos, que se presentan en el cuadro 6.4, corroboran nuestra hipótesis central. Demuestran el fuerte efecto contractivo de impacto sobre el crecimiento del producto (*y*) de las devaluaciones reales (determinado por el alto valor de TCR) y su efecto expansivo en el largo plazo d(TCR(-1)) que valida el cumplimiento de la *condición Marshall-Lerner*. Con excepción de *y*, que expresa tasas de crecimiento anuales, las demás están en niveles. La letra d que antecede a *ca* y a TCR(-1) simboliza la primera diferencia.

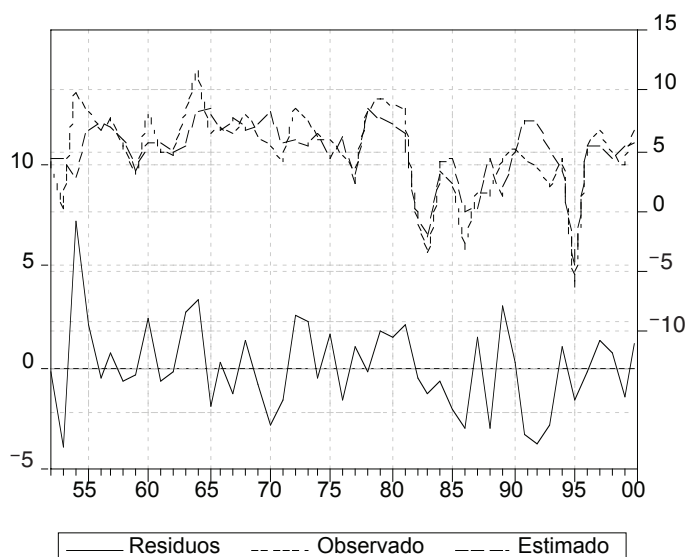
CUADRO 6.4 Resultados de estimación				
Dependent Variable: y				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 1952-2000				
Included observations: 49 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.27332	2.963210	3.804430	0.0004
d(ca)	- 0.924534	0.204967	-4.510645	0.0000
y(-1)	0.437061	0.117268	3.727030	0.0006
TCR	- 6.074455	2.150208	-2.825055	0.0071
d(TCR(-1))	10.86092	2.990530	3.631771	0.0007
D1	- 2.991200	0.754924	-3.962256	0.0003
R-squared	0.612143	Mean dependent var		4.971429
Adjusted R-squared	0.567043	S.D. dependent var		3.502142
S.E. of regression	2.304390	Akaike info criterion		4.621787
Sum squared resid	228.3391	Schwarz criterion		4.853438
Log likelihood	-107.2338	F-statistic		13.57312
Durbin-Watson stat	2.029408	Prob(F-statistic)		0.000000

J-B = 4.5831(0.1011); LM(1) = 0.8615; LM(2) = 0.8905; LM(3) = 0.9701; LM(4) = 0.9888; ARCH(1) = 0.1321; ARCH(2) = 0.1240; WHITE(n.c.) = 0.3965; WHITE(c) = 0.5146; RESET(1) = 0.1265; RESET(2) = 0.3061; D1 = 0, $\forall t = 1950-2000$, con excepción de 1973-1975, 1977, 1980-1983, 1986, 1994, 1995 y 1998.

³⁸ Las *variables dicotómicas* o *dummies* no se evalúan en términos de su orden de integración. Sólo se incorporan en los modelos a partir de un planteamiento teórico *ad hoc* que el modelador justifica.

Como era de esperarse, los choques adversos en los términos de intercambio (D1) afectan de manera negativa el crecimiento económico y, finalmente, la variación intertemporal de *ca* corrobora nuestra hipótesis principal que indica el efecto negativo del aumento del desequilibrio externo sobre el crecimiento económico de largo plazo. La bondad de ajuste es bastante aceptable, aunque presenta algunos *outliers* durante el periodo de estabilización y reforma económica que se experimentó entre 1985 y la primera mitad de 1990 (gráfica 6.4). Las pruebas de diagnóstico respectivas no reportan problemas de especificación incorrecta.

**GRÁFICA 6.4 Modelo de ajuste parcial.
Bondad de ajuste**



Asimismo, y tal como ocurre al estimar una función en la que todas las variables son estacionarias, los residuos necesariamente también lo son.

**CUADRO 6.5 Residuos del modelo de ajuste parcial.
Raíces unitarias**

Residuos	ADF(1)	PP(1)
<i>y</i>	-5.209	-6.820

Las pruebas son válidas al 99% de confianza, se realizaron con intercepto; los valores críticos son los de MacKinnon.

El coeficiente de ajuste $\delta = 1 - 0.437061 = 0.562939$, significa que en promedio, y para el largo plazo, ha existido una diferencia de 56% entre la tasa de crecimiento deseada (y^*) y la observada (y).

La ecuación de largo plazo se obtiene de dividir los parámetros de la estimación anterior entre δ :

$$y_t = 20.0258 - 1.6423 * d(ca_t) - 10.7906 * TCR_t + 19.2932 * d(TCR_{t-1}) - 5.3135 * D1 \quad (6.4.5)$$

Ya se ha planteado la importancia de la especificación correcta en las estimaciones. Por ello, además de las pruebas anteriores, es necesario probar la *exogeneidad débil, fuerte y súper*. Lo hacemos a través del procedimiento *de lo general a lo específico* y de esta manera también pretendemos evitar la exclusión de variables relevantes en el modelo. De igual forma, y en el sentido de la *crítica de Lucas*, es importante que nuestro modelo condicional sea invariante ante los cambios de la distribución marginal; esto es, que el modelo no presente cambios estructurales.

Como ya se analizó, la *exogeneidad fuerte* está estrechamente relacionada con la *causalidad de Granger* y con el cumplimiento de la *exogeneidad débil*.

El aspecto central consiste en probar que el proceso marginal no contiene información útil para la estimación del modelo condicional; esto es, que la inferencia de éste puede ser realizada eficientemente sólo a partir de esas variables. De acuerdo con Charemza y Deadman (1999: 225), la *exogeneidad débil* también puede plantearse de esta otra manera: “la variable z_t es débilmente exógena para los parámetros de interés ψ , si el conocimiento de ψ no es requerido para la inferencia sobre el proceso marginal de z_t ”.

Con fines didácticos y siguiendo la metodología expuesta por Charemza y Deadman (*ibid.*), partimos del *modelo condicional*, que es el modelo de ajuste parcial del PIB de México para el periodo 1950-2000.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 d(ca_t) + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 TCR_t + \beta_4 d(TCR_{t-1}) + \beta_5 D1_t + u_t$$

Siguiendo la estrategia progresiva de Hendry, generamos tres modelos marginales para ca_t , TCR_t , y $D1$, con lo cual buscamos probar la *exogeneidad débil* de esas variables respecto a y_t . Siguiendo con este procedimiento, reespecificamos el VAR hasta lograr un modelo estadísticamente significativo, que fue un VAR (3,3,3,3).

A manera de ejemplo, se muestra el VAR generado para determinar la *exogeneidad débil* de ca_t respecto a y_t . El mismo VAR se empleó para el resto de las variables, sustituyendo respectivamente a la endógena.

CUADRO 6.6 Prueba de exogeneidad débil

Dependent Variable: d(ca)				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 1954-2000				
Included observations: 47 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
d(ca(-1))	-0.574149	0.212301	-2.704406	0.0105
d(ca(-2))	0.085111	0.206944	0.411275	0.6834
d(ca(-3))	-0.017314	0.151361	-0.114387	0.9096
d(TCR(-1))	9.951046	1.999673	4.976337	0.0000
d(TCR(-2))	-1.803714	2.606578	-0.691986	0.4935
d(TCR(-3))	-2.497984	2.763399	-0.903954	0.3722
d(D1(-1))	0.919357	0.558473	1.646199	0.1087
d(D1(-2))	1.649216	0.603085	2.734634	0.0097
d(D1(-3))	1.046081	0.536650	1.949281	0.0593
d(y(-1))	0.011087	0.091547	0.121103	0.9043
d(y(-2))	-0.039102	0.092038	-0.424839	0.6736
d(y(-3))	-0.111139	0.073650	-1.509010	0.1403
R-squared	0.632638	Mean dependent var		-0.00353
Adjusted R-squared	0.517181	S.D. dependent var		2.062523
S.E. of regression	1.433148	Akaike info criterion		3.773463
Sum squared resid	71.88698	Schwarz criterion		4.245841
Log likelihood	-76.67638	F-statistic		5.479431
Durbin-Watson stat	2.145873	Prob(F-statistic)		0.000052

Como se observa, para el primer caso particular, la variable y no es estadísticamente significativa para explicar a ca ; a través de las pruebas conjuntas F y χ^2 se comprobó que los coeficientes de los rezagos de y no contienen información que explique a ca . El mismo procedimiento se aplicó para la elaboración de los demás modelos marginales para el resto de variables y se concluyó que existe *exogeneidad débil* de cada variable y también en forma conjunta en el sentido expresado en nuestra ecuación básica de crecimiento económico restringido o de ajuste parcial, tal como se muestra en el cuadro siguiente.

CUADRO 6.7 Exogeneidad débil del modelo de ajuste parcial			
	ca_t	TCR _t	D1
F (3,38)	0.9158 (0.4433)	1.6259 (0.2009)	1.5899 (0.2092)
χ^2 (3)	2.7473 (0.4322)	4.8770 (0.1809)	4.7698 (0.1894)

Prueba conjunta χ^2 (3) = 295.9243 (0.0). Estos resultados se obtienen de hacer las regresiones indicadas anteriormente y hacer las pruebas conjuntas de significancia estadística de Wald.

Un modelo robusto requiere también probar *exogeneidad fuerte*, lo que permite hacer pronóstico y definir políticas económicas pertinentes. Para tal propósito, aplicamos la *prueba de causalidad de Granger* para todas las variables involucradas y encontramos que ca y TCR contienen información relevante que precede a las observaciones de y , lo que quiere decir que estas dos variables son exógenamente fuertes respecto al PIB, con lo cual probamos la hipótesis central de nuestro análisis.

CUADRO 6.8 Pruebas de no causalidad en el sentido de Granger, 1950-2000
TCR $\nrightarrow$ ca

H_0 = no causalidad

Rezagos	Prueba F(m, n-k)	Valor probabilístico
1	F(1, 49) = 9.598	0.00328
2	F(2, 48) = 19.636	0.00000
3	F(3, 47) = 13.107	0.00000
4	F(4, 46) = 9.868	0.00001
5	F(5, 45) = 7.233	0.00010
6	F(6, 44) = 4.337	0.00260
7	F(7, 43) = 3.638	0.00617

La prueba debe leerse de la manera siguiente. La hipótesis nula (H_0) plantea que no existe *causalidad en el sentido de Granger* de TCR hacia ca . El hecho de obtener valores probabilísticos inferiores a 95% de confianza (0.05) nos hace rechazar esta hipótesis, conduciéndonos entonces a aceptar la hipótesis alternativa de que sí existe causalidad en el sentido de Granger de TCR sobre ca hasta por 7 rezagos. No se encontró evidencia de *causalidad en el sentido de Granger* en el sentido inverso.

CUADRO 6.9 Pruebas de no causalidad en el sentido de Granger, 1950-2000
 $ca \nrightarrow y$

H_0 = no causalidad

Rezagos	Prueba F(m, n-k)		Valor probabilístico
1	F(1, 50) =	8.72300	0.00489
2	F(2, 49) =	4.58546	0.01553
3	F(3, 48) =	2.89244	0.04675
4	F(4, 47) =	2.38984	0.06782
5	F(5, 46) =	2.61276	0.04139
6	F(6, 45) =	1.63627	0.16939
7	F(7, 44) =	2.16190	0.06817

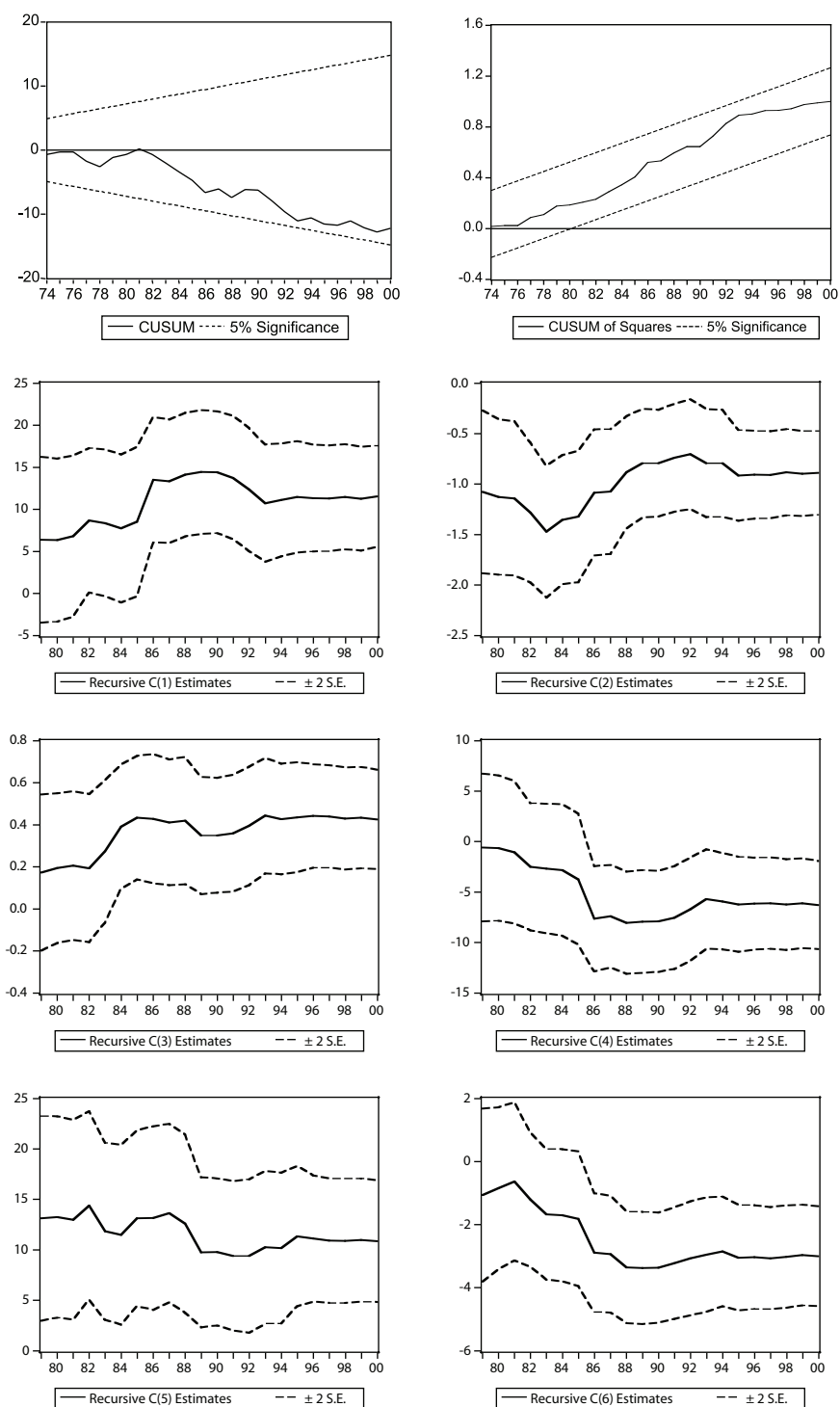
CUADRO 6.10 Pruebas de no causalidad en el sentido de Granger, 1950-2000
 $TCR \nrightarrow y$

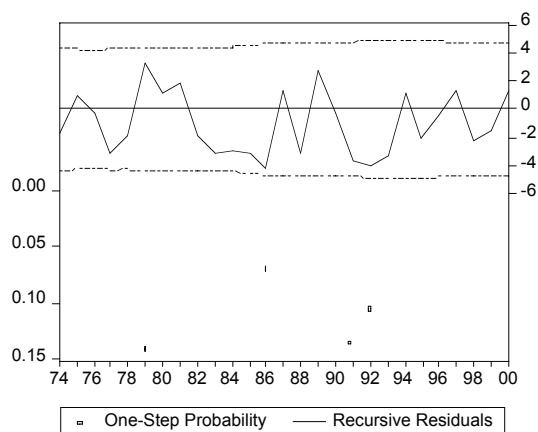
H_0 = no causalidad

Rezagos	Prueba F(m, n-k)		Valor probabilístico
1	F(1, 50) =	5.37884	0.02478
2	F(2, 49) =	3.05887	0.05704
3	F(3, 48) =	2.76552	0.05394
4	F(4, 47) =	2.09598	0.10040
5	F(5, 46) =	2.13335	0.08437
6	F(6, 45) =	1.53738	0.19790
7	F(7, 44) =	1.76015	0.13405

Por último, las gráficas 6.5 y 6.6 presentan las pruebas de estabilidad del modelo, que permiten confirmar que la parte condicional es invariante a la marginal, por lo que no aplica la *crítica de Lucas*.

GRÁFICA 6.5 Modelo de ajuste parcial.
Pruebas de estabilidad estructural y coeficientes recursivos



GRÁFICA 6.6 Prueba *one-step* de residuos

ANEXO II

RAÍCES UNITARIAS³⁹

Como hemos mencionado en capítulos anteriores, la tradición econométrica de la *Comisión Cowles* se basaba principalmente en ajustar regresiones lineales a partir de argumentos provenientes de la teoría económica, despreciando en gran medida el análisis estadístico riguroso. De esta forma, era recurrente regresionar variables que aunque tuvieran justificación teórica, en la práctica estaban poco relacionadas.

Para obtener resultados estadísticos⁴⁰ que corroboraran los argumentos teóricos, con frecuencia se incurría en el minado de datos (*data mining*) y en regresiones espurias.

Esta práctica fue criticada en los años 20 y 40 del siglo xx con los trabajos seminales de Yule y Haavelmo, pero no fue sino hasta la década de 1970 cuando comenzó a generarse un consenso en la disciplina sobre los problemas de espuriedad a que fácilmente conducía esta práctica.⁴¹

Tiempo más tarde, y a la luz del seminal artículo de Nelson y Plosser (1982), se comenzó a analizar con mucho cuidado las propiedades estadísticas de las series macroeconómicas temporales, particularmente sus componentes cíclico y de tendencia, en virtud de que contenían mucha información relacionada con teoría y política económicas.

La aceptación de que la gran mayoría de estas variables seguían un camino aleatorio abrió el análisis en torno a la naturaleza de la no estacionariedad.⁴² Estos autores detectaron que había algunas variables (como la tasa de desempleo) que mostraban fluctuaciones en torno a una tendencia conocida (determinística); mientras que muchas otras, como el PIB, los índices de precios, los salarios y los agregados monetarios seguían un proceso estrictamente aleatorio, por lo que no podría aceptarse que siguieran una trayectoria pre-determinada o pronosticable.

Estos hallazgos fueron cruciales para el campo de la econometría, pero aún más para la teoría y la política económicas. En lo que toca a la teoría, porque de la naturaleza de la evolución de las variables se desprenden las explicaciones de los ciclos económicos; y en lo que respecta a la segunda, para identificar el papel de las acciones de las autoridades y su eficiencia.

Por ejemplo, si encontramos que una variable tiene pequeñas fluctuaciones alrededor de una tendencia determinística, sabemos entonces que esa variable –tarde o temprano– regresará a esa trayectoria o fluctuará persistente y suavemente en torno a ella. En tal caso, la política económica sería ineficiente si quisiera ubicarla en otra trayectoria. Pero si –por el contrario– se diagnostica que una serie de tiempo tiene una trayectoria impredecible (esto es, que sigue una caminata aleatoria), será entonces imposible decir algo en relación con su evolución futura y menos aún pretender actuar sobre ella a través de la política económica, debido a que su dinámica temporal estará determinada por los choques pasados y futuros que sufra y nunca regresará a ningún sendero o trayectoria de equilibrio.

Al hacer el análisis individual de cada variable será necesario conocer su orden de integración o –dicho de otro modo– tipo de trayectoria para saber más sobre ella en los términos referidos y, de esta manera, conocer la transformación algebraica adecuada para hacerla estacionaria.

³⁹ Agradezco la colaboración de Jorge Ramírez y los comentarios de Pablo Mejía y de Armando Sánchez. Los errores que prevalezcan son de mi entera responsabilidad.

⁴⁰ Generalmente centrados en R^2 altos y estadísticos t significativos.

⁴¹ Los trabajos de Granger y Newbold (1974) y de Hendry (1983) lo sintetizan.

⁴² Las características principales de una serie estacionaria son que sus momentos de distribución (principalmente media y varianza) sean invariantes en el tiempo y que su covarianza depende únicamente de los rezagos o de la distancia de las observaciones.

Una variable que tiene tendencia determinística se transformará en estacionaria al regresionarla contra el tiempo. Con ello habremos eliminado el componente secular o de crecimiento y tan sólo quedarán los componentes cíclicos (estacionales y los estrictamente aleatorios). Pero cuando estamos frente a una variable estrictamente aleatoria (caminata aleatoria), para conseguir ese objetivo será necesario diferenciarla.

Como se ve con facilidad, el hecho de conocer la naturaleza de cada variable individual es un asunto complejo y adquiere aún mayores proporciones cuando se trata simultáneamente a un conjunto de variables en una regresión. Al respecto, Nelson y Plosser (*op. cit.*: 153) señalan: “[...] probablemente el método ideal para tratar con la no estacionariedad consiste en involucrar series que tengan el mismo comportamiento”. Esto puede asociarse a lo que más recientemente se conoce como definición de ecuaciones balanceadas, en las que todas las variables participantes son del mismo orden de integración. De hecho, éste es el principio de cointegración definido inicialmente por Granger y luego por Johansen, tal como señalamos en el capítulo 5.

La econometría contemporánea considera de suma importancia este aspecto y trata de que al regresionar un conjunto de variables, que pretende ser la mejor aproximación al proceso generador de un proceso estocástico, se obtenga una combinación lineal que genere un vector cointegrador que necesariamente seguirá un proceso estacionario. De esta manera, en principio, se habrá obtenido una combinación adecuada que comprenda las características aleatorias de las variables involucradas y replique adecuadamente a la variable de interés.

Por otro lado, el hecho de regresionar un conjunto de variables $I(1)$ no exige de entrada diferenciarlas para encontrar una relación cointegrada. Es muy probable que su combinación lineal lo consiga.⁴³

Por todo lo dicho, antes de realizar cualquier conjetura acerca de una serie temporal o de hacer alguna estimación, resulta indispensable conocer su orden de integración.

Por los propósitos de esta sección, presentaremos a continuación las pruebas estadísticas más comunes y convencionales para detectar estacionariedad en una serie de tiempo. Hay dos grupos de pruebas, mismas que fueron utilizadas en el artículo seminal de Nelson y Plosser. El primero es más intuitivo y visual, y consiste en construir un correlograma a partir de la estimación de los coeficientes de autocorrelación muestral.

El segundo grupo de pruebas consiste en correr regresiones con diversas restricciones. De hecho, estas pruebas han proliferado en los últimos años a partir del cuestionamiento que se hace sobre su capacidad de detección de raíces unitarias.

Con la finalidad de ejemplificar los argumentos antes mencionados, a continuación realizamos un ejercicio con datos reales de la economía mexicana para el periodo 1980.1-2004.4.

En la gráfica 6.7 salta a la vista que la serie trimestral del PIB de México crece en el tiempo, lo que de entrada sugeriría que se trata de una serie no estacionaria.

Con la pretensión de hacer una primera averiguación más rigurosa graficamos una línea de tendencia temporal que resulta de la siguiente regresión: $LS\ LGDP\ C\ @trend$, cuyos resultados son:

$$LGDP_t = 13.665 + 0.006@trend + u_t$$

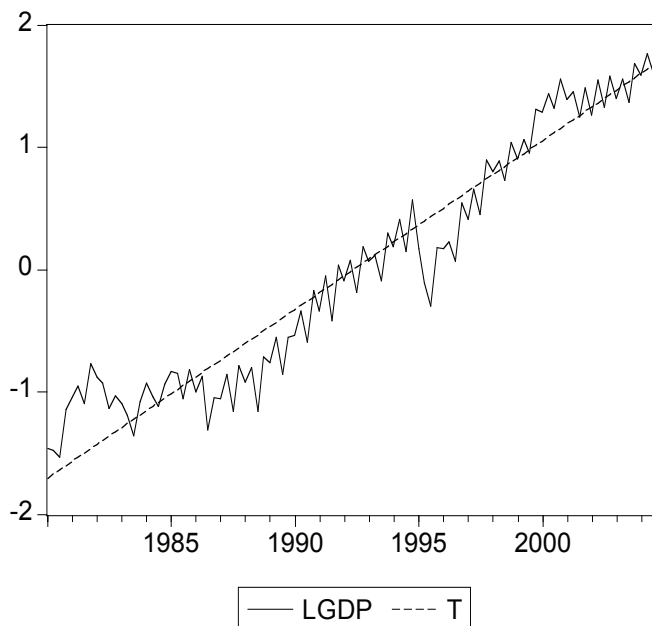
$$t \quad (1271.43) \quad (38.44)$$

$$R^2 = 0.9322, DW = 0.8074$$

⁴³ Este asunto se analiza con más detalle en el capítulo 12.

La línea resultante no es otra cosa que la tasa geométrica de crecimiento de cada trimestre.⁴⁴ El hecho de que haya fuerte correlación serial no debe preocuparnos dado que no estamos tratando de replicar la variable, sino tan sólo tratamos de demostrar que crece en el tiempo.

**GRÁFICA 6.7 México: PIB trimestral y tendencia temporal
1980.1-2004.4**
(variables normalizadas)



A simple vista es posible afirmar que para el periodo de análisis el PIB de México evoluciona positivamente en el tiempo, pero en este momento no podemos afirmar que lo haga de manera cíclica en torno a una tendencia determinística, aunque pareciera lo contrario.⁴⁵

Comencemos con la aplicación de los dos grupos de técnicas de diagnóstico para confirmar que, en efecto, estamos en presencia de una serie I(1).

La técnica del correlograma resulta de seleccionar en la barra de comandos las siguientes instrucciones: *Show, View, Correlogram*.⁴⁶

⁴⁴ O comúnmente conocida como tasa media de crecimiento, que también se calcula de la siguiente expresión:

$$TMC = \left[\left(\frac{Y_F}{Y_I} \right)^{1/t} - 1 \right] * 100, \quad Y_F, Y_I : \text{PIB, datos final e inicial respectivamente.}$$

En virtud del periodo que estamos considerando y de que evaluamos a nuestra variable en logaritmos, la expresión anterior queda como:

$$[(y_{2005.1} - y_{1980.1})^{1/100} - 1] * 100 = 0.6\%, \text{ que corresponde a la pendiente de regresión.}$$

⁴⁵ Debemos enfatizar que esa tendencia lineal ha resultado del ajuste lineal que hemos hecho a partir de los datos conocidos.

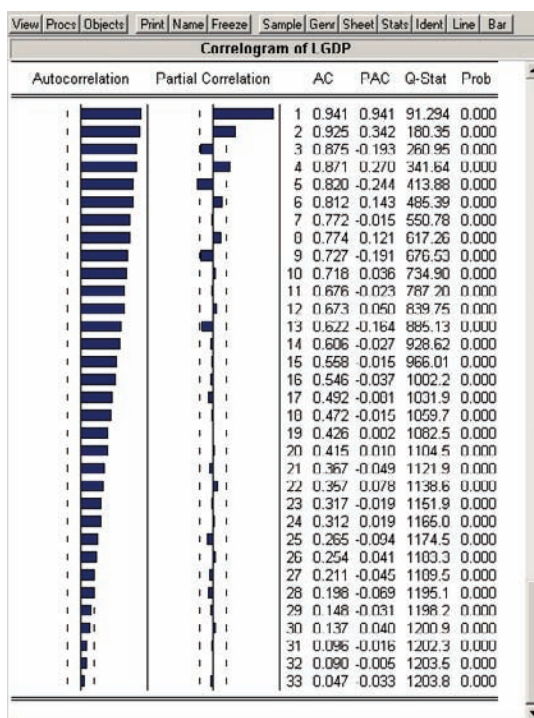
⁴⁶ La longitud de rezagos deberá comprender 1/3 del tamaño de la muestra. De cualquier modo, el programa *Eviews 4.0* lo elegirá de manera predeterminada.

Aparecerán entonces los coeficientes de autocorrelación (AC) y de correlación parcial (PAC), además del estadístico Q de Lung-Box y su probabilidad. Tal como lo señalaron Nelson y Plosser (1982), una serie no estacionaria se caracteriza por presentar al principio un alto coeficiente de autocorrelación (ℓ) que tiende a disminuir paulatinamente a medida que aumentan los rezagos.⁴⁷ Recordemos que este coeficiente se obtiene de la siguiente expresión:

$$\ell_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad \gamma_k, \gamma_0: \text{covarianza al rezago } k \text{ y varianza muestrales, respectivamente.}$$

La serie que representa al coeficiente de autocorrelación en la gráfica 6.8 no permite rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria.

GRÁFICA 6.8 México: Correlograma del PIB,

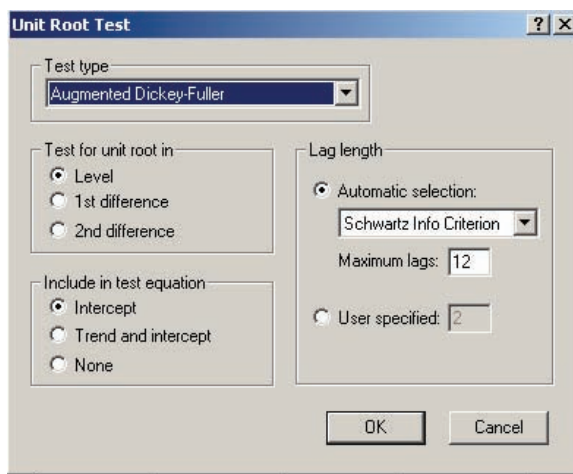


El segundo grupo de estadísticos para probar estacionariedad es más riguroso y se basa en la inferencia estadística; fueron propuestos por primera vez en 1979 por Dickey y Fuller y, desde entonces, han crecido en número y en complejidad en su pretensión por alcanzar mayor poder de detección, desplazando a la prueba DF. La proliferación de pruebas ha llegado a tal grado que algunos econometristas proponen que la agenda en este rubro de investigación ya está concluida. Al respecto, Maddala y Kim (1998: 486-488), en el último capítulo de su influyente libro, indican las direcciones futuras de la econometría y los tópicos que deben o no abordarse en el futuro: “Lo que no necesitamos son más

⁴⁷ ¿Por qué? Como pista, reflexione sobre la evolución que debe presentar la varianza de una variable no estacionaria.

pruebas de raíces unitarias (cada quien usa los datos de Nelson-Plosser como a un conejillo de indias)”⁴⁸

Al igual que en el ejercicio anterior, partimos de desplegar la serie del PIB y elegir en el submenú: *Show, Unit Root Test*. Aparecerá entonces un nuevo menú, en el cual se encuentra la opción *Test type* que permite elegir las diversas pruebas de diagnóstico disponibles en el programa.



A cada una de las pruebas le corresponden diversas especificaciones, tal como se muestra en el submenú *Include in test equation*.

Se debe considerar que, al igual que otras pruebas, los resultados son muy sensibles a la especificación, incluyendo –por supuesto– la selección de rezagos, la que se puede hacer automática o manualmente. Al utilizar la selección automática sólo se elige un criterio de información, mientras que al hacerlo de manera manual se pueden combinar varios criterios para mejor la evaluación.⁴⁹ Procederemos manualmente y comenzamos con seis rezagos. Este procedimiento se debe repetir en cada uno de los modelos. Se deberá elegir aquel que: *a)* minimice los criterios de información ya señalados; *b)* obtenga parámetros significativos, y *c)* no incurra en heteroscedasticidad ni en autocorrelación.

En el caso de las pruebas ADF, DF-GLS Y PP se utilizan los valores críticos de Mackinnon (1996). La hipótesis nula (H_0) propone que la serie tiene una raíz unitaria. La prueba de hipótesis se hace con el valor de la *t* estadística. Si ésta es positiva o está por debajo del valor crítico, se acepta H_0 . Este resultado se confirma un poco más intuitivamente al observar que la probabilidad de la prueba sea mayor al 95% de confianza, lo cual se advierte en el valor de la probabilidad (*Prob*), que debe ser mayor a 0.05.

En las siguientes tres ventanas se puede observar que con sendas pruebas se acepta la hipótesis nula o, expresado en lenguaje econométrico, no se puede rechazar H_0 .

⁴⁸ “What we do not need is more unit root test (each of which uses the Nelson-Plosser data as a guinea pig)” (*ibid.*: 488).

⁴⁹ Como por ejemplo Akaike; Schwartz; Hannan-Quinn; y Akaike, Schwartz, Hannan-Quinn modificados.

Series: LGDP Workfile: GDP

View Procs Objects Print Name Freeze Sample Genr Sheet Stats Ident Line Bar

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on LGDP

Null Hypothesis: LGDP has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 6 (Fixed)

	t Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.124606	0.9995
Test critical values:		
1% level	-2.590065	
5% level	-1.944324	
10% level	-1.614464	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LGDP)
Method: Least Squares
Date: 01/13/06 Time: 10:07
Sample(adjusted): 1981:4 2004:4
Included observations: 93 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t Statistic	Prob.
LGDP(-1)	0.000593	0.000190	3.124606	0.0024
D(LGDP(-1))	-0.131509	0.102332	-1.285127	0.2022
D(LGDP(-2))	0.054316	0.099850	0.543975	0.5879
D(LGDP(-3))	-0.355879	0.081752	-4.353163	0.0000
D(LGDP(-4))	0.520499	0.080235	6.487187	0.0000
D(LGDP(-5))	-0.217724	0.097483	-2.233456	0.0281
D(LGDP(-6))	-0.320871	0.099695	-3.218511	0.0018

R-squared	0.803134	Mean dependent var	0.006156
Adjusted R-squared	0.789399	S.D. dependent var	0.045031
S.E. of regression	0.020655	Akaike info criterion	-4.848447
Sum squared resid	0.036726	Schwarz criterion	-4.657821
Log likelihood	-232.4528	Durbin-Watson stat	2.013492

Series: LGDP Workfile: GDP

View Procs Objects Print Name Freeze Sample Genr Sheet Stats Ident Line Bar

DF-GLS Unit Root Test on LGDP

Null Hypothesis: LGDP has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 6 (Fixed)

	t-Statistic
Elliott-Ruthenberg-Stock DF-GLS test statistic	-1.855062
Test critical values:	
1% level	-3.606600
5% level	-3.052400
10% level	-2.761000

*Elliott-Ruthenberg-Stock (1996, Table 1)

DF-GLS Test Equation on GLS Detrended Residuals
Dependent Variable: D(GLSRESID)
Method: Least Squares
Date: 01/13/06 Time: 10:10
Sample(adjusted): 1981:4 2004:4
Included observations: 93 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GLSRESID(-1)	-0.096830	0.052198	-1.855062	0.0670
D(GLSRESID(-1))	-0.063634	0.1103320	-0.576466	0.4205
D(GLSRESID(-2))	0.090431	0.099657	0.907420	0.3667
D(GLSRESID(-3))	-0.297374	0.095777	-3.106825	0.0009
D(GLSRESID(-4))	0.556285	0.080798	6.884865	0.0000
D(GLSRESID(-5))	-0.159702	0.100541	-1.589214	0.1157
D(GLSRESID(-6))	-0.274763	0.100809	-2.725784	0.0078

R-squared	0.810418	Mean dependent var	0.000116
Adjusted R-squared	0.797191	S.D. dependent var	0.045031
S.E. of regression	0.020279	Akaike info criterion	-4.886148
Sum squared resid	0.035367	Schwarz criterion	-4.695522
Log likelihood	-234.2059	Durbin-Watson stat	1.988315

Series: LGDP Workfile: GDP

View Procs Objects Print Name Freeze Sample Genr Sheet Stats Ident Line Bar

Phillips-Perron Unit Root Test on LGDP

Null Hypothesis: LGDP has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 4 (Fixed using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	2.462551	0.9966
Test critical values:		
1% level	-2.588530	
5% level	-1.944105	
10% level	-1.614596	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.001948
IAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000676

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(LGDP)
Method: Least Squares
Date: 01/13/06 Time: 10:25
Sample(adjusted): 1980:2 2004:4
Included observations: 99 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LGDP(-1)	0.000458	0.000318	1.440230	0.1530

R-squared	-0.000319	Mean dependent var	0.006469
Adjusted R-squared	-0.000319	S.D. dependent var	0.044351
S.E. of regression	0.044356	Akaike info criterion	-3.362969
Sum squared resid	0.192830	Schwarz criterion	-3.356775
Log likelihood	168.4579	Durbin-Watson stat	3.286585

Veamos por último la prueba KPSS, que es una de las más modernas y poderosas y quizá por lo mismo se ha vuelto muy popular. A diferencia de las pruebas anteriores, propone como hipótesis nula que la variable es estacionaria. Se rechazará la hipótesis nula cuando la t estadística esté por encima de los valores críticos de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992).

Series: LGDP Workfile: GDP				
View Procs Objects Print Name Freeze Sample Genr Sheet Stats Ident Line Dar				
KPSS Unit Root Test on LGDP				
Null Hypothesis: LGDP is stationary				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Bandwidth: 4 (Fixed using Bartlett kernel)				
				LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic				0.296956
Asymptotic critical values*:				
1% level				0.216000
5% level				0.146000
10% level				0.119000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)				
Residual variance (no correction)				0.002415
HAC corrected variance (Bartlett kernel)				0.000319
KPSS Test Equation				
Dependent Variable: LGDP				
Method: Least Squares				
Date: 01/13/06 Time: 10:28				
Sample: 1900:1 2004:4				
Included observations: 100				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.71719	0.009853	1392.138	0.0000
@TREND(1900:1)	0.006210	0.000172	36.15072	0.0000
R-squared	0.900272	Mean dependent var		14.02496
Adjusted R-squared	0.929560	S.D. dependent var		0.187022
S.E. of regression	0.049637	Akaike info criterion		-3.140379
Sum squared resid	0.241452	Schwarz criterion		-3.096276
Log likelihood	159.4190	F-statistic		1307.453
Durbin-Watson stat	0.798398	Prob(F-statistic)		0.000000

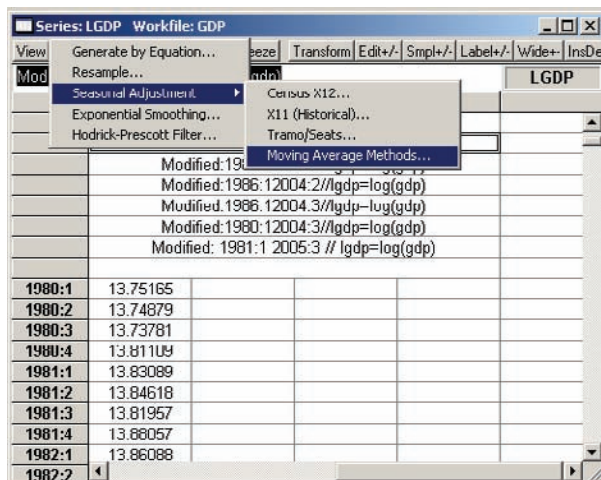
Ha quedado de manifiesto que las dos técnicas son coincidentes en la detección de la no estacionariedad del PIB de México.

El siguiente paso consiste en saber si LGDP es I(1) o I(2), lo que resulta de realizar las pruebas anteriores especificando a nuestra variable en primera diferencia (Δy).

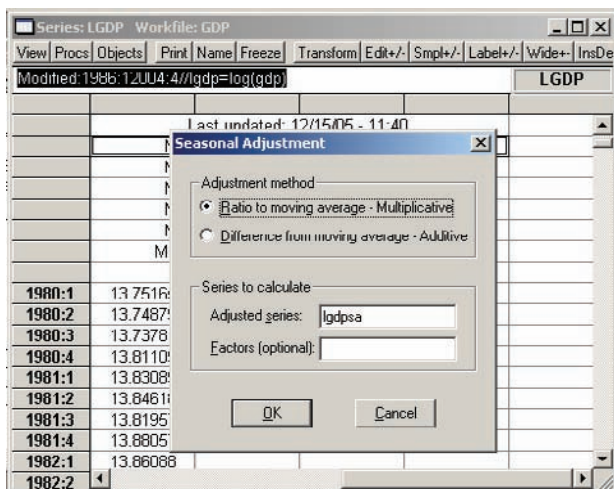
Usamos primero la técnica del correlograma, que indica la ausencia de un patrón sistemático (decreciente) de ℓ . Sin embargo, en las primeras observaciones los coeficientes de correlación parcial salen de las bandas de significancia estadística, lo cual nos estaría indicando que aun cuando la serie ha dejado de ser I(1) presenta un comportamiento periódico. Al desestacionalizarla aplicando el método de medias móviles, este comportamiento se corrige notablemente.⁵⁰ Por un lado se reduce aun más ℓ y ahora los coeficientes de correlación parcial quedan dentro de las bandas de significancia (véase la gráfica 6.9). Este resultado estaría indicando que por cuestiones propias de la economía mexicana la serie trimestral del PIB contiene una estacionalidad importante. Se debe tener cuidado de no confundir este término con el de estacionariedad.

Este método puede ser utilizado directamente con el programa Eviews a partir del siguiente procedimiento: *Show, Procs* y *Seasonal Adjustment* y *Moving Average Methods*.

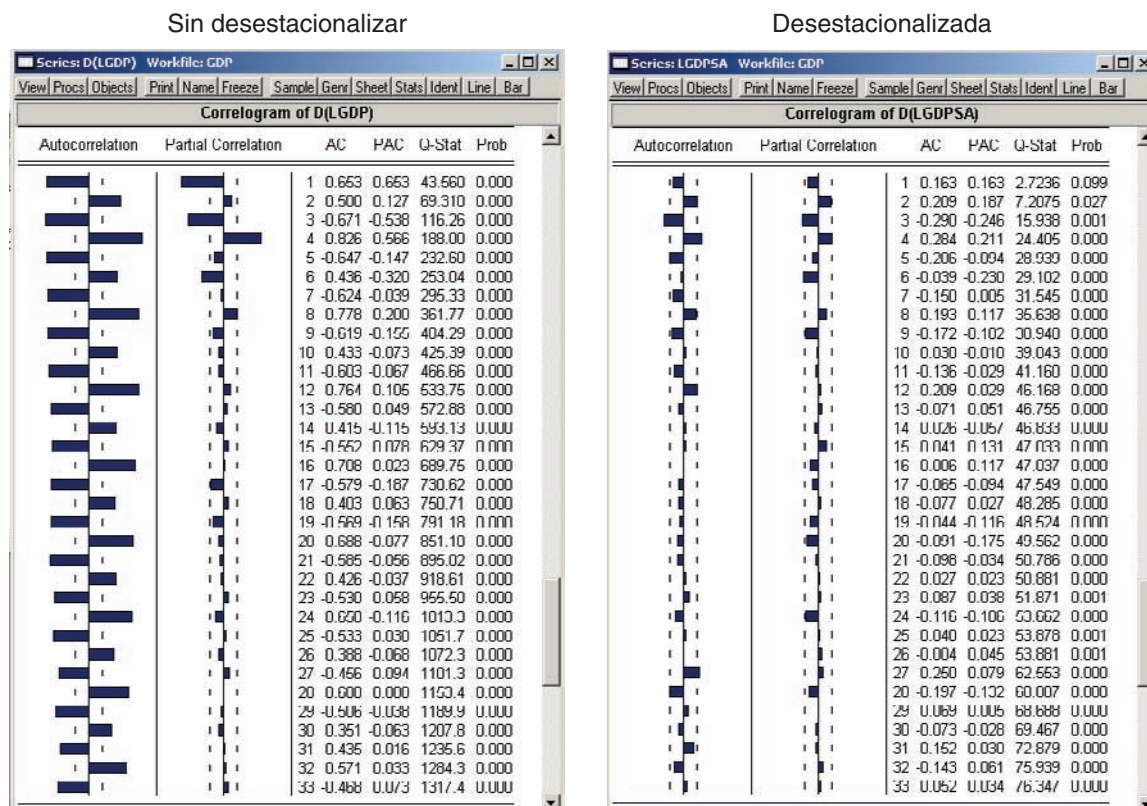
⁵⁰ Esta observación fue hecha por Pablo Mejía.



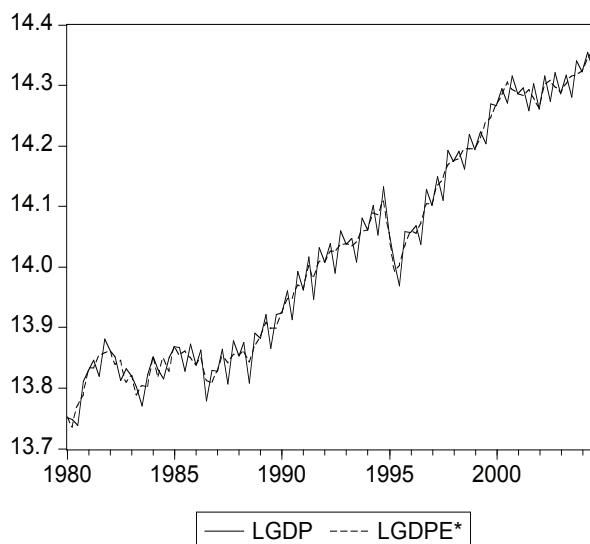
Una vez realizada esta acción, aparecerá un submenú que contiene dos opciones, de las cuales se debe elegir la que ofrece automáticamente el programa. También aparece en la misma ventana un recuadro para calcular series, en el cual se nombra automáticamente a la nueva serie desestacionalizada.



GRÁFICA 6.9 México: Correlograma de la primera diferencia del PIB, 1980.1-2004.4



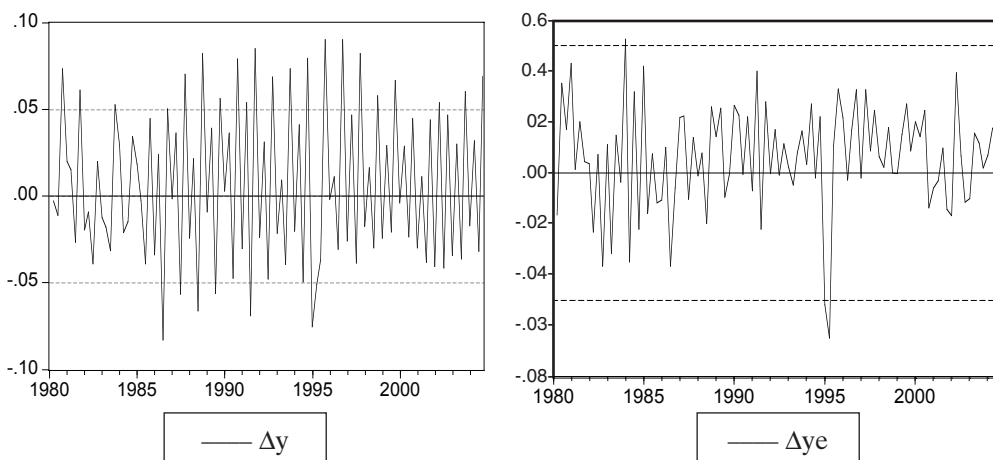
GRÁFICA 6.10 México: PIB observado y desestacionalizado 1980.1-2004.4



*Serie desestacionalizada.

Al graficar las series Δy sin desestacionalizar y desestacionalizada (Δye) contra el tiempo se observa claramente que ambas series carecen de tendencia y que se mueven alrededor de una media con varianza constante. Esto se puede apreciar mejor en el caso de Δye , la cual presenta una varianza menor debido a que se eliminan por completo los patrones anuales recurrentes de la serie original (véase la gráfica 6.11).⁵¹

GRÁFICA 6.11 México: primera diferencia del PIB



Asimismo, todas las pruebas confirman que la serie ahora es estacionaria.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(LGDP)				
Null Hypothesis: D(LGDP) has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 5 (Fixed)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-5.317642	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.502238	
	5% level		-2.092079	
	10% level		-2.583553	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(LGDP,2)				
Method: Least Squares				
Date: 01/13/06 Time: 11:05				
Sample(adjusted): 1981:4 2004:4				
Included observations: 93 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LGDP(-1))	-1.445269	0.271788	-5.317642	0.0000
D(LGDP(-1),2)	0.314929	0.246718	1.276472	0.2052
D(LGDP(-2),2)	0.370199	0.229233	1.614941	0.1100
D(LGDP(-3),2)	0.015657	0.170062	0.097536	0.9304
D(LGDP(-4),2)	0.537279	0.141075	3.808461	0.0003
D(LGDP(-5),2)	0.320132	0.099714	3.210510	0.0019
C	0.008269	0.002660	3.109252	0.0025
R-squared	0.940854	Mean dependent var	0.001027	
Adjusted R-squared	0.936728	S.D. dependent var	0.082196	
S.E. of regression	0.020676	Akaike info criterion	-4.847448	
Sum squared resid	0.036763	Schwarz criterion	-4.656822	
Log likelihood	232.4063	F-statistic	220.0057	
Durbin-Watson stat	2.012546	Prob(F-statistic)	0.000000	

DF-GLS Unit Root Test on D(LGDP)				
Null Hypothesis: D(LGDP) has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 5 (Fixed)				
			t-Statistic	
Filmer-Romberg Stock DF-GLS test statistic			-5.068137	
Test critical values:	1% level		-2.590065	
	5% level		-1.944324	
	10% level		-1.614461	
*MacKinnon (1996)				
DF-GLS Test Equation on GLS Detrended Residuals				
Dependent Variable: D(GLSRESID)				
Method: Least Squares				
Date: 01/13/06 Time: 11:08				
Sample(adjusted): 1981:4 2004:4				
Included observations: 93 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GLSRESID(-1)	-1.328204	0.262070	-5.068137	0.0000
D(GLSRESID(-1))	0.213596	0.238874	0.894179	0.3737
D(GLSRESID(-2))	0.281976	0.223050	1.264184	0.2095
D(GLSRESID(-3))	-0.045744	0.175298	-0.260950	0.7947
D(GLSRESID(-4))	0.503216	0.140199	3.589287	0.0005
D(GLSRESID(-5))	0.301649	0.099640	3.027406	0.0032
R-squared	0.939321	Mean dependent var	0.001027	
Adjusted R-squared	0.935833	S.D. dependent var	0.082196	
S.E. of regression	0.020676	Akaike info criterion	-4.847448	
Sum squared resid	0.037716	Schwarz criterion	-4.679960	
Log likelihood	231.2159	Durbin-Watson stat	1.991310	

⁵¹ Esto se ve con nitidez con la escala o rango de variación. En la primera gráfica va de 0.1 a -0.1 y en la segunda de 0.06 a -0.08. En ambos casos, sin embargo, no se logra eliminar el *out layer* de 1995 debido a que esta observación está reportando un fenómeno económico atípico –no recurrente– como lo fue el de la fuerte caída de la producción nacional.

Phillips-Perron Unit Root Test on D(LGDP)				
Null Hypothesis: D(LGDP) has a unit root				
Exogenous: Constant				
Bandwidth: 4 (Fixed using Bartlett kernel)				
	Adj. t-Stat	Prob.*		
Phillips-Perron test statistic	-22.26184	0.0001		
Test critical values:	1% level	-3.490439		
	5% level	-2.891234		
	10% level	-2.582678		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Residual variance (no correction)		0.001109		
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		0.001003		
Phillips-Perron Test Equation				
Dependent Variable: D(LGDP,2)				
Method: Least Squares				
Date: 01/13/06 Time: 11.12				
Sample(adjusted): 1980:3 2004:4				
Included observations: 99 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LGDP(-1))	-1.666993	0.077426	-21.53008	0.0000
C	0.010454	0.003429	3.049062	0.0030
R-squared	0.828432	Mean dependent var	0.000732	
Adjusted R-squared	0.826645	S.D. dependent var	0.080808	
S.E. of regression	0.030645	Akaike info criterion	-3.925605	
Sum squared resid	0.106673	Schwarz criterion	-3.872930	
Log likelihood	194.3586	F-statistic	463.5443	
Durbin Watson stat	1.815243	Prob(F statistic)	0.000000	

KPSS Unit Root Test on D(LGDP)				
Null Hypothesis: D(LGDP) is stationary				
Exogenous: Constant				
Bandwidth: 5 (Fixed using Bartlett kernel)				
			LM-Stat	
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic			0.101635	
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000		
	5% level	0.463000		
	10% level	0.347000		
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)				
Residual variance (no correction)			0.001947	
HAC corrected variance (Bartlett kernel)			0.000468	
KPSS Test Equation				
Dependent Variable: D(LGDP)				
Method: Least Squares				
Date: 01/13/06 Time: 11:15				
Sample(adjusted): 1980:2 2004:4				
Included observations: 99 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.006469	0.004457	1.451256	0.1499
R-squared	0.000000	Mean dependent var	0.006469	
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	0.044351	
S.E. of regression	0.044351	Akaike info criterion	-3.383307	
Sum squared resid	0.192760	Schwarz criterion	-3.327094	
Log likelihood	168.4737	Durbin-Watson stat	3.286138	

Por último, y como mero ejercicio académico, tratemos ahora de conocer un poco más respecto a la tendencia temporal del PIB de México. Recordemos que ya antes trazamos una trayectoria determinística basada en su crecimiento observado (pasado). Ahora utilicemos un método de suavizamiento de la serie original a través del famoso filtro Hodrick-Prescott (1997: 3), que consiste en un ajuste estrictamente estadístico a partir de las tasas de crecimiento rezagadas de la misma variable y de su componente cíclico.

$$\min \left\{ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\}$$

$$\{g_t\}_{t=1}^T$$

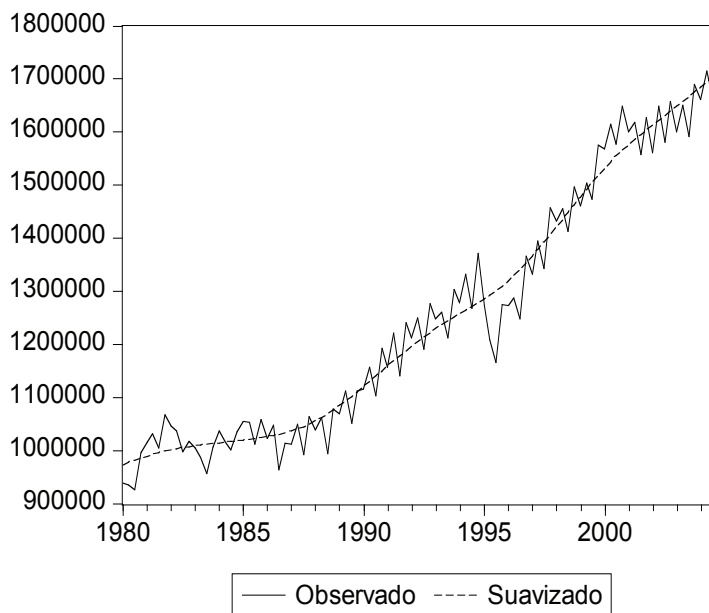
Donde g_t , c_t son los componentes de crecimiento y cíclico, respectivamente, de una serie de tiempo cualquiera.

Esta propuesta de suavizamiento de una serie de tiempo parte del hecho de que “nuestro conocimiento previo no es lo suficientemente sólido como para modelar el componente de crecimiento como una parte determinística, posiblemente condicionada por variables exógenas más un proceso estocástico[...]”. Nuestro conocimiento previo consiste en que el componente de crecimiento (g_t) varía suavemente en el tiempo, por lo que “[...] nuestra medida de suavizamiento de g_t ” está definida por la expresión anterior.

Los autores advierten que tanto el componente cíclico (c_t) como el estacional, que son desviaciones respecto a g_t , para periodos largos de tiempo promedian cero.⁵²

⁵² Es importante apuntar que Hodrick y Prescott toman en cuenta como desviaciones de la tendencia sólo al componente cíclico y dejan de lado al factor estacional, debido a que consideran que las autoridades encargadas de generar los datos generalmente lo descuentan, aunque hay que ser muy cautos porque en economías como la mexicana la autoridad estadística presenta las series en ambas modalidades. Se debe tener en cuenta que el proceso de desestacionalización no es estándar, por lo que cada procedimiento puede generar resultados distintos.

GRÁFICA 6.12 México: PIB observado y suavizado por el filtro HP



Es evidente que el suavizamiento generado por el filtro HP no es lineal, a diferencia de la recta que construimos de las tasas de crecimiento de la serie. Este dato apoya la hipótesis de que el PIB de México para el periodo 1980.1-2004.4 sigue un proceso estrictamente aleatorio. Sin embargo, si bien este tema ha sido poco investigado para el caso de México, Mejía y Hernández (1997) y Ruprah (1991) han hecho aportes importantes y todavía no hay resultados concluyentes.

CAPÍTULO 7

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO ESTRUCTURAL DE DEMANDA AGREGADA PARA LA ECONOMÍA MEXICANA, 1970-2003

“Todo el mundo conoce la historia de Sherlock Holmes en la que la clave definitiva la constituye el hecho de que un perro no ladra, es decir, en donde la evidencia importante resulta ser lo que no sucede, en vez de lo que acontece...”

Paul Krugman (1989)

[Esto ocurre con frecuencia al construir modelos econométricos]

Introducción

A partir de toda la serie de elementos metodológicos y conceptuales tratados en los capítulos precedentes, haremos ahora otra aplicación práctica pero esta vez para construir un *modelo keynesiano de economía abierta y con gobierno* de determinación del producto interno bruto de México para el periodo 1970-2003, mediante la combinación de los siguientes elementos:

- a) Análisis de las características estadísticas de cada variable.
- b) Análisis de las *formas funcionales*.
- c) Análisis de resultados estadísticos.
- d) Utilización de conceptos de teoría económica.
- e) Aplicación de resultados y conceptos para tener una comprensión analítica de una economía verdadera.

Al seguir este procedimiento pretendemos dar sentido práctico y didáctico a la econometría aplicada y, con ello, hacer “econometría de acción”. Iniciaremos con la estimación individual de las ecuaciones que conforman nuestro modelo, buscando en todo momento el equilibrio ya propuesto entre los argumentos teóricos, estadísticos y los datos.

Hay que mencionar que la *bondad de ajuste* del conjunto del modelo depende centralmente de la buena especificación del PIB, debido a que esta variable se incorpora como determinante del ingreso disponible, de la cuenta corriente, de las finanzas públicas y del empleo total.

Las principales publicaciones periódicas sobre pronósticos a nivel nacional e internacional le dan una importancia crucial a las variables de demanda. Eso demuestra que son las variables líderes que permiten construir los marcos más comunes de pronóstico y prospectiva. En esencia, en el bloque de ecuaciones de demanda reside el análisis más tradicional y más necesario de comprensión de la macroeconomía contemporánea, tanto a nivel teórico como de política económica. Por ello, no sólo los libros de texto sino también los diarios y las principales publicaciones periódicas le dan una especial importancia a estas variables.

Aplicaremos las *pruebas de correcta especificación* a las estimaciones mínimo cuadráticas individuales, hasta obtener un conjunto de ecuaciones que cumplan con los requerimientos de la teoría estadística, de suerte que los resultados paramétricos sean consistentes y confiables. Posteriormente, en el capítulo siguiente, haremos la estimación conjunta del sistema por *mínimos cuadrados en dos y en tres etapas*, y en un cuadro comparativo contrastaremos los resultados de los distintos métodos de estimación.

Como mencionamos, una prueba importante consiste en obtener una simulación histórica adecuada del sistema, debido a que nos indica la capacidad de reproducción conjunta y simultánea del PGI. Este punto es crucial, ya que no se trata sólo de lograr una ‘buena’ estimación de las variables endógenas, sino de construir un *modelo multiecuacional* que en conjunto replique satisfactoriamente las múltiples interrelaciones que ocurren en una economía verdadera.

Utilizaremos como base la filosofía de la CC, en el sentido de que modelar una economía o un fenómeno complejo exige incorporar tanta información como sea necesaria. Por ello, en la medida que requiramos comprender y reproducir un sistema económico, necesitaremos de varias ecuaciones.

Como ya comentamos en el capítulo 3, los modelos de ecuaciones simultáneas utilizan cuatro tipos de relaciones o ecuaciones:

- a) *Ecuaciones de comportamiento*: establecen causalidades de las variables exógenas y endógenas rezagadas o predeterminadas sobre las endógenas. Esta asignación es de tipo apriorístico, porque parte de la teoría económica. Pero, como ya hemos visto, debe demostrarse probando la existencia de exogeneidad débil.

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 PIB + u_t \quad (7.1)$$

- b) *Identidades contables*: son relaciones que se cumplen por definición teórica y/o contable

$$Y = C + I + G + (X - M) + II \quad (7.2)$$

- c) *Condiciones de equilibrio*: son las expresiones que permiten balancear las cuentas de variables agregadas y cerrar bloques de ecuaciones. Regularmente emplean un componente o variable de ajuste para igualarlas. Para el caso del producto agregado, que será una variable principal de nuestro modelo, utilizaremos al PIB por el lado de la demanda y a la variación de existencias (*II*) para cerrar el modelo. Conviene mencionar que también podría hacerse por la balanza comercial, pero por los objetivos de nuestro modelo, en el que nos interesa tener los determinantes específicos de exportaciones e importaciones, lo haremos de la manera anterior.

Una desagregación mayor haría que (7.2) quedara como:

$$Y_t = C_{Gt} + C_{Pt} + I_{Gt} + I_{Pt} + (X_t - M_t) + II_t \quad (7.3)$$

donde $Y_t = \text{PIB}$; C_{Gt} = consumo de gobierno; C_{Pt} = consumo privado; I_{Gt} = inversión de gobierno; I_{Pt} = inversión privada; X_t = exportaciones totales y M_t = importaciones totales.

Es conveniente decir que también por definición teórica, el PIB puede cuantificarse por la oferta, esto es, por la producción de los sectores:

$$Y^s = \sum_{i=1}^n p_i q_i, \quad (7.4)$$

Así, para que el sistema encuentre el equilibrio debe tener una variable de cierre, que para nuestro caso es la variación de existencias (*II*):

$$Y^s - Y^d = II; \quad (7.5)$$

O bien, como lo hace el nuevo *Sistema de Cuentas Nacionales de México*, por los servicios bancarios imputados (*SBI*):

$$Y^d - Y^s = SBI \quad (7.6)$$

- d) *Transformaciones algebraicas.* Como ya mencionamos oportunamente, los *modelos multiecuacionales* utilizan un cuarto tipo de ecuaciones que habitualmente no se reportan en los resultados finales, pero su correcta definición es crucial para la correcta solución del sistema. Éstas son las ecuaciones que convierten las unidades de las variables o hacen cálculos diversos dentro del programa computacional al resolver todo el sistema. Por ejemplo, este tipo de ecuaciones convierte automática y simultáneamente de dólares corrientes a pesos constantes las exportaciones y las importaciones, así como también hace la deflactación de las variables domésticas que están expresadas en magnitudes nominales. Aunque parecería que estas ecuaciones son intrascendentes, en realidad son fundamentales porque le dan congruencia a todo el sistema y lo mantienen comunicado. En consecuencia, un error de especificación en estas ecuaciones puede conducir a resultados erróneos.

7.1 ASPECTOS GENERALES

Una vez que hemos definido con claridad el propósito principal de nuestra investigación,¹ comencemos por estimar cada ecuación buscando las *formas funcionales* adecuadas. Una *forma funcional* es una representación algebraica de la manera en que se relacionan estadística y teóricamente las variables involucradas en la *regresión*, y es, por tanto, la forma en que el modelo estadístico trata de aproximarse al PGI. En consecuencia, una *forma funcional* es una búsqueda heurística que si bien tiene fundamento en la teoría económica, no puede despreciar la estructura de los datos, por lo que no puede definirse *a priori*, a partir de uno solo de los argumentos. Se debe encontrar justamente a partir de su correcta combinación. A fin de cuentas es un problema empírico.

En suma, la elección de la *forma funcional* más adecuada se basa en tres aspectos:

- a) La teoría económica principal que utilizaremos.
- b) El análisis preliminar de la estructura de los datos.²
- c) En la intuición personal y experiencia del investigador.

Generalmente sabemos, tanto por la experiencia personal como por la teoría económica, la forma inicial y más probable en que puede definirse una relación estadística entre variables. En tal sentido, partimos de que hay ecuaciones que deben expresarse en *forma exponencial*, tal como las funciones de comercio exterior (exportaciones e importaciones totales). Estas funciones son muy manejables debido a que los parámetros estimados representan elasticidades constantes, con lo cual se evita el problema de la diferencia de unidades en que se expresan las variables; para nuestro caso, pesos constantes del PIB contra dólares corrientes, que es generalmente como se estima una función de importaciones o exportaciones.

De entrada –y también por teoría y por nuestro conocimiento empírico del tema–, tenemos en la mente un rango numérico dentro del cual debe ubicarse el valor de cada

¹ En este caso específico es construir un modelo keynesiano simple de determinación del ingreso para México, 1970-2003, con el cual podamos abordar los objetivos de la econometría. A partir de este momento estamos en condiciones de iniciar nuestro proyecto econométrico.

² Antes de especificar cualquier ecuación es necesario leer y estudiar los datos. Esto es, graficarlos contra el tiempo (PLOT), hacer diagramas de dispersión entre las variables (SCAT) para identificar las relaciones estadísticas que existen entre ellos, analizar sus momentos (*media, varianza, kurtosis y normalidad*), etc.

parámetro, aun antes de hacer las estimaciones. De esta suerte, deducimos que un modelo que arrojará una elasticidad ingreso de las importaciones (ϵ_{YM}) de 25 indudablemente sería incorrecto, debido a que sería por completo ilógico aceptar que por cada punto porcentual que crece el PIB doméstico, las importaciones en dólares corrientes lo hacen en 25%. Si esto fuera cierto –que por fortuna no lo es–, significaría que nuestra capacidad de crecimiento económico sería prácticamente nula, ya que no habría divisas suficientes (provenientes de exportaciones, deuda externa o ingreso de capitales) para mantener niveles magros de crecimiento económico. Algo similar ocurriría si en la función de consumo privado estimáramos una propensión marginal a consumir mayor que uno, debido a que significaría tasas negativas de ahorro doméstico. Para evitar estos errores debemos revisar simultáneamente y como mínimo los siguientes aspectos:

- a) La *especificación teórica* de nuestra ecuación; esto es, que no sobren ni falten variables explicativas fundamentales, y que se encuentren expresadas en magnitudes (unidades) correctas.
- b) Revisar con todo detalle nuestra base de datos. Es muy común que se cometan errores al manipular las variables del sistema; también lo es que ampliemos o reduzcamos los *rangos muestrales* (SAMPLE) y no nos percatemos de ello al estimar.

Al realizar este proceso de manera iterativa llegaremos a una *forma funcional* adecuada que genere una función estadística correctamente especificada y que, en consecuencia, arroje resultados lógicos y congruentes con la teoría económica y con la realidad concreta (PGI). Este procedimiento –que muchas veces llega a ser extenuante– constituye el *quid* de la econometría en general y de la elaboración de modelos (modelación) en particular.

Las *formas funcionales* –en última instancia– quedarán a criterio del modelador, pero siempre deberán justificarse satisfactoriamente a partir de las implicaciones e interpretación que de ellas se desprenden.

La construcción del modelo de demanda agregada se hace a partir de las funciones privadas de consumo e inversión y de las de comercio exterior, siguiendo en principio el procedimiento tradicional de la CC, al asignar *ex ante* el sentido de causalidad de las variables en las ecuaciones de comportamiento. Este enfoque supone que:

- a) Los datos se generan a través de un sistema de ecuaciones simultáneas.
- b) La clasificación de las variables en endógenas y exógenas se hace *a priori*, pero debe demostrarse (Maddala, 2001: 375), tal como se planteó en el capítulo anterior.

Un *modelo multiecuacional* no tiene por qué expresar todas sus *ecuaciones de comportamiento* a través de las mismas *formas funcionales*. Por ejemplo, la ecuación de consumo (CE) puede expresarse en miles de millones de pesos constantes de 1993, con lo que el parámetro que asocia el consumo privado (CE) con el ingreso disponible (Y^d) expresa la propensión marginal a consumir. Por otro lado, se podría aceptar que la ecuación de inversión privada (IFP) estuviera expresada en *forma semilogarítmica* y la de exportaciones en *doble logarítmica*. Entonces aparecen las siguientes preguntas:

- a) ¿Cómo se logra homogeneizar las variables que se usarán para la estimación en caso de que estén en magnitudes distintas?
- b) ¿Cómo logramos convertir las distintas unidades (dólares y pesos corrientes) a pesos constantes, para expresar correctamente la identidad del PIB?

Esto se logra a través de las *transformaciones algebraicas* que se definen dentro de la estructura del modelo.

Debe considerarse que todos los libros de texto –o por lo menos la mayoría– se escriben para la economía de Estados Unidos (EU), por lo que no presentan el problema de la

conversión de las variables de comercio exterior (que están expresadas en dólares de EU) a la moneda doméstica. Por tal razón, una manera lógica de iniciar con la *homogeneización* de la expresión de nuestra identidad contable es a través de su correcta presentación en la misma unidad monetaria. Para tal efecto, es necesario establecer que las variables que conforman la identidad del producto se expresen en términos nominales al multiplicarlas por su respectivo índice de precios o deflactor:

$$(Y * P_Y)_t = (C_G * P_G)_t + (C_P * P_C)_t + (I_G * P_G)_t + (I_P * P_I)_t + (X - M)_t * TC_t \quad (7.1.1)$$

Merece especial atención el caso de la balanza comercial ($X-M$), ya que por definición se expresa en dólares corrientes, por lo que al multiplicar cada uno de sus componentes por el tipo de cambio nominal (TC) promedio del periodo de estudio –anual, trimestral o mensual–, se obtiene su expresión en pesos corrientes, y de esta manera es posible obtener una valoración numérica congruente (homogénea) del PIB de México para un periodo cualquiera.

Para expresar el PIB en términos constantes, necesitamos quitarle el efecto de los precios (inflación). Pero ello requiere deflactar por separado (por sus respectivos índices de precios) cada una de las variables que lo definen, por lo que a (7.1.2) se le divide entre su deflactor correspondiente. Nótese que a la balanza comercial se le aplican dos deflactores distintos, uno para X y otro para M (P_X y P_M).

$$\left(\frac{Y * P_Y}{P_Y} \right)_t = \left(\frac{C_G * P_G}{P_G} \right)_t + \left(\frac{C_P * P_P}{P_P} \right)_t + \left(\frac{I_G * P_G}{P_G} \right)_t + \left(\frac{I_P * P_I}{P_I} \right)_t + \left(\frac{X * TC}{P_X} - \frac{M * TC}{P_M} \right)_t \quad (7.1.2)$$

Al resolver algebraicamente (7.1.2), y para adecuarnos a nuestra nomenclatura, definiremos al PIB en pesos constantes de 1993 como:

$$GDP_t = CE_t + GVCE_t + IFP_t + IFG_t + (TEBGS_t - TMBGS_t) + II_t \quad (7.1.3)$$

donde:

GDP	= PIB
CE	= Consumo privado
$GVCE$	= Consumo de gobierno
IFP	= Inversión privada
IFG	= Inversión de gobierno
$TEBGS$	= Exportaciones totales en pesos
$TMBGS$	= Importaciones totales en pesos
II	= Variación de existencias

Todas las variables se expresan en términos reales; esto es, en pesos constantes de 1993.

Este primer bloque de ecuaciones que determina al PIB se compone de la siguiente estructura:

- Cinco variables endógenas: GDP_t , CE_t , IFP_t , X_t , M_t
- Una identidad contable: GDP_t
- Una condición de cierre: II_t
- Cinco transformaciones algebraicas.

Nuestra variable o condición de cierre (II) permite cuantificar los errores de estimación entre GDP y sus componentes de demanda agregada (DA).

donde:

$$\begin{aligned} DA_t &= CT_t + IFT_t + TEBGS_t \\ CT_t &= CP_t + GVCE_t \\ IFT_t &= IFP_t + IFG_t \end{aligned} \quad (7.1.4)$$

7.2 ESTIMACIÓN INDIVIDUAL DE ECUACIONES

7.2.1 GENERALIDADES

En un primer momento es muy recomendable que estimemos por separado cada ecuación del sistema, poniendo especial cuidado en su correcta especificación. Ello ahorra mucho tiempo para hacer la estimación conjunta del sistema. Para tal efecto utilizamos el método de *Mínimos Cuadrados Ordinarios* (MCO). Posteriormente contrastaremos estos resultados con otros métodos simultáneos de estimación como son mínimos cuadrados ponderados en dos etapas y mínimos cuadrados en tres etapas (MC2EP y MC3E, respectivamente). Es fundamental tener primero un buen acercamiento entre los datos y la estadística a través de los MCO y después buscar mayor eficiencia asintótica al incorporar estos últimos métodos para resolver el problema de *simultaneidad* y probar *cointegración*.

Inicialmente se requiere estimar de manera individual las variables endógenas del modelo (CE, IFP, X Y M)³ y aplicarles las *pruebas de diagnóstico*, que básicamente son las siguientes: *normalidad* (estadístico Jarque-Bera); *autocorrelación serial* a través de la prueba LM (*multiplicador de Lagrange*) con varios rezagos; *heteroscedasticidad* (pruebas ARCH y WHITE, con y sin términos cruzados); *linealidad y correcta especificación* (prueba RESET de Ramsey, con 1 y 2 rezagos), *estabilidad estructural*, *simultaneidad*, *exogeneidad*, etc.⁴

Para validar los coeficientes y aplicar las *pruebas de diagnóstico*, es importante plantear *pruebas de hipótesis* y definir nuestro *intervalo de confianza* a un mínimo de 95%.

7.2.2 FORMAS FUNCIONALES

Uno de los aspectos fundamentales en la aproximación sucesiva al PGI consiste en buscar la *correcta especificación* de todas y cada una de las ecuaciones del sistema. Esto tiene que ver al menos con la aplicación correcta y adecuada de *transformaciones algebraicas* a las series originales, como puede ser la representación de las variables originales en logaritmos, en primeras diferencias, en tasas de variación o de crecimiento, con rezagos, uso de proporciones (tasas, porcentajes o razones), recíprocos de una variable, etcétera.

El tratamiento de los *efectos dinámicos o intertemporales* entre variables diferentes y entre sí mismas, se maneja con la introducción de rezagos. Esta consideración es importante porque en la realidad los efectos no ocurren de una vez y se terminan de inmediato. Los actos y los fenómenos económicos tienen persistencia en lugar y tiempo que el modelador debe tratar de captar. Los modelos estáticos, por su propia naturaleza, definen que los efectos de las variables exógenas a las endógenas son inmediatos y no se distribuyen en el tiempo. Por su parte, los modelos dinámicos establecen que los efectos se distribuyen de

³ Habitualmente, para los países no desarrollados el gasto público (GVCE e IFG) se considera como exógeno, a diferencia de los países desarrollados, en los que la tasa de desempleo, por lo general, es un determinante de ambas variables, con lo cual se vuelven endógenas.

⁴ El lector puede consultar a Maddala (2001), Johnston y Dinardo (1997), Intriligator *et al. op. cit.* y Wooldridge (2000), entre muchos otros textos, quienes presentan de manera sencilla y comprensiva en qué consisten estas pruebas.

manera diferenciada en el tiempo, por lo que se denominan *modelos de rezagos distribuidos*. Así, se pueden distinguir los *efectos multiplicadores de impacto* (inmediatos), de corto y de largo plazos (Gandolfo, 1976; Pindyck y Rubinfeld, 1998; Intriligator *et al.*, 1996). Véase el capítulo 9.

Los *grados de libertad* que tiene el modelador para elegir la forma funcional más conveniente de acuerdo con su interés –además de los factores anteriores–, dependen también y de manera no menos importante de la calidad, la periodicidad y la pertinencia de la información disponible. No es fácil decir *ex ante* cuál de estos factores es más importante o pesa más en última instancia para elegir una *forma funcional*. Es, en realidad, un problema práctico que el modelador enfrenta y resuelve. Para cada caso deberá realizar una correcta interpretación económica de los parámetros obtenidos, pues de ello dependerá la calidad, solidez y pertinencia de los resultados y conclusiones que obtenga del modelo.

Por su gran importancia, y por la recurrencia de su utilización, habitualmente se estiman cuatro *tipos de parámetros*, generados de sendas formas funcionales: *elasticidades*, *semielasticidades*, *propensiones marginales* y *aceleraciones*.⁵ A continuación se presentan varios ejemplos ilustrativos que se refieren a las *formas funcionales* que empleamos en la estimación de nuestro modelo. El énfasis de la explicación es sobre los supuestos implícitos que mantiene cada *forma funcional*.

Es necesario recordar que por facilidad, comúnmente se asume que las variables se comportan de una manera lineal, lo que supone que los modelos son lineales en los parámetros y en las variables. Sin embargo, la realidad no necesariamente es tan simple, por lo que puede ocurrir que no sean lineales en algunos de los argumentos señalados.

A continuación analizaremos las *formas funcionales* más comunes en el trabajo econométrico aplicado para posteriormente utilizarlas en nuestro modelo de determinación del PIB de México.

A) Lineal

La ecuación clásica de regresión puede expresarse como:

$$y = \sum_{j=1}^k x_j \beta_j + u, \quad (7.2.2.1)$$

que indica que es lineal en sus parámetros $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$.

Esta forma reducida es equivalente a la siguiente notación matricial:

$$y = x\beta + u = (x_1 \ x_2 \dots x_k) \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_k \end{pmatrix} + u \quad (7.2.2.2)$$

En forma desagregada se define de la siguiente manera:⁶

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + u_t \quad (7.2.2.3)$$

En esta especificación –que expresa todas las variables en niveles o unidades originales– los parámetros de interés (β_k) son *propensiones marginales* (PMg) que, por construcción, se asumen constantes para el horizonte de estimación. Esta *forma funcional* implica que de las propensiones se pueden calcular elasticidades variables para cada observación de la muestra. Veamos un ejemplo muy simple que permitirá comprender con más claridad

⁵ Ver Johnston y Dinardo (*op. cit.*) y Castro *et al.* (2000).

⁶ Por simplicidad, el término de perturbación o de error u_t dejará de considerarse de aquí en adelante.

ésta y las siguientes *transformaciones algebraicas*. Supongamos que para el caso de la economía mexicana (1993.1-2000.4) se estimó la función de consumo privado y se obtuvo que la $PMgC = 0.8$. Esto significa que por cada peso real que aumente el ingreso disponible, el consumo privado lo hará en promedio en \$0.8. Esta propensión es fija para ese espacio muestral temporal. Sin embargo, puede resultar del interés del analista conocer si esa relación estadística fluctúa. Para ello, conviene hacer el cálculo puntual de la elasticidad consumo privado del ingreso disponible (ϵ_{CY^d}). Por definición, la $PMgC$ se especifica como:

$$PMgC = \frac{\partial CE_t}{\partial Y_t^d} \quad (7.2.2.4)$$

y la elasticidad consumo del ingreso como:

$$\epsilon_{CY_t^d} = \frac{\dot{CE}_t}{\dot{Y}_t^d} = \frac{\partial CE_t}{\partial Y_t^d} \cdot \frac{Y_t^d}{CE_t} \quad (7.2.2.5)$$

Por lo que sustituyendo (7.2.2.4) en (7.2.2.5), tenemos:

$$\epsilon_{CY_t^d} = PMgC_t \cdot \frac{Y_t^d}{CE_t} \quad (7.2.2.6)$$

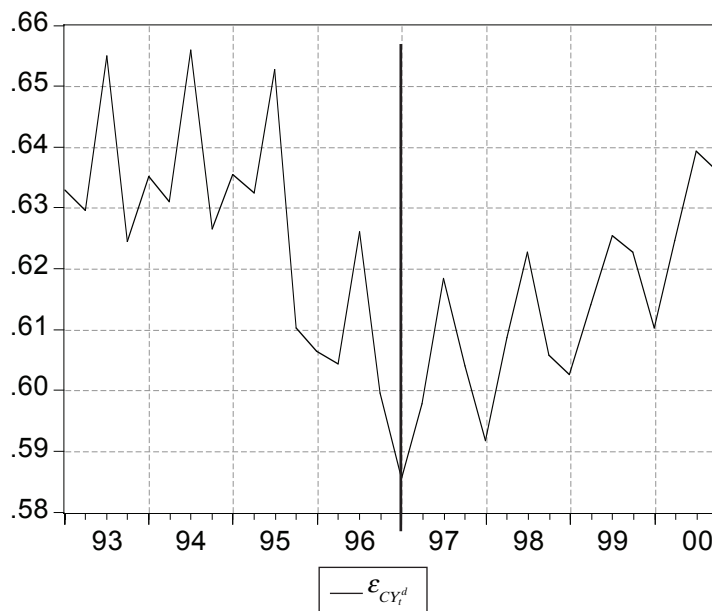
Sabemos que $CE_t/Y_t^d = PMeC_t$ (*propensión media a consumir*), que también se puede obtener como el valor medio de la serie completa, siempre y cuando la variable se distribuya de manera normal ($JB = 0.458$ (0.79)). Así, (7.2.2.6) puede expresarse finalmente como:

$$\epsilon_{CY_t^d} = \hat{PMgC}_t \cdot \frac{1}{PMeC_t} \quad (7.2.2.7)$$

donde $PMgC$ es el parámetro estimado (0.8).

Tenemos los datos muestrales de CE_t y de Y_t^d , por lo que despejando podemos calcular el valor específico de $\epsilon_{CY_t^d}$ (para cada observación) simplemente al resolver (7.2.2.7).

GRÁFICA 7.1 México: Elasticidad consumo privado del ingreso disponible, 1993.1-2000.4



Este sencillo ejercicio algebraico es muy ilustrativo de que de una regresión lineal pueden obtenerse parámetros cambiantes que nos pueden dar mayor precisión para el análisis económico estructural. Por ejemplo, mientras que la $PMgC$ es de 0.8, el cálculo de la elasticidad porcentual nos refleja un comportamiento trimestral muy volátil. A primera vista, podemos decir que esa elasticidad tiende a crecer en los segundos trimestres de los años analizados, lo cual muestra un claro patrón estacional de la variable. También puede decirse que hay una clara tendencia decreciente de la elasticidad entre 1993.1 y 1996.4, y luego otra ascendente que inicia desde entonces. En fin, el cálculo que hemos realizado nos permite hacer introspección muy útil para el análisis particular del modelador.

B) Funciones logarítmicas

a) Doble logarítmicas (log-log)

La forma general de esta función es del siguiente tipo:

$$y_t = e^{\beta_0} \cdot x_{1t}^{\beta_1} \cdot x_{2t}^{\beta_2} \dots x_{kt}^{\beta_k} \quad (7.2.2.8)$$

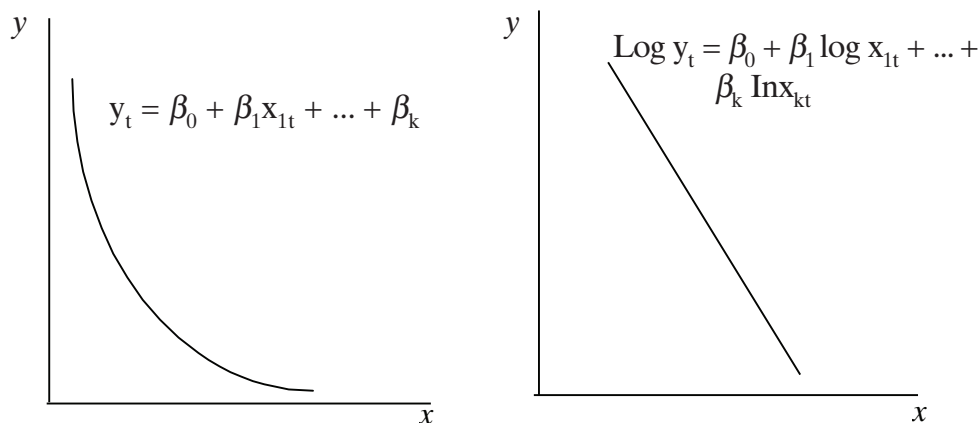
Se linealiza aplicando logaritmos, por lo que queda finalmente como:

$$\log y_t = \beta_0 + \beta_1 \log x_{1t} + \beta_2 \log x_{2t} + \dots + \beta_k \log x_{kt} \quad (7.2.2.9)$$

Las más de las veces, la base de especificación de muchas ecuaciones es *doble logarítmica*, porque con ello se elimina el problema de *lectura* entre variables que se expresan en unidades diferentes. El ejemplo más recurrente se da en las funciones de comercio exterior, en las cuales se combinan variables que se expresan en índices (tipo de cambio real), dólares corrientes (X, M) y pesos constantes (PIB o demanda interna). De esta manera, al aplicar logaritmos a todas las variables involucradas estimamos parámetros que expresan elasticidades directas, con lo cual la relación entre las variables se establece en cambios porcentuales.

La especificación *log-log* o *doble logarítmica*, junto con la *lineal*, son las más utilizadas. En contraposición de la *lineal*, supone que las propensiones marginales son variables y las elasticidades constantes. A este modelo se le conoce como de *elasticidad constante*, precisamente porque no importa en qué punto del tiempo se mida la relación entre la endógena y sus exógenas; siempre obtendremos el mismo valor. Esto se observa con claridad en las gráficas siguientes:

GRÁFICA 7.2 Forma funcional *log-log*



De esto se desprende que la elasticidad (ϵ_{yx}) se obtiene de:

$$\beta_k = (\partial y_t / y_t) / (\partial x_{kt} / x_{kt}) = \left[(\partial y_t / \partial x_{kt}) (x_{kt} / y_t) \right] \quad (7.2.2.10)$$

y la propensión marginal (que es variable para cada observación) es:

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{kt}} = \beta_k (y_t / x_{kt}) \quad (7.2.2.11)$$

Además de las ventajas mencionadas, esta especificación *doble logarítmica* es muy utilizada en el trabajo aplicado porque al suavizar las series originales pueden resolverse problemas muestrales como *heteroscedasticidad* o *sesgo* al hacer que “las estimaciones sean menos sensibles a las observaciones aberrantes (o extremas)” (Wooldridge, *op. cit.*: 184).

b) *Lineal-Log*

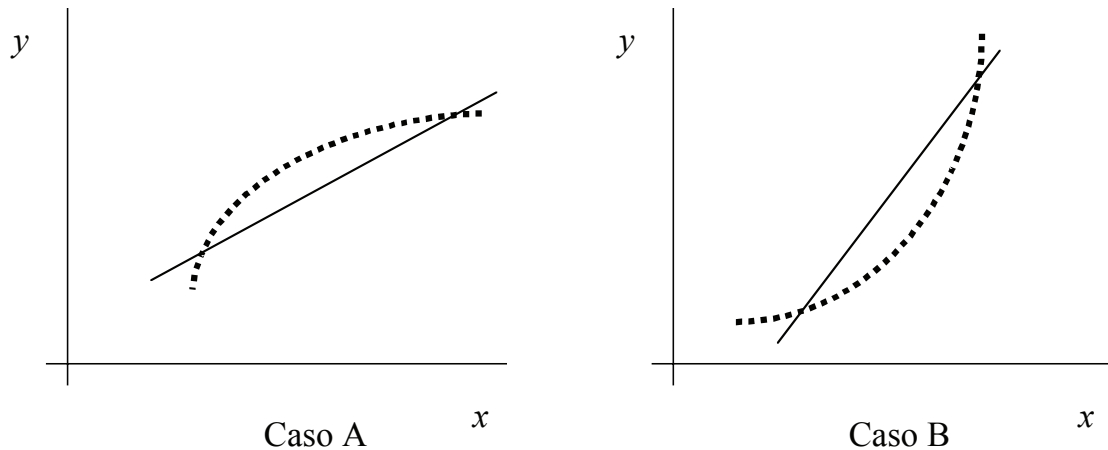
Con gran frecuencia nos encontramos con relaciones entre variables que son no lineales. Particularmente, cuando se observa que la variable dependiente (y_t) se incrementa de manera asimétrica respecto a la(s) variable(s) explicativa(s). Esto indica que es recomendable establecer una *forma funcional* más apropiada para explicar esta relación (Maddala, 2004), como una *función semilogarítmica (lineal-log)*, que puede ser del tipo:

$$e^{y_t} = \beta_0 x_{1t}^{\beta_1} \quad (7.2.2.12)$$

y al linealizar queda entonces:

$$y_t = \log \beta_0 + \beta_1 \log x_{1t} \quad (7.2.2.13)$$

GRÁFICA 7.3 Forma funcional *lineal-log*



La propensión marginal de una variable específica se obtiene de derivar (7.2.2.13) respecto a x_{it} , para nuestro caso x_{1t} :

$$\partial y_t = \beta_1 \partial (\log x_{1t}) \quad (7.2.2.14)$$

La lectura de (7.2.2.14) consiste en medir el efecto del crecimiento porcentual de una unidad de la variable independiente sobre la dependiente, que es una tasa de variación. Como se ve, esta forma funcional combina tasas de crecimiento (x_{1t}) con tasas de variación (y_t).

Pero recordemos que la derivada de un logaritmo es una tasa de crecimiento, por lo que (7.2.2.14) puede expresarse también como:

$$\partial y_t = \beta_1 (\partial x_{1t} / x_{1t}) \quad (7.2.2.15)$$

Con lo que la *propensión marginal* queda como:

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{1t}} = \beta_1 (1 / x_{1t}) \quad (7.2.2.16)$$

y la *elasticidad* resulta de dividir (7.2.2.15) entre y_t

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_t}{y_t} &= \beta_1 (\partial x_{1t} / x_{1t}) (1 / y_t) \text{ que también puede expresarse como:} \\ \frac{\dot{y}_t}{\dot{x}_{1t}} &= \beta_1 (1 / y_t) \end{aligned} \quad (7.2.2.17)$$

donde las variables con punto representan *tasas de crecimiento*.

c) *Log-linear*

Para el caso en que la variable endógena se incrementa más rápido que la exógena (caso B de la gráfica anterior), se sugiere aplicar una *transformación logarítmica* sólo a la endógena.

En este caso, “el coeficiente de la pendiente mide el cambio proporcional constante o relativo en y para un cambio absoluto dado en el valor del regresor” (Gujarati, 2003). La expresión de este tipo de modelos es:

$$y_t = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt})} \quad (7.2.2.18)$$

Al linealizar queda entonces:

$$\log y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} \quad (7.2.2.19)$$

La *propensión marginal* resulta de diferenciar (7.2.2.19) respecto a la variable exógena de interés, para nuestro caso x_{1t} :

$$\partial \log y_t = \beta_1 \partial x_{1t} \quad (7.2.2.20)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_t}{y_t} &= \beta_1 \partial x_{1t} \\ \frac{\partial y_t}{\partial x_{1t}} &= \beta_1 y_t \end{aligned} \quad (7.2.2.21)$$

y la elasticidad de dividir (7.2.2.20) entre x_{1t}

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log y_t}{x_{1t}} &= \beta_1 \frac{\partial x_{1t}}{x_{1t}} \\ \frac{\partial \log y_t}{\partial x_{1t} / x_{1t}} &= \beta_1 x_{1t} \end{aligned} \quad (7.2.2.22)$$

También es común que se emplee una *forma funcional* no muy usual en los libros de texto, pero que es importante y es la *tasa de aceleración*. Esto ocurre cuando se expresa a la exógena en primera diferencia y a la endógena en logaritmo:

$$\frac{\partial \log y}{\partial \Delta \log x} = \beta$$

que quiere decir que la aceleración de la variable x (la segunda derivada) genera un crecimiento porcentual de la variable y en la proporción β .

7.2.3 EL CONSUMO PRIVADO (CE)

Una vez que hemos hecho una revisión de las *formas funcionales* más comunes en el trabajo aplicado, a continuación presentamos la estimación individual de cada una de las ecuaciones de comportamiento del modelo keynesiano de demanda agregada.

Comencemos con el orden propuesto en la especificación del modelo y por evaluar sus características estadísticas básicas. Como ya se ha comentado, es muy conveniente hacerlo antes de efectuar cualquier análisis inferencial. Ello nos ahorrará mucho tiempo y nos ayudará a definir una *forma funcional* más adecuada que corresponda a la estructura de los datos.

CUADRO 7.1 Estadísticas básicas de las ecuaciones de comportamiento						
	GDP	CE	IFP	X	M	CC
Mean	1067419.0	748607.0	145416.5	51.24	52.56	-7.506
Median	1036374.0	712184.7	125622.7	28.35	24.13	-4.602
Std. Dev.	332339.5	228577	63888.6	53.96	57.07	8.621
Skewness	0.033	0.169	0.715	1.091	1.084	-0.777
Kurtosis	2.110	2.152	2.260	2.798	2.775	2.917
Jarque-Bera	1.128	1.181	3.673	6.805	6.727	3.433
Probability	0.569	0.554	0.159	0.033	0.035	0.180
ADF	-1.924 ¹	-2.557	-2.946	4.334 ²	-0.931 ¹	-2.496 ³
DF-GLS	-1.969 ¹	-2.705	-0.209 ³	-1.107	-0.819 ¹	-3.001 ⁴
PP	-1.925 ¹	4.395 ²	-3.128	-1.411	-1.021 ¹	-2.498 ³
KPSS	0.662 ¹	0.193 ⁵	0.353	2.984	6.715 ¹	2.042 ³

Pruebas no significativas.

ADF, DF-GLS, PP y KPSS con un rezago, tendencia e intercepto.

¹ Sin rezagos, con tendencia e intercepto; ² sin rezagos, sin intercepto ni tendencia; ³ sin rezagos y con intercepto; ⁴ sin rezagos, con tendencia e intercepto, válida al 90%; ⁵ con un rezago, tendencia e intercepto, válida al 95%.

Todas las especificaciones contienen los rezagos y las variables necesarias (tendencia y constante) que evitan problemas de correlación serial y heteroscedasticidad.

El primer aspecto a destacar es que todas las variables presentan *tendencia* estocástica, lo que las hace $I(1)$, aunque habría que analizar los residuos de cada ecuación para probar su consistencia.

Por otro lado, con excepción de X y M las demás variables se distribuyen de manera normal, lo que se explica básicamente por su elevado nivel de kurtosis. Véase el cuadro 7.1.

Para la función de consumo privado, la teoría económica nos da un cuerpo de conocimientos que en su momento han sido probados empíricamente para sociedades específicas en diferentes periodos temporales. En consecuencia, podemos considerar adecuado estimar el consumo privado (CE) a partir de una especificación bastante convencional,⁷ que incluye a su propia inercia, al producto total, a la riqueza financiera (agregado monetario $M4$), al efecto del tipo de cambio real y a la tasa de interés de los bonos gubernamentales o CETES a 28 días.

⁷ Todas las variables que se anteceden con L y D están expresadas en logaritmos y en primeras diferencias, respectivamente.

Por teoría económica, tenemos un conocimiento *a priori* en cuanto a los signos de los parámetros. De esta manera, esperamos que los signos de la endógena rezagada, del producto total y el agregado monetario M4 sean positivos, mientras que los del tipo de cambio real y de la tasa de interés nominal sean negativos:

$$CE = f\left[C, CE_{t-1}^+, LPRC^-, GDP^+, M4R^+, CETEN^-\right] \quad (7.2.3.1)$$

Esta forma reducida general tendrá que ajustarse a la estructura específica de los datos a través de definir una forma funcional adecuada, tal como se expresa en (7.2.3.2).

Claramente se observa que esta *forma funcional* presenta combinaciones de las especificaciones que planteamos en la sección anterior. La razón de ello es que sólo con esta combinación obtuvimos una ecuación robusta que satisfizo las *pruebas de correcta especificación*. Los resultados de la regresión se muestran a continuación:

$$\begin{aligned} LCE = & 0.5257 + 0.4093*LCE(-1) - 0.18042*D(LPRC) + 0.5437*LGDP(-1) + \\ t & \quad (3.928) \quad (2.605) \quad (-5.942) \quad (3.614) \\ & 0.1563*D(LM4R) - 0.0184*LCETEN(-1) \\ & \quad (4.715) \quad (-3.872) \end{aligned} \quad (7.2.3.2)$$

$$R^2 = 0.997; DW = 2.582; JB = 1.366(0.505); LM(1) = 0.097; LM(2) = 0.104; ARCH(1) = 0.858; ARCH(2) = 0.682; WHITE(n.c.) = 0.937; WHITE(c) = 0.973; RESET(1) = 0.739; RESET(2) = 0.760$$

En la ecuación (7.2.3.2) podemos ver que existe congruencia de los resultados con el planteamiento teórico general expresado en (7.2.3.1): *a*) la variable endógena rezagada es positiva y menor que uno, lo que indica estabilidad dinámica; *b*) la propensión marginal a consumir intertemporal definida por el ingreso total rezagado presenta el signo correcto;⁸ *c*) la aceleración de la riqueza financiera actúa favorablemente sobre el consumo; *d*) el tipo de cambio real (PRC) representa el precio relativo entre los bienes internos y externos y, por tanto, influye sobre la decisión de los consumidores mediante el efecto renta y el efecto sustitución. Tal y como lo indica la teoría macroeconómica de economías abiertas, la apreciación cambiaria favorece el consumo familiar⁹ en virtud de que aumenta la capacidad adquisitiva del ingreso en dólares (Dornbusch, 1996). Y, contrariamente, en las fases de depreciación las importaciones de consumo final caen rápidamente, debido a que los salarios se deterioran en términos reales. Aun cuando traten de mantener su poder adquisitivo sustituyendo bienes importados por domésticos, el componente de importaciones a producto hace imposible que se evite un efecto ingreso negativo de la devaluación. Por ello, las devaluaciones tienen consecuencias recesivas de corto plazo debido a que los consumidores no pueden contrarrestar por completo el efecto renta negativo, tanto por la falta de sucedáneos como por el impacto inflacionario de la devaluación sobre el conjunto de la economía. Sin embargo, hay que destacar que para la economía mexicana las devaluaciones también tienen efectos expansivos en el largo plazo, lo que implica que opera la *Condición Marshall-Lerner*.¹⁰ Llama la atención que es más importante el efecto del tipo de cambio real que el de M4R. Esto puede deberse a que como esta variable incorpora activos finan-

⁸ Es verdad que una función más ortodoxa debería especificar al ingreso disponible o al PIB contemporánea-mente. Sin embargo, al hacerlo, la ecuación presentaba graves problemas de colinealidad que sólo pudieron resolverse al incluir el PIB rezagado.

⁹ De los bienes domésticos, pero más aún de los importados.

¹⁰ Esta hipótesis se ha probado de manera empírica para México en varios trabajos; como por ejemplo: Loría 2003b; Loría 2004 y Castro *et al. op. cit.* y se demuestra en este texto en secciones y capítulos subsecuentes, particularmente en el capítulo 12.

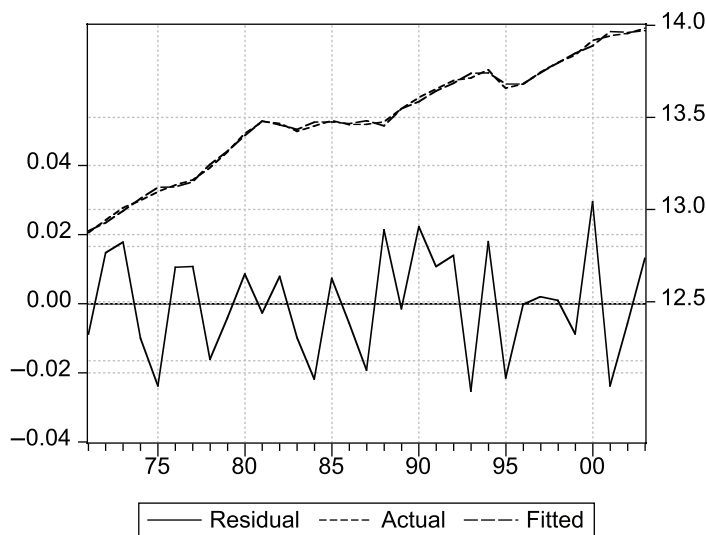
cieros sólo asequibles para una parte minoritaria de la población (de muy altos ingresos), el aumento de la riqueza para los estratos ricos —en el margen— no se traduce en variaciones relevantes del consumo privado. Este resultado estaría corroborando el cumplimiento de la *Ley de Engel*.

Finalmente, la tasa de interés tiene un efecto contractivo sobre el consumo, en el sentido de que hace más atractivo el ahorro y también a que afecta de manera negativa el consumo por la elevación del costo del crédito.

Como se ha visto, nuestra especificación de la función de consumo privado ha tomado en cuenta variables fundamentales consignadas por la teoría económica y las características propias de la economía mexicana, entre las que destacan variables de riesgo y financieras, precios relativos e inserción en la globalización. Asimismo, esta especificación vincula a esta función de consumo privado con el sector financiero y con el sector externo, por lo que recoge la complejidad que entraña esta variable con el resto del sistema económico.

La gráfica 7.4 nos presenta el grado (bondad) de ajuste de la ecuación. Como se recordará, el objetivo que nunca debemos perder de vista es que nuestro modelo estadístico se acerque lo más posible al PGI, por lo que siempre se buscará la menor discrepancia entre la variable endógena original, que para este caso es CE_t (que el programa denomina ACTUAL), y el estimado $\hat{CE}_t$ (FITTED). En la parte inferior de la gráfica se muestra el comportamiento de los residuos en un rango determinado. Este primer resultado nos permite observar que no hay un patrón sistemático de los errores, es decir, que a simple vista parece que los residuos no están correlacionados en el tiempo.

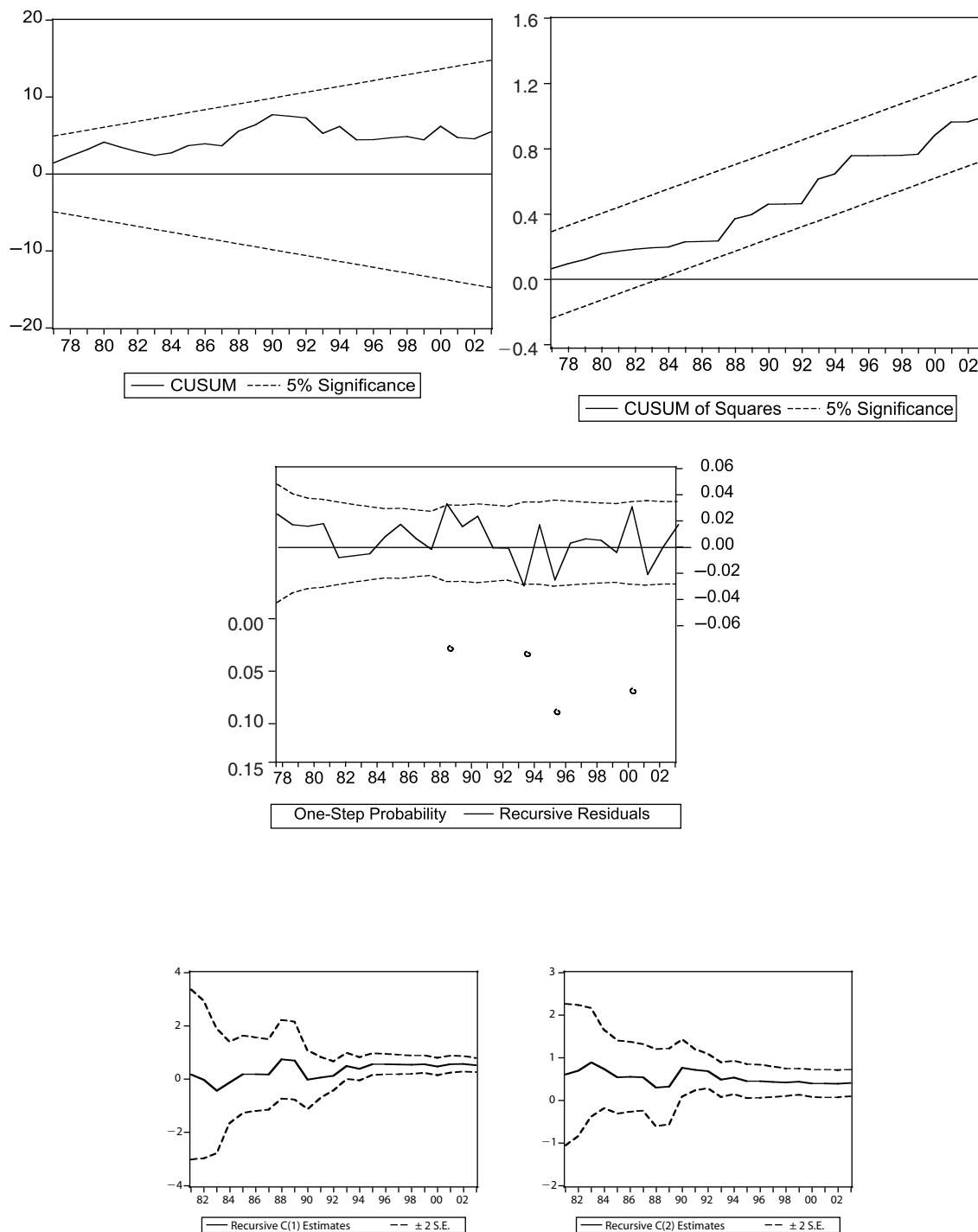
GRÁFICA 7.4 Bondad de ajuste de la ecuación de consumo privado

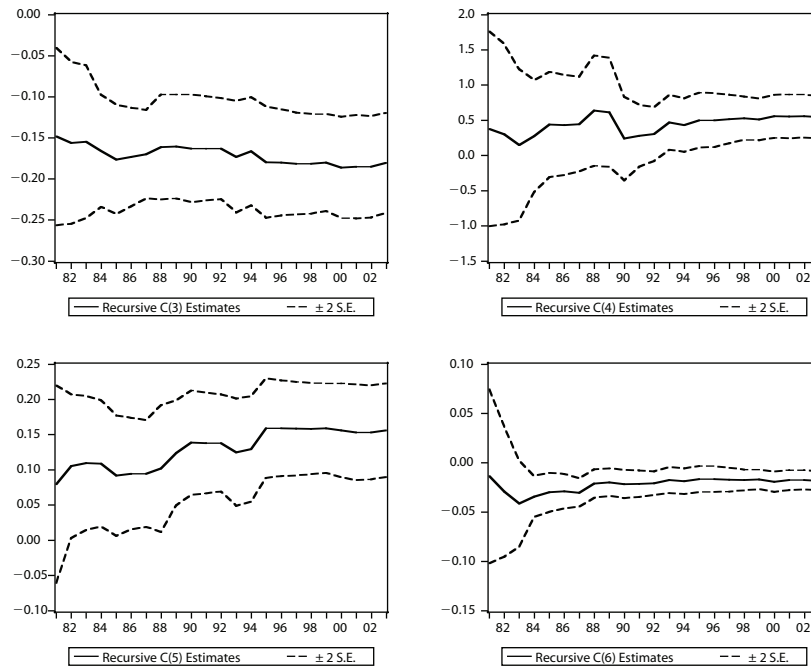


Para corroborar que los residuos de las estimaciones son *estacionarios*, es decir, que no contienen información que les pueda ser extraída para explicar a la variable endógena y que además están indicando, en principio, que puede existir una relación de *cointegración*, es necesario aplicar las pruebas de *raíces unitarias*, las cuales se analizaron al final del capítulo 6.

Por último, se presentan las tradicionales pruebas gráficas de permanencia estructural de los parámetros, con lo cual podemos concluir que esta primera ecuación de nuestro sistema, al menos en términos individuales, goza de buena especificación, que habrá que corroborar al estimar simultáneamente todo el modelo.

GRÁFICA 7.5 Pruebas de cambio estructural
Consumo privado





7.2.4 LA INVERSIÓN PRIVADA (IFP)

La segunda variable endógena de nuestro modelo keynesiano de determinación del producto es la inversión privada.

Seguimos el mismo procedimiento que en el caso de la función de consumo privado y estimamos la siguiente función híbrida, aunque prevalece la forma doble logarítmica:

$$\begin{aligned}
 \text{LIFP} = & -1.8553 + 0.5697 \cdot \text{LIFP}(-1) - 0.0011 \cdot \text{D}(\text{CETER}(-1)) + 2.8405 \cdot \text{LGDP} - \\
 t & \quad (-3.450) \quad (10.823) \quad (-2.911) \quad (12.780) \quad (7.2.4.1) \\
 & 2.3653 \cdot \text{LGDP}(-1) - 0.3140 \cdot \text{LPRC} - 0.3063 \cdot \text{LCOSLAB}(-1) \\
 & \quad (-10.721) \quad (-4.070) \quad (-6.389)
 \end{aligned}$$

$R^2 = 0.994$; $\text{DW} = 2.383$; $\text{JB} = 1.587(0.452)$; $\text{LM}(1) = 0.267$; $\text{LM}(2) = 0.423$; $\text{ARCH}(1) = 0.214$; $\text{ARCH}(2) = 0.542$; $\text{WHITE}(\text{n.c.}) = 0.707$; $\text{WHITE}(\text{c}) = 0.933$; $\text{RESET}(1) = 0.924$; $\text{RESET}(2) = 0.995$

Se incluyó la endógena rezagada para captar el efecto dinámico intertemporal y también la tasa de interés real (CETER).

En esta especificación se aplicó el célebre *multiplicador-acelerador de Samuelson*.¹¹ Su lectura indica que existe un efecto positivo intertemporal de la variación del crecimiento del PIB sobre la inversión privada en 0.4752 puntos porcentuales.

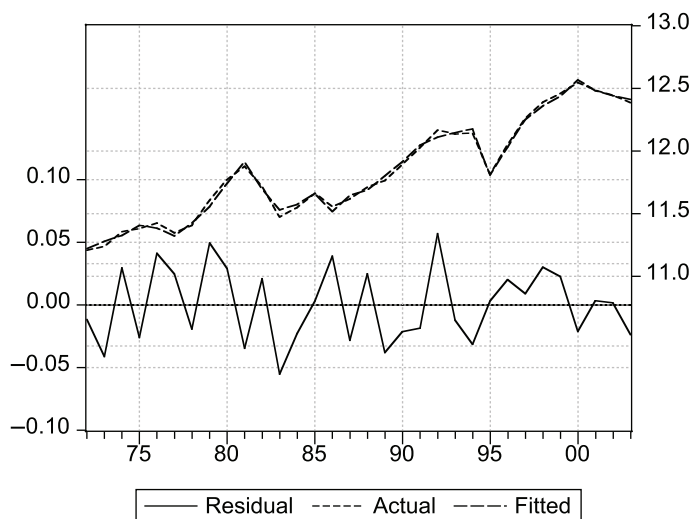
¹¹ Por la *forma funcional* de esta ecuación, el parámetro de esta variable debe leerse como una *tasa de aceleración*, dado que en sentido estricto, es la segunda derivada:

$$\frac{\partial \text{LIFP}_t}{\partial [\text{D}(\text{LGDP}_t)]} = \beta^3$$

El tipo de cambio real se incluyó como una variable que expresa varios fenómenos económicos propios de una economía abierta. Por un lado, refleja que las devaluaciones encarecen los insumos importados (intermedios y de capital, que en conjunto representan el 90-95% del total de importaciones) y, por otro, que aumentan los costos en dólares del endeudamiento privado. Por último, las devaluaciones hacen que caiga la demanda interna, por lo que se afecta también de manera negativa la tasa de retorno de las inversiones.

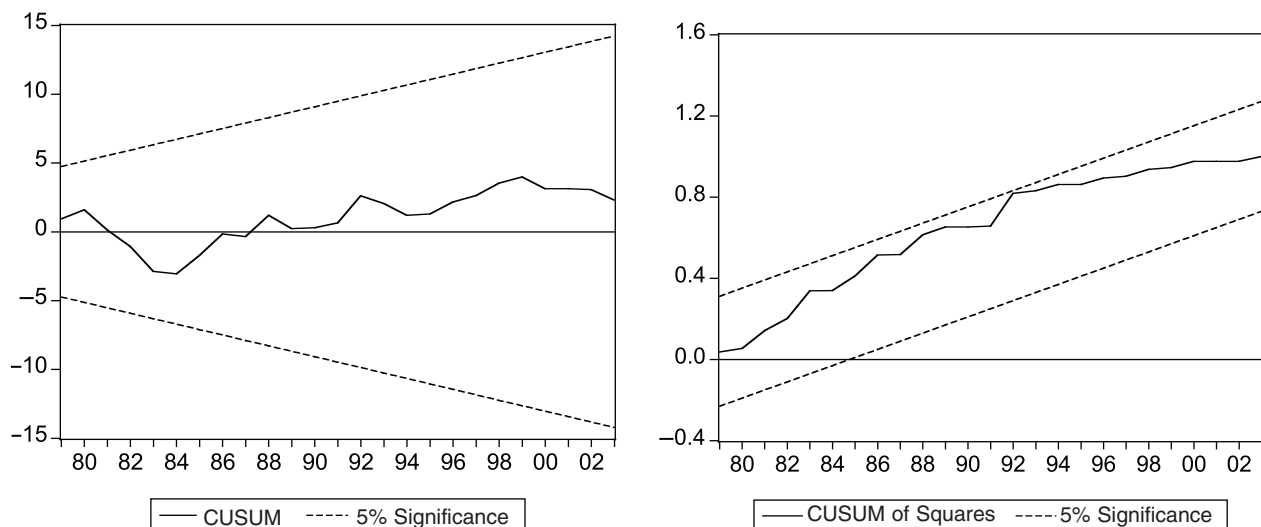
Finalmente, se incluyeron los costos laborales unitarios definidos por el cociente de los salarios medios reales y la productividad media laboral, pues también representan un costo de producción importante para una economía que se caracteriza por ser intensiva en fuerza de trabajo.

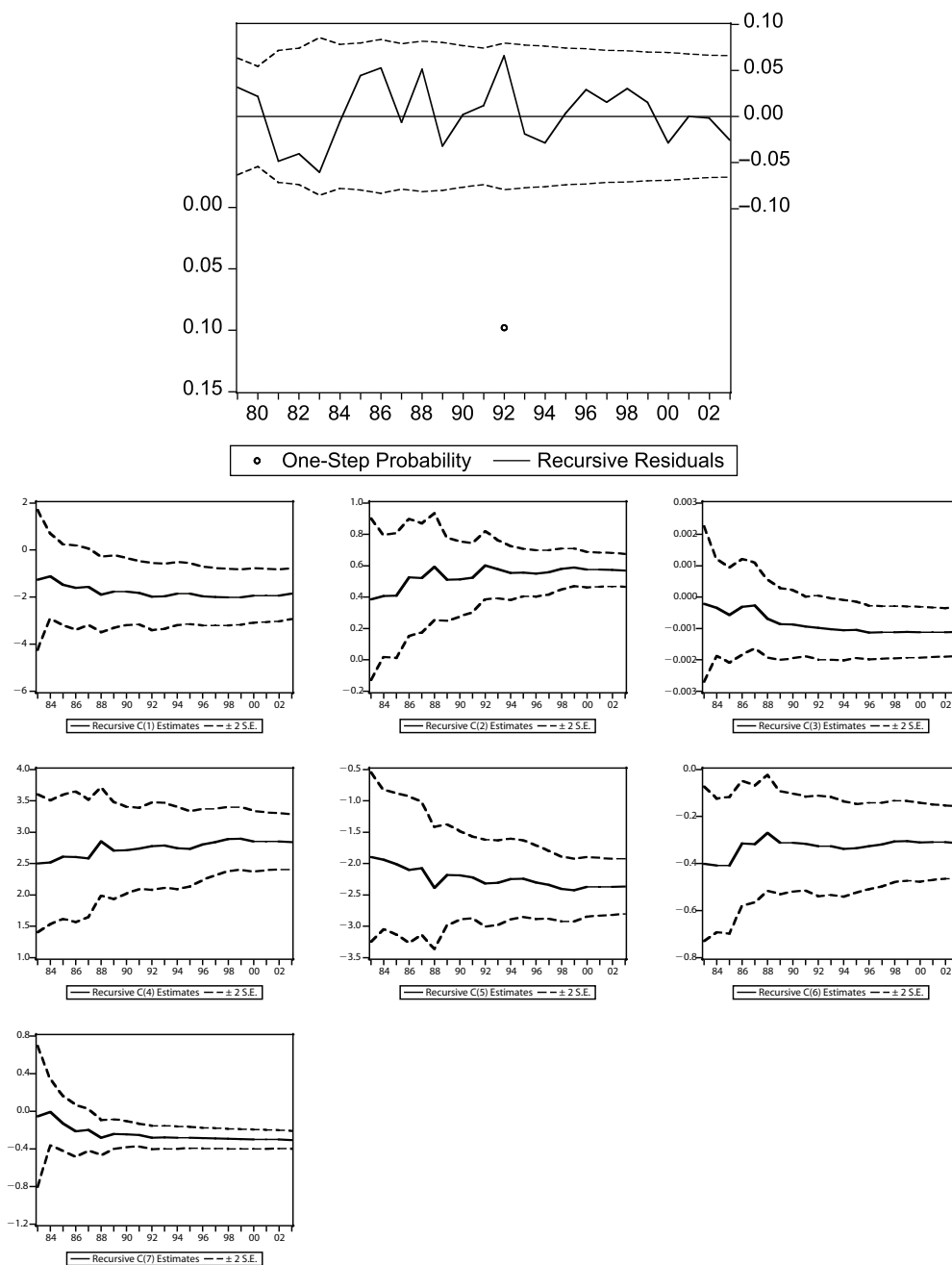
GRÁFICA 7.6 Bondad de ajuste de la inversión privada



Las gráficas siguientes nos permiten concluir que tanto la función conjunta como los parámetros estimados son estables.

GRÁFICA 7.7 Pruebas de cambio estructural
Inversión privada





7.2.5 EXPORTACIONES TOTALES DE MERCANCÍAS (X)

Por la importancia crucial que tiene para una economía abierta e integrada intensamente al comercio mundial y con el país más grande del mundo, es indispensable incorporar de manera expresa al sector externo, por lo que estimaremos las funciones de exportaciones e importaciones totales y posteriormente a la cuenta corriente. Debido a la dificultad que representa la estimación de las exportaciones, la forma funcional más adecuada resultó ser de tipo lineal (en niveles), con los resultados siguientes:

$$\begin{aligned}
 X = & 0.5409 * X(-1) + 0.3729 * D(INDUS) + 0.0012 * REXC + 0.4391 * MP \\
 t & \quad (7.090) \quad (2.138) \quad (1.820) \quad (4.582) \\
 & - 31.1640 * D(LCOSLAB) + 11.2792 * DUMX2 \\
 & \quad (-3.819) \quad (2.847)
 \end{aligned}
 \tag{7.2.5.1}$$

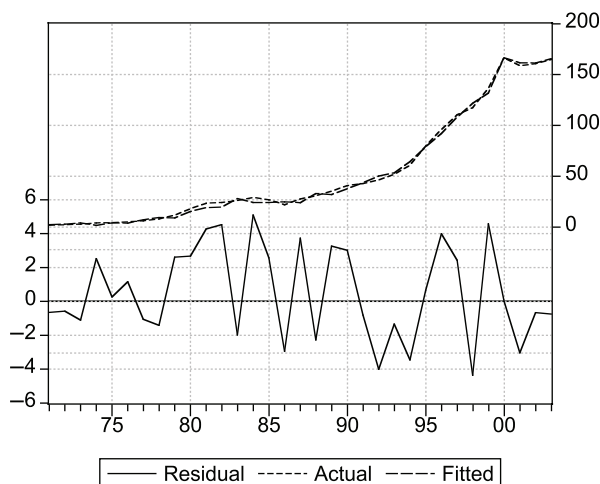
$R^2 = 0.997$; $DW = 2.030$; $JB = 1.885(0.389)$; $LM(1) = 0.923$; $LM(2) = 0.994$; $ARCH(1) = 0.904$; $ARCH(2) = 0.126$; $WHITE(n.c.) = 0.020$; $WHITE(c) = 0.294$; $RESET(1) = 0.125$; $RESET(2) = 0.313$

Los resultados de la ecuación nos indican que las exportaciones son sumamente sensibles a la variación del índice de producción industrial de Estados Unidos (INDUS). Además, la devaluación del tipo de cambio nominal (REXC) favorece el crecimiento de las exportaciones, aunque de manera poco relevante. Este resultado no debe sorprendernos, en virtud de que en una economía como la mexicana, en la medida que se integra a los mercados mundiales y en particular se vuelve parte de la cadena productiva de Estados Unidos, el tipo de cambio pierde relevancia en la determinación de las exportaciones a favor de otros factores de carácter estructural y productivo.¹² Como parte de la creciente integración productiva, esta ecuación de exportaciones ha incluido a las importaciones productivas (MP) debido a que la actividad exportadora tiene una alta dependencia de la importación de bienes de capital e insumos intermedios. Éste es un hecho muy relevante que ha caracterizado a la actividad exportadora mexicana. En la medida que se exporte también se requieren montos crecientes de importaciones, bien sean paquetes tecnológicos completos y/o insumos productivos. Lamentablemente este hecho no ha podido revertirse, no obstante que hace veinte años el propósito y la justificación de la liberalización y desprotección comerciales consistían en disminuir la dependencia productiva del exterior.

Al igual que en la función de IFP, se incluyeron los costos labores (expresados en pesos) en virtud de que así es como se contabilizan para efectos de la producción doméstica.

La *variable ficticia* (DUMX) pretende captar el cambio abrupto en la demanda de mercancías por parte de EU a raíz de su desaceleración económica durante 2001-2002. Por tanto, definimos la variable como nula para todo el periodo, excepto para esos años.

GRÁFICA 7.8 Bondad de ajuste de las exportaciones totales



¹² Se deja como ejercicio calcular la elasticidad media (para todo el periodo) de las exportaciones al tipo de cambio nominal y también para todos los años de estimación y realizar una interpretación económica de los resultados.

7.2.6 IMPORTACIONES TOTALES DE MERCANCÍAS (M)

Para las importaciones tenemos la siguiente estimación:

$$\begin{aligned}
 LM_t = & 0.4871 \cdot LM_{t-1} + 1.6944 \cdot D(LXVG32) + 0.5246 \cdot APEMEX - 0.8213 \cdot LPRC + \\
 & (4.970) \quad (3.660) \quad (4.764) \quad (-3.558) \\
 & 0.3865 \cdot LX + 0.0147 \cdot LDEMIN(-1) \\
 & (4.691) \quad (2.887)
 \end{aligned}
 \tag{7.2.6.1}$$

$R^2 = 0.995$; $DW = 2.195$; $JB = 2.147(0.341)$; $LM(1) = 0.495$; $LM(2) = 0.707$; $ARCH(1) = 0.496$; $ARCH(2) = 0.618$; $WHITE(n.c.) = 0.596$; $WHITE(c) = 0.171$; $RESET(1) = 0.906$; $RESET(2) = 0.670$

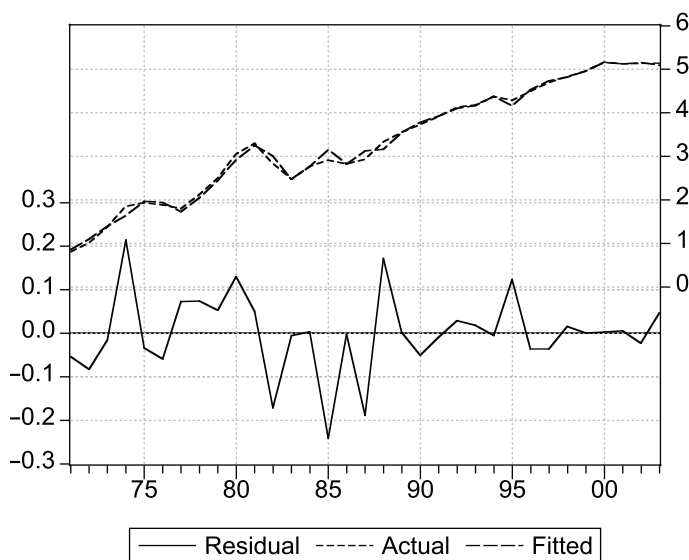
Se observa el carácter autorregresivo de las importaciones y que la aceleración de la actividad industrial mexicana (XVG32) es muy importante en la determinación de la demanda total de importaciones. Asimismo, la demanda interna incide con un rezago sobre las importaciones, pero con una *elasticidad* relativamente reducida.

Nuevamente se puede comprobar el carácter interdependiente del comercio exterior de la economía mexicana, debido a que las importaciones también están asociadas a las exportaciones: *importamos para poder exportar y también exportamos para poder importar*.

La intensificación de la apertura comercial (APEMEX) se ha reflejado en el creciente volumen de comercio. De este modo, por cada punto que aumenta el índice de apertura comercial,¹³ las importaciones crecen 0.52%.

Finalmente, esta ecuación reporta que las importaciones son bastante sensibles al tipo de cambio real; por lo que ante un incremento en el tipo de cambio real de 1% las importaciones decrecerán 0.82%. Debido a que la *forma funcional* de la ecuación de exportaciones especifica el tipo de cambio de manera diferente, no es posible contrastar directamente su elasticidad con la de las importaciones. Sólo es posible hacerlo a través de

GRÁFICA 7.9 Bondad de ajuste de las importaciones totales

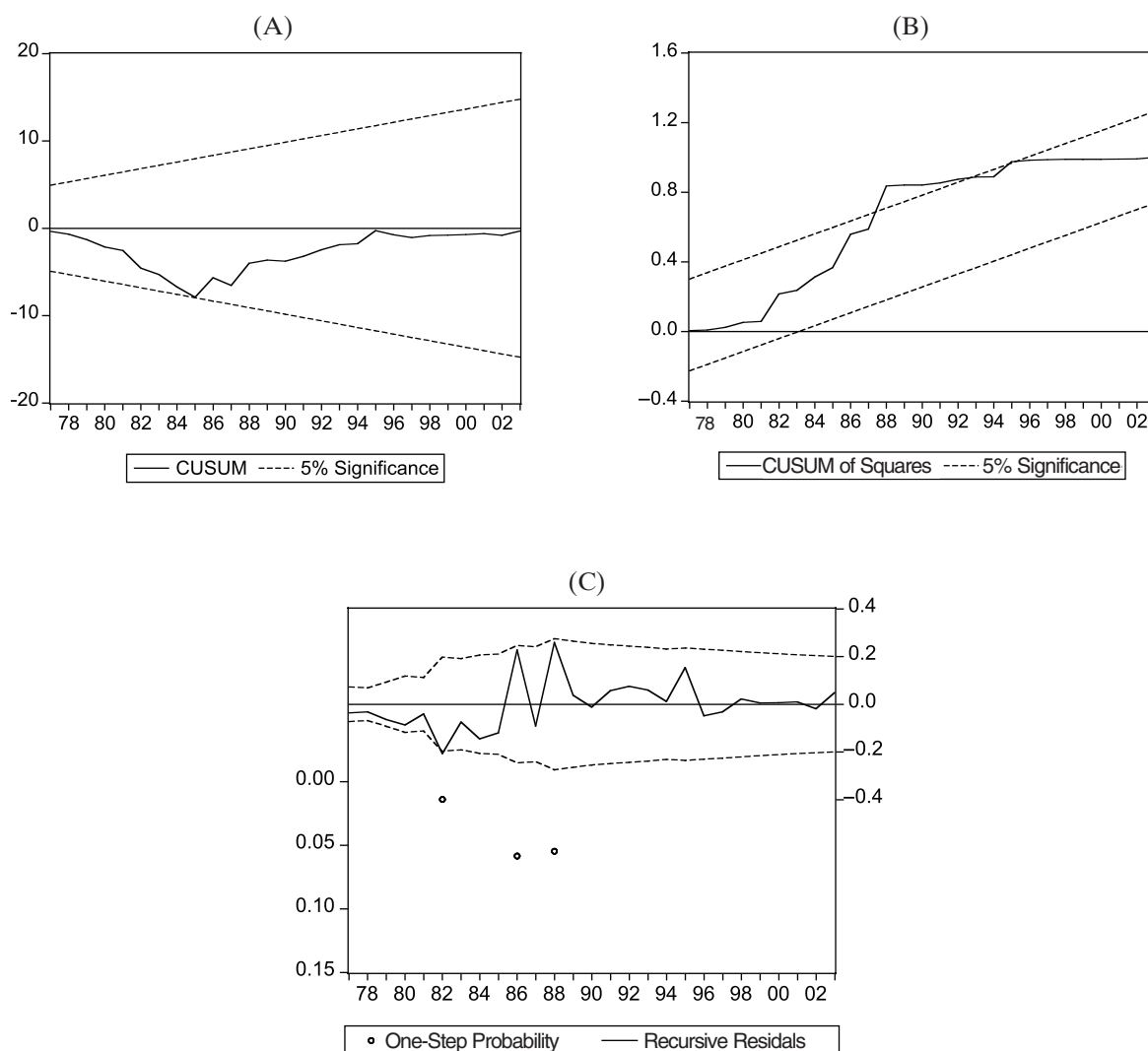


¹³ Definida como la proporción de importaciones no sujetas a permiso previo respecto al total.

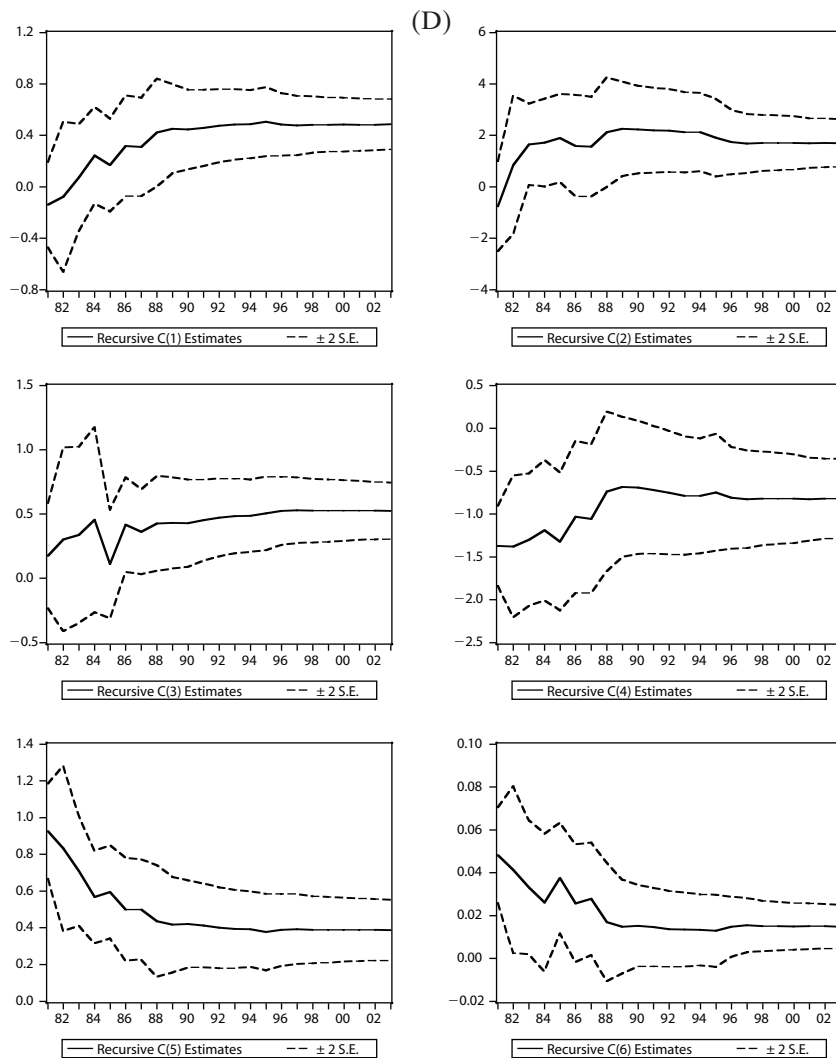
calcularla manualmente, tal como se recomendó en una nota al pie anterior. De cualquier manera, se observará que es mayor la *elasticidad* de importaciones al tipo de cambio, lo que determina que la balanza comercial esté sujeta en buena medida a la definición de la política cambiaria.¹⁴

Las pruebas de cambio estructural nos permiten concluir que, en general, tanto la función conjunta como los parámetros individuales estimados son estables. Sin embargo, se presenta cambio estructural entre 1988 y 1993 mediante la prueba Cusum Q, que son años de reformas estructurales, caracterizados por una rápida y amplia desgravación de las importaciones. El hecho de que el modelo capture este fenómeno no significa que esté mal especificado, sino que está dando cuenta de hechos importantes que ocurrieron en los años mencionados.

GRÁFICA 7.10 Pruebas de cambio estructural de importaciones totales



¹⁴ Para ver el cálculo de *elasticidades* y de *propensiones marginales* del comercio exterior de México a través del método de *cointegración de Johansen*, consúltese Loría (2001a).



7.2.7. SALDO DE CUENTA CORRIENTE (CC)

En la especificación inicial de nuestro modelo keynesiano de demanda final no incorporamos esta variable. Sin embargo, al hacerlo ahora aumentaremos de manera considerable la capacidad de introspección del modelo original en términos económicos, estadísticos y de política económica. Su estimación necesariamente debe hacerse a través de una *forma lineal-log*, porque para los países menos avanzados, en general, *CC* es negativa¹⁵ y porque su evolución histórica es del tipo A, como la que se presentó al inicio del capítulo.

$$\begin{aligned}
 CC = & 108.1039 + 16.2273 \cdot D(LREXC) - 8.3165 \cdot LGDP + 0.4162 \cdot CC(-1) - \\
 t & \quad (3.006) \quad (6.386) \quad (-3.166) \quad (4.283) \quad (7.2.7.1) \\
 & 9.230909211 \cdot DUMCC2 \\
 & \quad (-3.736)
 \end{aligned}$$

¹⁵ Esto implica que no se le puede aplicar una transformación logarítmica.

$R^2 = 0.816$; $DW = 1.515$; $JB = 1.189$ (0.5517); $LM(1) = 0.187$; $LM(2) = 0.412$; $ARCH(1) = 0.377$; $ARCH(2) = 0.667$; $WHITE(N.C.) = 0.114$; $WHITE(C) = 0.130$; $RESET(1) = 0.261$; $RESET(2) = 0.523$ $DUMCC2 = 0$, $\forall = 1970-2003$ con excepción de 1981, 1986, y 1994.

A primera vista se observa que esta variable tiene un importante componente autorregresivo de primer orden, lo que significa que la tradicional posición deficitaria tiende a preservarse en el tiempo; así, por ejemplo, un déficit de 1,000 millones de dólares (mdd) en un año, en promedio tenderá a preservarse al siguiente en alrededor de 416.2 (mdd). Una razón económica de ello es el servicio de la deuda externa, que entra en el rubro de servicios factoriales.

El parámetro del tipo de cambio nominal debe interpretarse en el sentido de que una variación del incremento (que es una tasa de aceleración) de 1% reduce el déficit de cuenta corriente en aproximadamente 16.22 miles de mdd en el mismo año. Este resultado corrobora la importancia de la política cambiaria para mantener el equilibrio externo y como un instrumento para estimular el crecimiento económico, tal como se trató a detalle en el estudio de caso del capítulo anterior.

La variable $DUMCC2$ capta los efectos negativos de los términos de intercambio que se observaron con particular intensidad en los años indicados, por lo que fue precisamente cuando se registraron grandes déficit en la cuenta corriente como proporción del PIB (6.14%, 1.03% y 7.06%, respectivamente). En 1986 el déficit de cuenta corriente no parece ser alto, sin embargo, se registraron fuertes desequilibrios en el resto de los macrofundamentos, lo que obligó a aplicar planes de ajuste y estabilización en adelante.

Es conveniente analizar el sentido económico, estadístico y de política económica de la constante de regresión 108.1039, que recoge las variables que no están expresamente indicadas en la ecuación, por lo que es una especie de balanza en cuenta corriente autónoma. Supone que si la *tasa de crecimiento* del producto fuese cero, y si no se movieran las demás variables, se tendría un superávit de aproximadamente esa cantidad.

Por otro lado, esta ecuación nos permite calcular la *tasa de crecimiento* económico de largo plazo compatible con equilibrio de la cuenta corriente. Para ello, rescribimos el resultado de la regresión (7.2.7.1) considerando sólo a la constante de regresión y al parámetro del PIB:

$$CC_t = 108.1039 - 8.316491 * LGDP_t = 0$$

Haciendo operaciones:

$$LGDP_t = \frac{108.1039}{8.316491} = 12.998739$$

y aplicando antilog $y^e = 2.5648\%$

Este resultado indica que *ceteris paribus*; esto es, sin que se mueva el tipo de cambio nominal y dada la estructura productiva (medida por la relación de importaciones a producción) y de las obligaciones financieras con el exterior y haciendo abstracción de los términos de intercambio (P_x/P_M), la *tasa de crecimiento* con equilibrio en la cuenta corriente para nuestro periodo de estudio es de 2.56%. Esto significa –insistimos, *ceteris paribus*– que si crecemos por debajo de esa cifra crítica, se tendrá un superávit y por arriba un déficit. A este hecho en la teoría estructuralista y poskeynesiana se le conoce como la *restricción externa al crecimiento económico* y se verá en seguida a través de una aplicación un poco más intuitiva.¹⁶

Nuestro resultado empírico corrobora lo que asevera este enfoque teórico, en el sentido de que el *crecimiento económico* es determinado o restringido por la balanza comercial

¹⁶ En la sección 11.1.1 se desarrolla esta hipótesis con mayor profundidad. Sin embargo, habría que referirla ahora como la conocida ley de Thirlwall (Thirlwall, varios años)

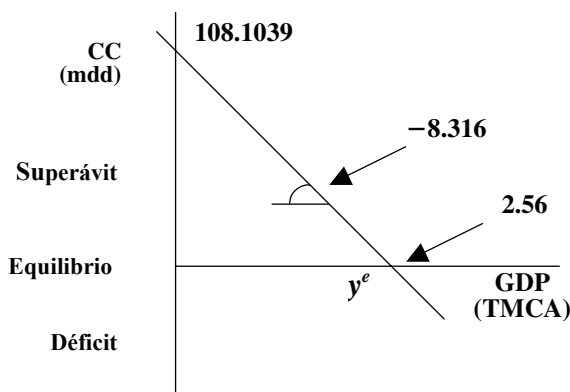
y de cuenta corriente. En concreto, que *ceteris paribus*, por cada punto porcentual de crecimiento del producto se genera un déficit en cuenta corriente de 8.3 mdd por año.

La gráfica 7.11 permite un análisis más visual de todo lo dicho. El intercepto 108.1039 indica el superávit que en promedio existiría de no haber crecimiento ($LGDP = 0$), la pendiente (-8.316 mdd) indica el costo (medido en requerimiento de divisas) de crecer un punto porcentual.

El cruce de la recta con la abscisa indica el crecimiento con equilibrio externo (y^e). De igual manera, esta gráfica representa que una devaluación nominal desplaza a la derecha la recta de regresión, con lo que se logran cualquiera de los siguientes dos efectos:

- Una misma *tasa de crecimiento* se asocia a un menor déficit (mayor superávit) de cuenta corriente o,
- Una *tasa de crecimiento* mayor genera el mismo déficit externo. Una apreciación cambiaria nominal, por su parte, genera exactamente el efecto contrario.

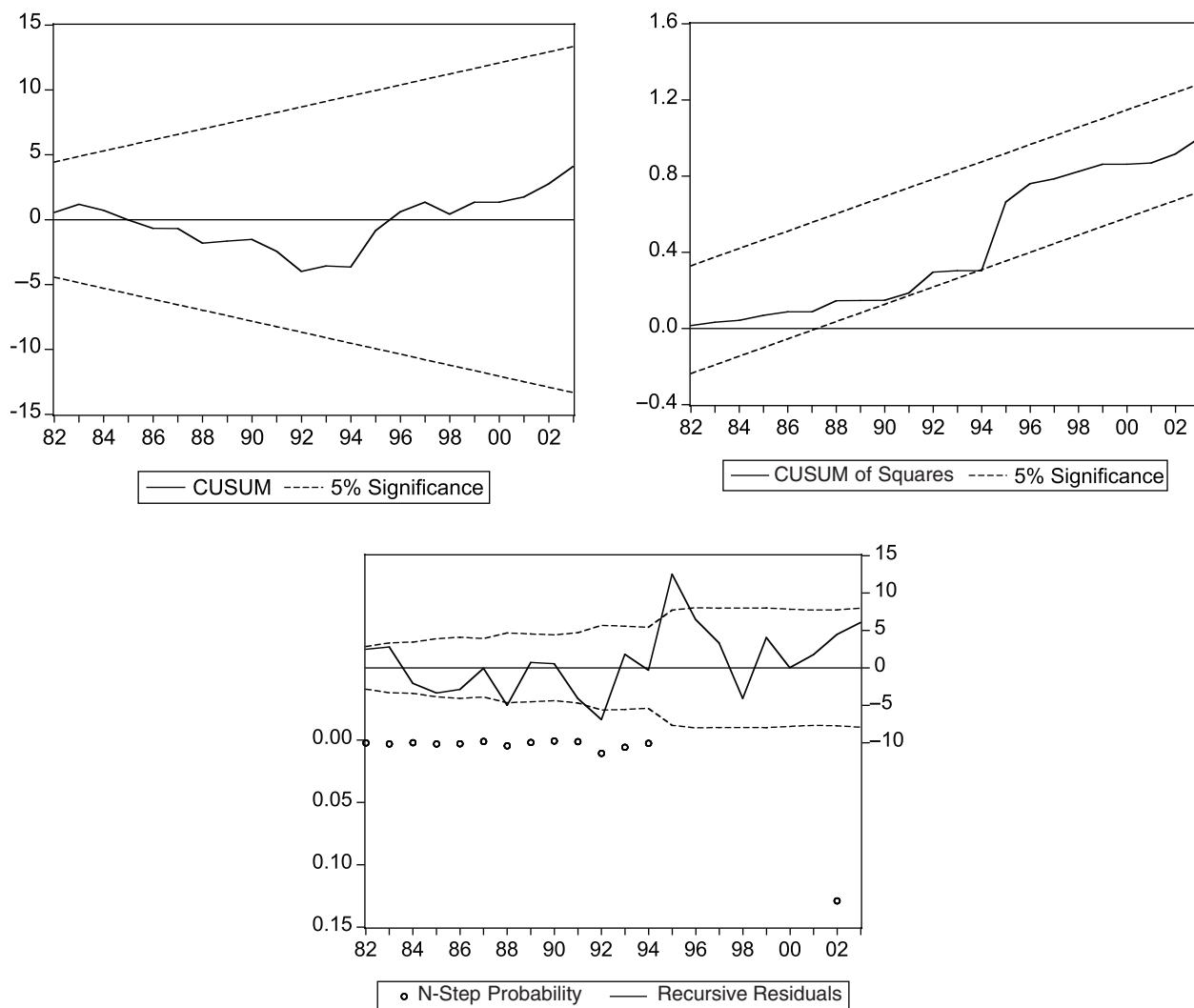
GRÁFICA 7.11 México: Cuenta corriente y crecimiento económico

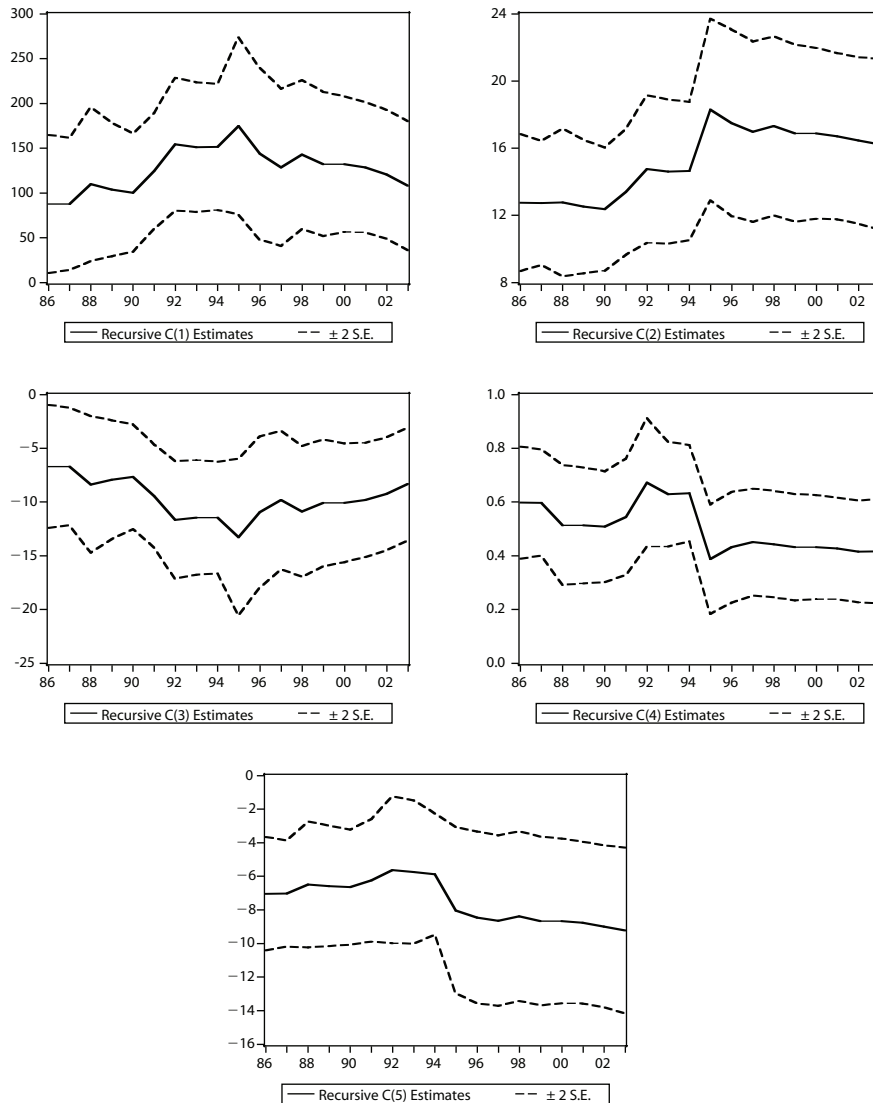


Por todo lo anterior, queda de manifiesto la gran importancia de la estimación de la cuenta corriente en cuanto al análisis de crecimiento económico de largo plazo de México.

Debido a las mismas razones, en este momento conviene concluir la evaluación de la correcta especificación de esta importante variable con las pruebas de estabilidad estructural. Como puede observarse en las gráficas siguientes, desde principios de los años 90 del siglo pasado hay cambios importantes en las variables que determinan a la cuenta corriente y, por lo tanto, también en su comportamiento. Llama la atención el cambio estructural que se detecta claramente en 1995, cuando, como sabemos, se registró una fuerte contracción del producto, lo cual muy probablemente generó a su vez otros cambios en la estructura económica y social de este país latinoamericano. En lo que respecta a las pruebas de cambio estructural, el resultado es el siguiente:

GRÁFICA 7.12 Pruebas de cambio estructural
Cuenta corriente





IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- Un modelo econométrico aplicado se construye mediante la combinación de los siguientes elementos: *a)* análisis de las características estadísticas de cada variable, *b)* análisis de las *formas funcionales*, *c)* análisis de *resultados estadísticos* y *d)* la utilización de conceptos de teoría económica.
- Modelar una economía o un fenómeno complejo exige incorporar tanta información como sea necesaria. En la medida que queremos comprender y reproducir un sistema económico, necesitaremos de varias ecuaciones. En principio no sabemos cuántas. Eso se sabrá al momento de responder y plantear preguntas.
- Los modelos de ecuaciones simultáneas utilizan cuatro tipos de relaciones o ecuaciones: *a)* ecuaciones de comportamiento, *b)* identidades contables, *c)* condiciones de equilibrio y *d)* transformaciones algebraicas.
- Las *ecuaciones de comportamiento*: establecen las causalidades entre las variables endógenas y exógenas y las endógenas rezagadas.
- Las *identidades contables* son relaciones que se cumplen por definición teórica y/o contable.
- Las *condiciones de equilibrio* son las expresiones que permiten balancear las cuentas de variables agregadas y cerrar bloques de ecuaciones.

- g) Las *transformaciones algebraicas* son las ecuaciones que nos ayudan a homogenizar las cantidades en las que se expresan las variables, además de que realizan cálculos diversos entre las variables del sistema.
- h) Una *forma funcional* es una representación algebraica de la manera en que se relacionan estadística y teóricamente las variables involucradas en la regresión.
- i) Las formas funcionales se clasifican en lineales, logarítmicas y semilogarítmicas.
- j) En la forma funcional lineal se expresan todas las variables en niveles o unidades originales.
- k) Al aplicar logaritmos a todas las variables involucradas estimamos parámetros que expresan elasticidades.
- l) La forma funcional *lineal-log* se utiliza cuando las relaciones entre variables no son lineales. Particularmente, cuando se observa que la variable dependiente se incrementa asimétricamente respecto a la(s) variable(s) explicativa(s).
- m) Cuando la variable endógena se incrementa más rápido que la exógena, se sugiere aplicar una forma funcional *log-lineal*.
- n) La *bondad de ajuste* del modelo en conjunto dependerá de la buena especificación teórica y estadística de cada ecuación que conforma al modelo. La validación estadística de cada ecuación ahorra mucho tiempo para hacer la estimación conjunta del sistema.
- o) Además del método de mínimos cuadrados ordinarios se pueden utilizar los métodos de mínimos cuadrados en dos (MC2E) y tres etapas (MC3E) con el fin de mejorar la eficiencia asintótica.
- p) Entre las *pruebas de diagnóstico de correcta especificación* más importantes están: *normalidad, cointegración, autocorrelación serial, heteroscedasticidad, linealidad, estabilidad estructural, simultaneidad y exogeneidad*.

TÉRMINOS CLAVE

- autocorrelación serial
- bondad de ajuste
- condición Marshall-Lerner
- condiciones de equilibrio
- ecuaciones de comportamiento
- estadístico Jarque-Bera
- exogeneidad
- formas funcionales (lineal, exponencial, semilogarítmica y doble logarítmica)
- heteroscedasticidad
- homogenización de datos
- identidades contables
- Ley de Engel
- mínimos cuadrado ordinarios (MCO)
- mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E)
- mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E)
- modelo keynesiano de economía abierta y con el gobierno
- multiplicador de Lagrange
- normalidad
- Restricción externa al crecimiento
- simultaneidad
- transformaciones algebraicas

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. Calcule la elasticidad media (para todo el periodo) de las exportaciones al tipo de cambio nominal y haga una interpretación económica de los resultados.
2. Considerando los datos del consumo privado y del ingreso disponible de México, calcule la PMgC y haga un análisis económico.
3. En la elección de la *forma funcional* más adecuada para su modelo, ¿qué influyó más, la estructura de los datos o la experiencia?
4. Explique cómo convertir dólares y pesos corrientes a pesos constantes.
5. Construya una ecuación de exportaciones y valide que éstas sean sensibles a la variación del índice de producción industrial de Estados Unidos y que la devaluación del tipo de cambio favorezca el crecimiento de las exportaciones.
6. Con las herramientas proporcionadas hasta ahora construya un modelo trimestral que le permita utilizar las pruebas econométricas desarrolladas en el capítulo y compare resultados.

MÉTODOS DE ESTIMACIÓN

*Preferiría estar vagamente
en lo correcto que
precisamente equivocado*

Karl Popper

8.1. GENERALIDADES

Aun cuando el *método de mínimos cuadrados ordinarios* (MCO) se utiliza ampliamente en el medio académico y comercial, en ciertas condiciones, los métodos de estimación simultánea —también conocidos como *métodos de información completa*— generan estimadores *consistentes e insesgados* debido a que incorporan toda la información a la vez.

Con el fin de evaluar y determinar el método más adecuado de nuestro modelo, procederemos a comparar la estimación que ya obtuvimos por MCO con los *métodos de información completa*, como el de *mínimos cuadrados en dos etapas* (MC2E), *en dos etapas ponderados* (MC2EP) y *en tres etapas* (MC3E). Los criterios fundamentales que nos llevarán a la elección del método más adecuado serán:

- a) Cumplir con los supuestos de *correcta especificación*, ya revisados en el capítulo 6.
- b) Mejor *simulación histórica*.
- c) Mejor capacidad de *pronóstico*.

Para la estimación por los diferentes métodos es necesario generar en *Eviews* un sistema cuya base es la estimación individual de cada una de las ecuaciones que integran el modelo. Esto es importante debido a que cada ecuación ya ha sido evaluada de manera individual y cumple con los supuestos de *correcta especificación*. Sin embargo, debe quedar muy claro que el hecho de que tengamos buenas estimaciones individuales no asegura que tengamos una buena estimación conjunta ni tampoco una buena *simulación histórica* o un buen *pronóstico*. Como casi todo en econometría, hay que demostrarlo a través de una búsqueda heurística.

El procedimiento para generar el sistema es el siguiente: en el menú principal elegimos la opción OBJECTS y aquí seleccionamos NEW OBJECT. De las opciones que despliega seleccionamos SYSTEM y le asignamos un nombre. En nuestro caso lo denominaremos A_SISTEMALIBRO. Al hacerlo, se abre la ventana para iniciar las estimaciones de nuestro sistema de ecuaciones. Procedemos a asignar las instrucciones necesarias y a definir la especificación del sistema de la siguiente manera:

- a) Es muy conveniente comenzar con una descripción breve del modelo que vamos a estimar, así como asentar los cambios que se van realizando con el paso del tiempo o

con las diferentes versiones que vayamos construyendo. Un ejemplo de ello puede ser el texto siguiente:

‘SISTEMA DE ECUACIONES DEL MODELO KEYNESIANO DE DEMANDA AGREGADA PARA LA ‘ECONOMÍA MEXICANA, 1970-2003. VERSIÓN 1.0, 10 DE DICIEMBRE DE 2004.

Conviene mencionar que es necesario anteceder el texto con una comilla simple, de lo contrario el programa lo tomará como una instrucción a ejecutar.

- b) Especificar cada una de las ecuaciones que integrarán el sistema, poniendo especial cuidado en que correspondan a la forma funcional que originalmente definimos. Los regresores se indicarán a la derecha del signo de igualdad y se numerarán de manera consecutiva.

Una vez que se ha asignado cada una de las ecuaciones, ya tenemos listo el sistema que estimaremos por diferentes métodos. Empecemos por MCO para contrastar los resultados que obtuvimos al estimar ecuación por ecuación con este método y que ahora estimaremos de manera simultánea del mismo modo.

Aquí debemos hacer un breve comentario para considerar que al estimar sistemas de ecuaciones es fundamental el uso correcto de las *variables instrumentales* (VI). Aunque su uso es muy difundido, particularmente en el método de MC2E,¹ pocas veces se reflexiona en las consecuencias generadas por la manera en que se seleccionan e imponen en la especificación. Incluso la mayoría de los libros de texto no hace un desarrollo claro ni autocontenido sobre este tema en particular. Por su importancia, ahora lo haremos, aunque sea brevemente, con énfasis en la parte intuitiva y conceptual.² Este método de VI se utiliza para resolver el problema de *endogeneidad* de una o más variables explicativas. Cuando esto ocurre, el *término de perturbación* estará correlacionado con el regresor en cuestión, lo que provocará lo que se llama el *sesgo de ecuaciones simultáneas*. De igual manera, se utiliza para obtener *estimadores consistentes* en presencia de variables omitidas. Esto último es muy común, debido a que como vimos en el capítulo 6, la estimación es una manera heurística y progresiva a través de la cual el modelador trata de acercarse al PGI, por lo que es habitual que falten variables explicativas importantes, lo que genera un *sesgo* considerable en los estimadores, además de *inconsistencia*. En este sentido, el espíritu de las VI pretende resolver el problema en la medida que busca variables z que estén correlacionadas con los regresores (endógenos) x , pero que a la vez no estén correlacionadas con el *término de perturbación* (u). Expresado de manera más sintética, las VI deben cumplir dos condiciones:

$$\text{Cov}(z, x) \neq 0 \quad \text{y} \quad \text{Cov}(z, u) = 0$$

Con ello, la *correlación* que previamente existía entre x y u tiende a desaparecer, con lo que se generan ahora estimadores *insesgados* y *consistentes*. Lo que estamos haciendo, a fin de cuentas, es incorporar información adicional que compensa el error que causa la omisión de variables.

Pero debe tenerse muy presente que los estimadores de VI sólo son útiles cuando z y u no se correlacionan y z y x se correlacionan positiva o negativamente, y que puede resultar altamente contraproducente cuando ocurre lo contrario debido a que en el límite de probabilidad incurrimos en un sesgo que puede ser importante:

$$p \lim \hat{\beta}_1 = \beta_1 + \frac{\text{corr}(z, u) \sigma_u}{\text{corr}(z, x) \sigma_x}$$

donde σ_u y σ_x son las desviaciones estándar poblacionales.

¹ Que es el segundo método en popularidad en la estimación de ecuaciones lineales, sólo después del de MCO (Wooldridge, *op. cit.*: 461).

² Para ver un texto riguroso con alto nivel de formalización véase Angrist y Krueger (2001).

Como se puede apreciar, encontrar una buena VI no sólo se basa en la intuición, sino que en sentido estricto tiene que demostrarse empíricamente, por lo que en términos de Wooldridge (*ibid.*: 491) “a menudo es todo un desafío dar con una variable que posea esas propiedades”.

Por sus características intrínsecas, el método de MC2E (que es adecuado para *sistemas sobreidentificados*) permite usar más VI que explicativas en la estimación, pero al hacerlo con poco cuidado se corre el riesgo ya mencionado, con lo cual MC2E puede ser peor que MCO.

A pesar de la advertencia anterior, en la práctica se pone poco cuidado en la selección minuciosa de las VI, debido a que generalmente se incluyen como instrumentos de cada ecuación en la estimación de la primera etapa a la variable dependiente rezagada, al igual que a todos los demás regresores, incluyendo a la constante de regresión.

Incluso el famoso modelo de Fair (1994 y 2003), así como el modelo que presentan Pindyck y Rubinfeld (1998: 444 y ss), no indican expresamente que hayan seguido las dos reglas sugeridas. Este último modelo macroeconómico, que estima el producto interno bruto real y sus componentes principales, es acorde con los modelos IS/LM tradicionales y consta de 11 ecuaciones de comportamiento y dos identidades (PIB e ingreso disponible, ambas en términos reales), por lo que tiene 13 variables endógenas y 9 exógenas; fue estimado usando mínimos cuadrados en dos etapas. A pesar de que toman en cuenta la sugerencia de Fair relativa a utilizar como VI a la endógena rezagada y todas las endógenas y exógenas (agregando un rezago más a las exógenas ya rezagadas de la ecuación), estos autores no consignan explícitamente un criterio general para la asignación de VI en cada ecuación. Más bien, parecería que se trata de un procedimiento *ad hoc*.

Por ejemplo, para la primera ecuación que estima la tasa de desempleo civil [$TAX = f(C, PIB_t)$] los autores incluyen a las siguientes VI: Constante, CP, G, PIBPOT, INFL, INR, INV, IR, M, M2, RI, RS, X, YPD, PIB_{t-1} , TAX_{t-1} .³ Es decir, para esta sencilla ecuación que sólo tiene un regresor, incluyen 16 VI de un total de 22 variables que componen el modelo.

El número de VI varía para cada ecuación, y no siempre son las mismas, aunque por lo general se conserva el criterio de incluir las exógenas que integran cada ecuación, pero el número de rezagos varía considerablemente. Por ejemplo, para la estimación de inversión no residencial usan dos regresores (PIB y tenencia de bonos), pero incluyen 14 VI donde el último regresor aparece como VI con cinco rezagos. Estas disimilitudes ocurren en otras ecuaciones del sistema donde algunas VI aparecen en variaciones de diferencias y la misma endógena con dos rezagos.

Para el caso específico de nuestro modelo, se aplicó el método de VI en la solución en MC3E y se observó que al introducir una sola VI en cualquiera de las ecuaciones se modificaban los parámetros de la estimación.

Al estimar el sistema por MC2E hicimos varias combinaciones con las VI, particularmente en la ecuación de importaciones, por ser la que tiene problemas de cambio estructural. Solamente se modificaron los coeficientes de la ecuación de importaciones, mientras que el resto permaneció exactamente igual. Incluso es necesario decir que nunca logramos obtener una mejor estimación al combinar VI en esa y en otras ecuaciones con MC2E.

Aplicamos el mismo procedimiento a la ecuación de cuenta corriente y los resultados mostraron que sólo se modifican sus coeficientes, en tanto el resto se mantiene intacto. Tampoco pudimos mejorar la estimación con VI. Hicimos, asimismo, otras especificaciones para todas las ecuaciones, pero la mayoría de los coeficientes se tornaron no significativos. Para corregir el problema se incluyeron como VI todas las endógenas, con lo cual se obtuvo

³ Donde: CP = consumo privado; G = gasto del gobierno; PIBPOT = producto interno bruto potencial; INFL = inflación; INR = inversión extranjera; IR = inversión nacional; M = importaciones; M2 = agregado monetario M2; RL = tasa de interés a largo plazo; RS = tasa de interés de corto plazo; X = exportaciones; YPD = ingreso privado disponible; PIB_{t-1} = PIB rezagado y TAX_{t-1} = desempleo rezagado.

la corrección de la significancia estadística de los parámetros, pero empeoró notablemente la *simulación histórica*. Por último, también incluimos como v_i todas las exógenas del sistema, con lo que obtuvimos parámetros estadísticamente significativos y la simulación resultó prácticamente igual a la de MCO sin incluir v_i .

Este resultado conduce a pensar que el método de v_i para este modelo específico no aporta mejoría en la estimación, lo que podría explicarse por el hecho de que la estimación por MCO desde el principio resultó ser adecuada⁴ y, por tanto, no se requiere información adicional.

Como puede verse a continuación, las v_i se asignan al final de cada ecuación después del símbolo @.

```

System: A_SISTEMALIBRO  Workfile: EUDOXIO_2004_LIBRO_...
View Procs Objects Print Name Freeze MergeText Estimate Spec Stats Resids

'SISTEMA DE ECUACIONES PARA EL MODELO KEYNESIANO DE
DEMANDA
'AGREGADA PARA LA ECONOMÍA MEXICANA
'PERIODO DE ESTIMACIÓN, 1970-2003

LCE = C(1) + C(2)*LCE(-1) + C(3)*D(LPRC) + C(4)*LGDP(-1) + C(5)*D(LM4R)
+ C(6)*LCETEN(-1) @ C LCE(-1) D(LPRC) LGDP(-1) D(LM4R) LCETEN(-1)

LIFP = C(7) + C(8)*LIFP(-1) + C(9)*D(CETER(-1)) + C(10)*LGDP +
C(11)*LGDP(-1) + C(12)*LPRC + C(13)*LCOSLAB(-1) @ C LIFP(-1)
D(CETER(-1)) LGDP LGDP(-1) LPRC (LCOSLAB(-1))

X = C(14)*X(-1) + C(15)*D(INDUS) + C(16)*REXC + C(17)*MP +
C(18)*D(LCOSLAB) + C(19)*DUMX2 @ X(-1) D(INDUS) REXC MP
D(LCOSLAB) DUMX2

LM = C(20)*LM(-1) + C(21)*D(LXVG32) + C(22)*APEMEX + C(23)*LPRC +
C(24)*LX + C(25)*LDEMIN(-1) @ LM(-1) D(LXVG32) APEMEX LPRC LX
LDEMIN(-1)

CC = C(26) + C(27)*D(LREXC) + C(28)*LGDP + C(29)*CC(-1) +
C(30)*DUMCC2 @ C D(LREXC) LGDP CC(-1) DUMCC2

```

En la estimación del sistema hemos seguido un criterio general homogéneo en la asignación de las v_i ; esto es, asignar la constante, la endógena rezagada y todos los regresores de la misma manera en que se especificaron en la forma estructural.

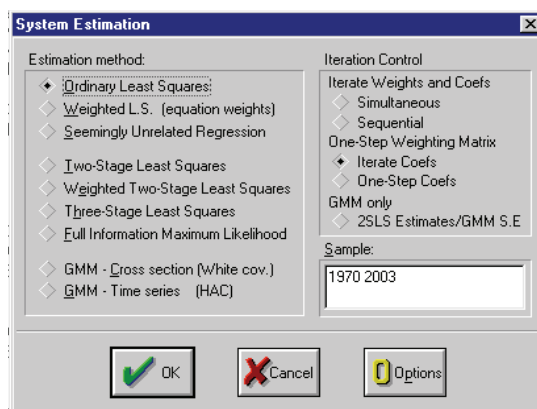
Como se observa, los coeficientes de regresión del sistema están numerados de manera consecutiva de la primera a la última ecuación. La razón para enumerar los coeficientes de esta forma, es que al solucionar el sistema nos ordenará el resultado en un solo bloque y a cada coeficiente lo identificará por el número que se le asignó.

8.2 ESTIMACIÓN

8.2.1 MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

En el menú del sistema elegimos la opción ESTIMATE y el programa desplegará la siguiente ventana:

⁴ Esto se confirmará en el capítulo 9 mediante el método gráfico y el *coeficiente de desigualdad de Theil*.



Del lado izquierdo se muestran los métodos de estimación más convencionales. Del lado derecho se indican algunas instrucciones para el control de las iteraciones (que dejaremos tal como aparecen) y el periodo a estimar.

Elegimos el primer método de estimación, ORDINARY LEAST SQUARES (MCO), y se generan los siguientes resultados:

Cuadro 8.1 Solución del sistema de ecuaciones por el método de MCO

System: A_SISTEMALIBRO

Estimation Method: Least Squares

Date: 07/22/04 Time: 18:28

Sample: 1971 2003

Included observations: 33

Total system (unbalanced) observations 164

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.525764	0.133860	3.927707	0.0001
C(2)	0.409306	0.157126	2.604955	0.0102
C(3)	-0.180417	0.030362	-5.942208	0.0000
C(4)	0.543734	0.150466	3.613662	0.0004
C(5)	0.156271	0.033147	4.714559	0.0000
C(6)	-0.018373	0.004745	-3.871868	0.0002
C(7)	-1.855363	0.537834	-3.449695	0.0008
C(8)	0.569709	0.052639	10.82304	0.0000
C(9)	-0.001117	0.000384	-2.910734	0.0042
C(10)	2.840556	0.222268	12.77988	0.0000
C(11)	-2.365332	0.220631	-10.72075	0.0000
C(12)	-0.313988	0.077147	-4.070014	0.0001
C(13)	-0.306365	0.047951	-6.389101	0.0000
C(14)	0.540870	0.076282	7.090368	0.0000
C(15)	0.372961	0.174406	2.138457	0.0343
C(16)	0.001181	0.000649	1.820316	0.0709
C(17)	0.439102	0.095826	4.582287	0.0000
C(18)	-31.16401	8.161287	-3.818517	0.0002
C(19)	11.27917	3.961476	2.847215	0.0051
C(20)	0.487121	0.098014	4.969921	0.0000
C(21)	1.694410	0.462926	3.660214	0.0004
C(22)	0.524659	0.110123	4.764285	0.0000
C(23)	-0.821264	0.230812	-3.558146	0.0005
C(24)	0.386493	0.082390	4.691006	0.0000
C(25)	0.014757	0.005111	2.887183	0.0045
C(26)	108.1039	35.96402	3.005892	0.0032
C(27)	16.22733	2.540853	6.386569	0.0000
C(28)	-8.316491	2.626863	-3.165940	0.0019
C(29)	0.416205	0.097182	4.282725	0.0000
C(30)	-9.230909	2.470621	-3.736271	0.0003
Determinant residual covariance	8.78E-08			

Equation: $LCE = C(1) + C(2)*LCE(-1) + C(3)*D(LPRC) + C(4)*LGDP(-1) + C(5)*D(LM4R) + C(6)*LCETEN(-1)$			
Observations: 33			
R-squared	0.997547	Mean dependent var	13.49718
Adjusted R-squared	0.997093	S.D. dependent var	0.306459
S.E. of regression	0.016523	Sum squared resid	0.007371
Durbin-Watson stat	2.582575		
Equation: $LIFP = C(7) + C(8)*LIFP(-1) + C(9)*D(CETER(-1)) + C(10)*LGDP + C(11)*LGDP(-1) + C(12)*LPRC + C(13)*LCOSLAB(-1)$			
Observations: 32			
R-squared	0.994687	Mean dependent var	11.83876
Adjusted R-squared	0.993412	S.D. dependent var	0.405500
S.E. of regression	0.032914	Sum squared resid	0.027083
Durbin-Watson stat	2.383083		
Equation: $X = C(14)*X(-1) + C(15)*D(INDUS) + C(16)*REXC + C(17)*MP + C(18)*D(LCOSLAB) + C(19)*DUMX2$			
Observations: 33			
R-squared	0.997302	Mean dependent var	52.74638
Adjusted R-squared	0.996802	S.D. dependent var	54.07712
S.E. of regression	3.057915	Sum squared resid	252.4727
Durbin-Watson stat	2.030042		
Equation: $LM = C(20)*LM(-1) + C(21)*D(LXVG32) + C(22)*APEMEX + C(23)*LPRC + C(24)*LX + C(25)*LDEMIN(-1)$			
Observations: 33			
R-squared	0.994917	Mean dependent var	3.315113
Adjusted R-squared	0.993976	S.D. dependent var	1.291151
S.E. of regression	0.100211	Sum squared resid	0.271142
Durbin-Watson stat	2.195234		
Equation: $CC = C(26) + C(27)*D(LREXC) + C(28)*LGDP + C(29)*CC(-1) + C(30)*DUMCC2$			
Observations: 33			
R-squared	0.816461	Mean dependent var	-7.693952
Adjusted R-squared	0.790241	S.D. dependent var	8.683747
S.E. of regression	3.977108	Sum squared resid	442.8868
Durbin-Watson stat	1.515534		

Estos resultados son exactamente iguales a los que se obtuvieron de la estimación individual, debido a que aunque definimos un sistema, el programa estimó de manera individual y separada cada ecuación. Hay algunas variaciones, aunque muy pequeñas, y sólo en algunas ecuaciones a nivel de 3 o 4 dígitos en algunos parámetros y a nivel de 2 dígitos en el coeficiente de determinación y en la DW, lo cual es atribuible al uso de las VI.

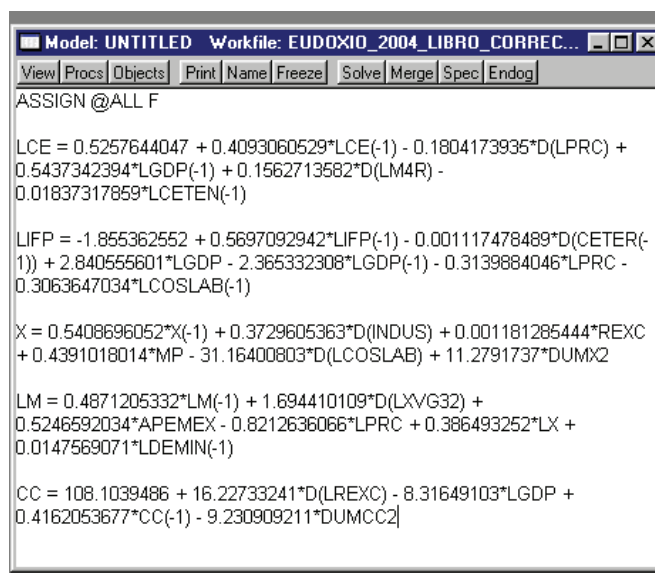
Es conveniente mencionar que si bien el estadístico DW aparentemente reporta autocorrelación serial, en el capítulo 7 se probó la violación de este supuesto con la prueba LM, que es más exigente para ecuaciones dinámicas; es decir, cuando la variable endógena con un rezago se presenta como regresor en la misma ecuación. En nuestro caso, ninguna ecuación presentó este problema para orden 1 y 2.

Podemos buscar mayor eficiencia asintótica a través de la estimación del sistema utilizando métodos de información completa como MC2E, pero teniendo cuidado en la selección de las VI. Para tal efecto, seguiremos el mismo procedimiento ya descrito y seleccionamos del menú el método correspondiente. Para cada método de estimación será necesario generar un modelo específico con el fin de comparar los resultados de la simulación de cada uno. En un apartado próximo presentaremos los resultados generados por los distintos métodos.

8.3 GENERANDO EL MODELO COMPLETO

Una vez que hemos obtenido lo que de acuerdo con todas las pruebas estadísticas ya descritas nos parece la mejor estimación, procedemos a generar el modelo con todos los bloques de ecuaciones que caracterizan a estos modelos estructurales. Con ello, estaremos listos para hacer la *simulación histórica* (*backward simulation*) que, como ya mencionamos en el capítulo 6, es una prueba fundamental de la congruencia conjunta del sistema completo.

Del menú elegimos la opción PROCS y luego el comando MAKE MODEL y se desplegará una ventana similar a la siguiente con las ecuaciones estimadas del modelo:



En la parte superior de la pantalla debemos escribir las características que van a identificar al modelo, por ejemplo:

```
'MODELO KEYNESIANO DE DEMANDA AGREGADA
'PARA LA ECONOMÍA MEXICANA ESTIMADO POR MCO
'PERIODO DE ESTIMACIÓN 1920-2003
```

En la versión 3.1 de *Eviews* aparecerá automáticamente la instrucción⁵ >ASSIGN @ALL F, con lo que el programa por sí mismo generará las nuevas series de las variables endógenas estimadas por el modelo, pero a los nombres de las variables endógenas les agregará el sufijo F para diferenciarlas de las observadas: por ejemplo, el sistema nombrará CEF a la variable estimada del consumo privado (CE) y hará lo mismo con todas las demás variables endógenas. En nuestro caso, éstas son: GDP, CE, IFP, X, M, la balanza comercial (SBC) y CC. El sufijo F también puede cambiarse por cualquier otra letra que deseemos. Antes de simular es necesario definir las *transformaciones algebraicas*, las *identidades contables*, la *normalización de datos* y las *ecuaciones de comportamiento*. Las *transformaciones algebraicas* y las *identidades contables* también se resolverán simultáneamente al simular el sistema, por lo que aparecerán como endógenas, aunque no sean producto directo de la estimación, sino de operaciones algebraicas provenientes de las *ecuaciones de comportamiento*.

⁵ En la versión 4.1, al resolver el modelo aparece un menú en el que se debe especificar el periodo de solución y activar en la celda *Solution scenarios & product* la opción Scenario 1. El programa asignará automáticamente el sufijo _1 a las variables endógenas simuladas.

Resumiendo, antes de simular el sistema, tenemos que estructurar el programa con los bloques de ecuaciones que conforman todo el modelo de la manera siguiente:

- a) Se definen las *identidades contables*.
- b) Se indica la *normalización de variables*. Es importante tener claridad de las *transformaciones algebraicas* que se realizan al estimar y relacionarlas con los resultados que deseamos obtener. Como la mayoría de las *ecuaciones de comportamiento* son logarítmicas, para que el modelo arroje resultados en niveles es necesario indicar que se normalicen.
- c) Se especifican las *transformaciones algebraicas* necesarias.
- d) Se indican las *ecuaciones de comportamiento*.

Hasta aquí se han integrado todas las partes del modelo, por lo que ya puede resolverse. El modelo tendrá una estructura como la siguiente:

‘MODELO KEYNESIANO DE DEMANDA AGREGADA
 ‘PARA LA ECONOMÍA MEXICANA ESTIMADO POR MCO
 ‘PERIODO DE ESTIMACIÓN 1970-2003

ASSIGN @ALL F

‘I. OFERTA Y DEMANDA AGREGADAS EN PESOS CONSTANTES DE 1993,
 IDENTIDADES CONTABLES

GDP=CE+GVCE+IFP+IFG+TEBGS-TMBGS+II
 II=GDP-CE-GVCE-IFP-IFG-TEBGS+TMBGS
 DEMAG=CE+GVCE+IFP+IFG+TEBGS+II
 OFAG=GDP+TMBGS
 CT=CE+GVCE
 IFT=IFP+IFG
 DEMIN=CT+IFT+II
 SBC=X-M

‘II. LOGARITMOS Y NORMALIZACIÓN DE VARIABLES

LGDP=LOG(GDP)
 LX=LOG(X)
 LDEMIN=LOG(DEMIN)
 LCOLSLAB=LOG(COSLAB)
 LPRC=LOG(PRC)
 CE=EXP(LCE)
 IFP=EXP(LIFP)
 M=EXP(LM)

‘III. TRANSFORMACIONES ALGEBRAICAS

TEBGS=(X*REXC)/PDX2
 TMBGS=(M*REXC)/PDM2
 MP=M*RM
 Z=GDP/NE
 COSLAB=WR/Z
 REXCI=REXC/3112.2083
 PREXCI=(REXCI/REXCI(-1)-1)
 PRC=(REXCI*PCUS)/PC

‘IV. BLOQUE DE ECUACIONES

‘IV.1. DEMANDA

$$\text{LCE} = 0.5257644047 + 0.4093060529*\text{LCE}(-1) - 0.1804173935*\text{D}(\text{LPRC}) + 0.5437342394*\text{LGDP}(-1) + 0.1562713582*\text{D}(\text{LM4R}) - 0.01837317859*\text{LCETEN}(-1)$$

$$\text{LIFP} = -1.855362552 + 0.5697092942*\text{LIFP}(-1) - 0.001117478489*\text{D}(\text{CETER}(-1)) + 2.840555601*\text{LGDP} - 2.365332308*\text{LGDP}(-1) - 0.3139884046*\text{LPRC} - 0.3063647034*\text{LCOSLAB}(-1)$$

‘IV.2. SECTOR EXTERNO

$$\text{X} = 0.5408696052*\text{X}(-1) + 0.3729605363*\text{D}(\text{INDUS}) + 0.001181285444*\text{REXC} + 0.4391018014*\text{MP} - 31.16400803*\text{D}(\text{LCOSLAB}) + 11.2791737*\text{DUMX2}$$

$$\text{LM} = 0.4871205332*\text{LM}(-1) + 1.694410109*\text{D}(\text{LXVG32}) + 0.5246592034*\text{APEMEX} - 0.8212636066*\text{LPRC} + 0.386493252*\text{LX} + 0.0147569071*\text{LDEMIN}(-1)$$

$$\text{CC} = 108.1039486 + 16.22733241*\text{D}(\text{LREXC}) - 8.31649103*\text{LGDP} + 0.4162053677*\text{CC}(-1) - 9.230909211*\text{DUMCC2}$$

Para facilitar el manejo a otro usuario, puede presentarse la nomenclatura al final, antecedendo igualmente la comilla, tal como lo hacemos a continuación:

‘GDP = Producto interno bruto*

‘CE = Consumo privado*

‘GVCE = Consumo de gobierno*

‘IFP = Inversión privada*

‘IFG = Inversión pública*

‘TEBGS = Exportaciones en pesos*

‘TMBGS = Importaciones en pesos*

‘II = variación de existencias*

‘DEMAC = Demanda agregada*

‘OFAG = Oferta agregada*

‘DEMIN = Demanda interna*

‘SBC = Saldo de balanza comercial**

‘X = Exportaciones**

‘M = Importaciones**

‘Z = Productividad media laboral

‘NE = Empleo total (millones de personas)

‘COSLAB = Costos laborales medios

‘WR = Salario medio real (pesos de 1993)

‘PRC = Tipo de cambio real (índice 1993 = 1)

‘REXCI = Índice del tipo de cambio nominal (1993=1)

En esta ecuación REXCI se divide entre 3112.2083 debido a que es la observación de base (1993) para el cálculo del índice.

‘PREXCI = Variación de REXCI

‘M4R = Agregado monetario M4*

‘CETER = Tasa de interés real de CETES a 28 días (promedio anual)

‘YUSR = Producto interno bruto de Estados Unidos (miles de millones de dólares de 1993)

'DUMX2 = Variable ficticia dicótoma de exportaciones, 1 para 2000 y 0 para el resto de las observaciones

'XVG32 = Producto industrial*

'APEMEX = Índice de apertura comercial (proporción de importaciones no sujetas a permiso previo respecto al total de importaciones)

'CC = Cuenta corriente**

'DUMCC2 = Variable ficticia dicótoma de cuenta corriente, 1 para 1981, 1986, 1994 y 0 para el resto de las observaciones

Una vez que tenemos definida toda la estructura del modelo, procedemos a hacer la *simulación histórica* para ver la bondad de aproximación del conjunto de ecuaciones estimadas con los datos originales u observados mediante la instrucción:

>SOLVE┐

Una vez que hemos resuelto el sistema, contrastamos los datos observados con los generados de la simulación y evaluamos la bondad de nuestro modelo mediante el método gráfico. Para ello usamos la instrucción:

>PLOT GDP GDPF┐

y así con todas las demás variables endógenas.

En el capítulo siguiente se presenta un criterio estadístico más riguroso de evaluación que tiene que ver con las varianzas generadas de la simulación.

8.4 DIAGRAMA DE FLUJO

Una manera muy didáctica de representar la arquitectura de un modelo multiecuacional es a través de un diagrama de flujo, que agrupa a las ecuaciones y variables del sistema en bloques.

Nuestro modelo keynesiano de demanda final puede estructurarse en tres bloques principales. Los dos primeros corresponden a las ecuaciones de comportamiento y el último a las variables exógenas y de política económica.

Tal como se plantea en la Teoría General de Sistemas, todos sus componentes se interrelacionan, con lo cual se representa a un organismo esencialmente vivo que depende de sus partes constitutivas para existir y, al mismo tiempo, el todo le da razón de ser a aquéllas.

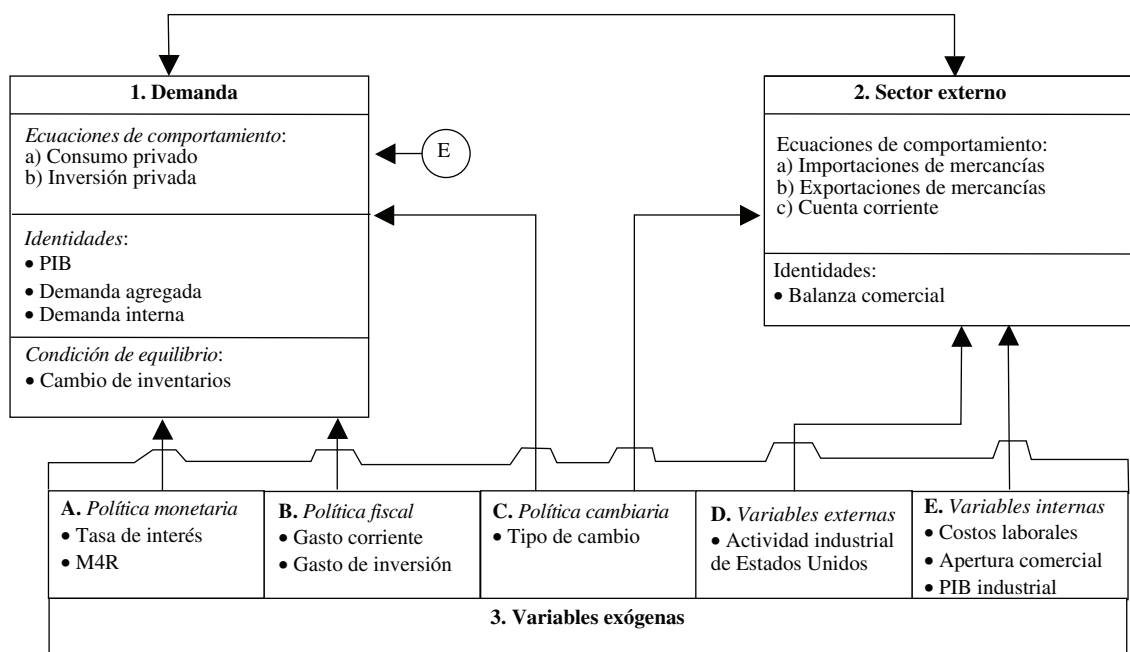
Como se observa en el diagrama 8.1, existe una interrelación muy importante entre los bloques 1 y 2 a través del PIB. Por su parte, el bloque 2 incide sobre el bloque de demanda a través de las ecuaciones de exportaciones e importaciones, que se integran en la identidad del producto.

Dada la sencillez de nuestro modelo, que sólo tiene dos bloques de ecuaciones endógenas, es muy fácil observar las interacciones entre ambos y las del bloque de las variables exógenas con éstos. Lógicamente, los modelos completos contienen muchos bloques más.

* Millones de pesos de 1993.

** Miles de millones de dólares corrientes.

ESQUEMA 8.1 Modelo keynesiano de demanda agregada para la economía mexicana, diagrama de flujo estático

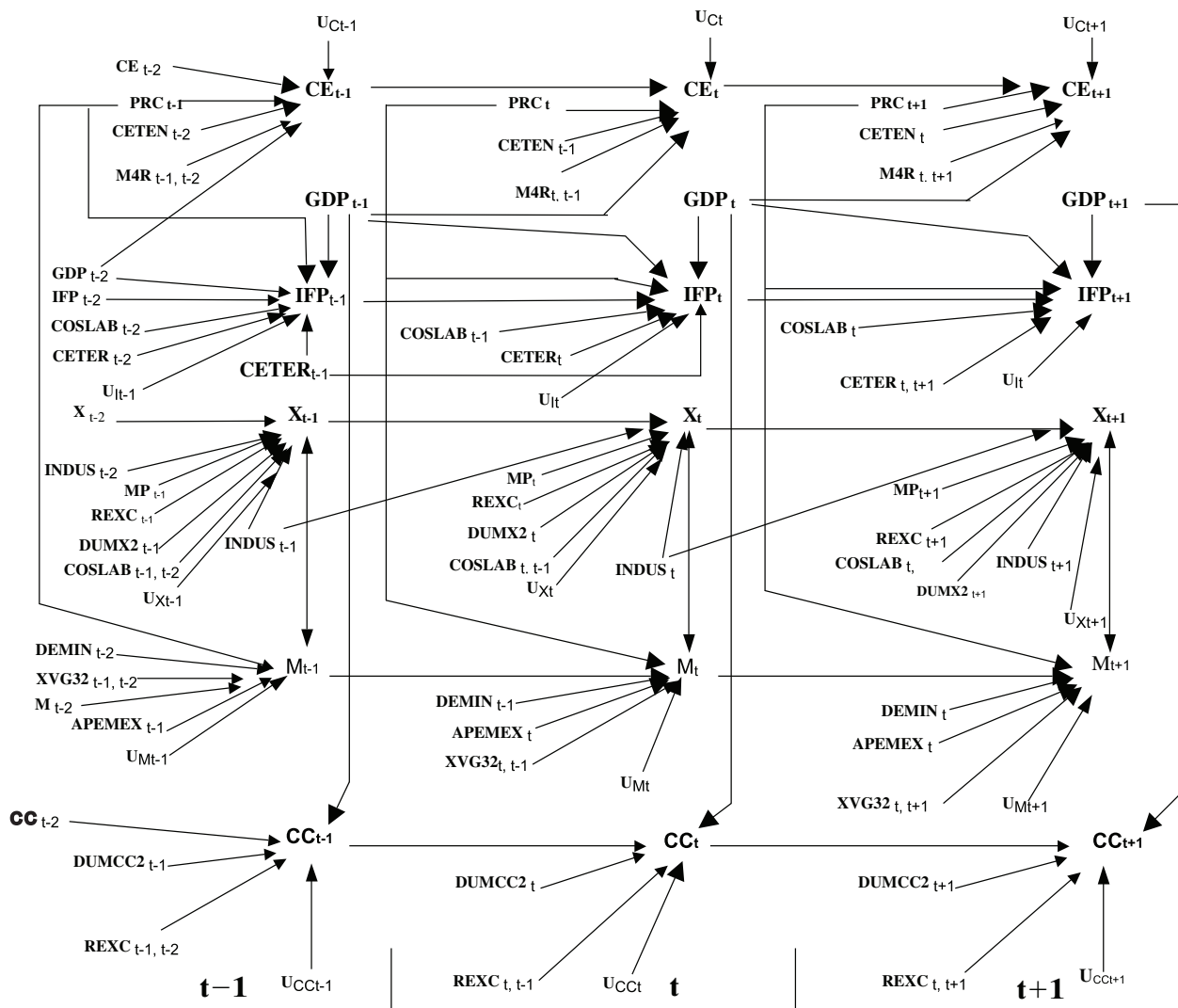


El diagrama de flujo estático del modelo es importante porque permite visualizar fácilmente las interrelaciones entre los bloques que integran el modelo y, sobre todo, facilita la comprensión de los efectos que tienen las distintas variables exógenas y de política económica en la solución de las variables endógenas o incógnitas.

Una herramienta muy importante para observar la *intertemporalidad* de las relaciones causales del modelo es el *diagrama de flujo dinámico*. Su riqueza radica en que indica explícitamente las líneas de *causalidad* y los efectos dinámicos de todas las variables participantes.

Por simplicidad, el diagrama sólo indica la dinámica conjunta para tres periodos temporales: $t-1$, t y $t+1$. De acuerdo con la especificación que hemos hecho previamente, las variables que fueron definidas en primeras diferencias tienen un efecto intertemporal explícito. Veamos, por ejemplo, el caso de la ecuación de consumo privado en la que aparece $D(LPRC_t)$, la cual indica que la variación porcentual intertemporal del tipo de cambio real ($LPRC_t - LPRC_{t-1}$) actúa contemporáneamente sobre CE. Efectos semejantes ocurren con otras variables del sistema.

ESQUEMA 8.2 Modelo keynesiano de demanda agregada de la economía, diagrama de flujo dinámico



8.5 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En el cuadro 8.2 comparamos los resultados generados por cada método de estimación, con el fin de evaluar qué método de estimación arroja los mejores estimadores. Debido a que la diferencia en los estimadores es aparentemente mínima, para decidir cuál es el mejor método de estimación serán definitivas las simulaciones históricas.

Durante mucho tiempo la econometría estructural no prestó atención al tipo de distribución de las variables participantes ni mucho menos al de los términos de perturbación. Sin embargo, en fechas recientes se ha demostrado que esta propiedad es de suma importancia para la confiabilidad estadística y económica de los resultados.

El supuesto de normalidad implica que cada error u_i tiene las características siguientes:

Media	$E(u_i) = 0$	
Varianza	$E(u_i^2) = \sigma^2$	
Cov(u_i, u_j)	$E(u_i, u_j) = 0$	para $i \neq j$

De manera abreviada, lo anterior se expresa como:

$$u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que si dos variables tienen distribución normal y si además tienen *covarianza* o *correlación nula*, están normal e independientemente distribuidas.

Existen varias razones de peso para no pasar por alto el *supuesto de normalidad*, entre ellas:

- a) Debido a que u_i representa la influencia combinada de todas aquellas variables independientes que no se incluyeron de manera explícita en el modelo, se espera que la influencia de estas variables omitidas sea pequeña y totalmente aleatoria. El *teorema del límite central* da sustento teórico al *supuesto de normalidad* de u_i , pues demuestra que al existir en una regresión variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas, su distribución conjunta tiende a ser normal a medida que la muestra aumenta. Dicho de otro modo, esto significa que: "... una propiedad de la distribución normal es que cualquier función lineal de variables normalmente distribuidas estará también normalmente distribuida" (Gujarati, 2003: 109); esto implica que si u_i está normalmente distribuida, los estimadores generados por el método de estimación elegido también lo estarán.
- b) La principal bondad de este supuesto es que sugiere que tenemos estimadores con las siguientes propiedades estadísticas:
 - i) Son *insesgados*.
 - ii) Tienen varianza mínima, lo que combinado con el inciso i) significa que son estimadores eficientes.
 - iii) Son consistentes, debido a que a medida que el tamaño de la muestra aumenta, los estimadores convergen hacia sus verdaderos valores poblacionales.

La *prueba de normalidad* más común se hace con el *estadístico Jarque-Bera* (JB), en función de que combina los cuatro momentos de distribución: media, varianza, *asimetría* y *kurtosis*.

CUADRO 8.2 Coeficientes de estimación por distintos métodos

	MCO	MC2E	MC2EP	MC3E
Consumo privado				
C	0.525764	0.525764	0.525764	0.527118
LCE(-1)	0.409306	0.409306	0.409306	0.394502
D(LPRC)	-0.180417	-0.180417	-0.180417	-0.178031
LGDP(-1)	0.543734	0.543734	0.543734	0.558421
D(LM4R)	0.156271	0.156271	0.156271	0.145451
LCETEN(-1)	-0.018373	-0.018373	-0.018373	-0.019613
Inversión privada				
C	-1.855363	-1.855363	-1.855363	-1.902473
LIFP(-1)	0.569709	0.569709	0.569709	0.572531
D(CETER(-1))	-0.001117	-0.001117	-0.001117	-0.000931
LGDP	2.840556	2.840556	2.840556	2.800230
LGDP(-1)	-2.365332	-2.365332	-2.365332	-2.323184
LPRC	-0.313988	-0.313988	-0.313988	-0.290064
LCOSLAB(-1)	-0.306365	-0.306365	-0.306365	-0.294873

(Continúa)

CUADRO 8.2 (Continuación)

Exportaciones				
X(−1)	0.540870	0.540870	0.540870	0.448275
D(INDUS)	0.372961	0.372961	0.372961	0.261020
REXC	0.001181	0.001181	0.001181	0.000808
MP	0.439102	0.439102	0.439102	0.557330
D(LCOSLAB)	−31.164008	−31.164008	−31.164008	−32.109960
DUMX2	11.279174	11.279174	11.279174	9.842187
Importaciones				
LM(−1)	0.487121	0.487121	0.487121	0.436849
D(LXVG32)	1.694410	1.694410	1.694410	1.761167
APEMEX	0.524659	0.524659	0.524659	0.506785
LPRC	−0.821264	−0.821264	−0.821264	−0.876422
LX	0.386493	0.386493	0.386493	0.439597
LDEMIN(−1)	0.014757	0.014757	0.014757	0.015012
Cuenta corriente				
C	108.103949	108.103949	108.103949	105.345985
D(LREXC)	16.227332	16.227332	16.227332	15.207796
LGDP	−8.316491	−8.316491	−8.316491	−8.129838
CC(−1)	0.416205	0.416205	0.416205	0.416010
DUMCC2	−9.230909	−9.230909	−9.230909	−8.350048

Un factor adicional que se debe tomar en cuenta para demostrar que nuestras estimaciones están libres de espuriedad, es probar la existencia de cointegración entre las variables de cada ecuación. Esta prueba se puede realizar a partir del método de *cointegración* de Engle y Granger, que es adecuado para una estimación mínimo cuadrática.⁶

CUADRO 8.3 Residuales de regresión, pruebas de cointegración (ADF*) y distribución normal

Residuales	MCO		MC3E	
	ADF (1)	JB	ADF (1)	JB
LCE	−3.83721*	1.3660 (0.5050)	−4.8943*	1.2643 (0.5314)
LIFP	−4.6489**	1.5874 (0.4521)	−4.4985**	1.4626 (0.4812)
LX	−3.8120**	1.8851 (0.3896)	−3.4083**	0.7071 (0.7021)
LM	−4.3402**	2.1476 (0.3416)	−3.8720**	4.4150 (0.1099)
CC	−3.4960***	1.1893 (0.5517)	−3.4695***	1.4851 (0.4758)

*ADF sin intercepto ni tendencia.

¹ Con seis rezagos.

Pruebas de cointegración válidas al 99% de confianza, con los valores críticos de Charemza y Deadman (1999: 284-289), omitiendo el signo negativo. Augmented Dickey – Fuller tests: *5.87 (*lower*) y 5.74 (*upper*);

6.32 (*lower*) y 6.14 (*upper*); *5.41 (*lower*) y 5.27(*upper*).

⁶ Para más detalles acerca de esta metodología véase el capítulo 12.

Bajo este procedimiento es muy importante tener en consideración los siguientes aspectos: *a)* se debe de tener en cuenta el número de observaciones ($n=33$) y el número de variables explicativas (m); *b)* en la elección se debe considerar que existen tablas con valores críticos para intervalos de confianza al 99, 95 y 90% de significancia, con intercepto y sin intercepto cada una. Si el valor de t generado por la prueba ADF está por debajo del primer valor crítico (lower), se rechaza la hipótesis nula de no cointegración; si el valor está por arriba del segundo valor crítico (upper), se acepta, y si se encuentra dentro del intervalo de los dos valores críticos (intervalo de incertidumbre), entonces no se podrá rechazar ni aceptar la hipótesis nula (Charemza y Deadman, 1999:130). De lo anterior se aprobó la existencia de *cointegración* en cada una de las ecuaciones, con lo cual se acepta que las ecuaciones están libres de *espuriedad*, por lo que podemos considerar –hasta el momento– que nuestra estimación a través de MCO es adecuada. Sin embargo, es necesario corroborarlo con la *simulación histórica dinámica*.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) Bajo ciertas condiciones, los *métodos de información completa*, como MC2E, MC2EP y MC3E, generan estimadores más *consistentes e insesgados* debido a que incorporan toda la información a la vez.
- b) El hecho de tener buenas estimaciones individuales no asegura tener: *a)* una buena estimación conjunta, *b)* una buena *simulación histórica* y *c)* un buen pronóstico.
- c) Para la elección del método más apropiado de estimación de un sistema, se siguen los criterios fundamentales de: *a)* cumplimiento de los *supuestos de correcta especificación*, *b)* mejor *simulación histórica* y *c)* capacidad de *pronóstico*.
- d) Al simular un sistema completo debe existir congruencia en cada una de las ecuaciones del modelo.
- e) La *variable instrumental* es aquella que no se correlaciona con el término de error, pero sí con las variables explicativas de la ecuación.
- f) El método de VI se utiliza para resolver el problema de *endogeneidad* de una o más variables explicativas y también para obtener estimadores consistentes en presencia de variables omitidas.
- g) Una forma de apreciar la estructura completa del modelo y de las interacciones de todas las variables participantes es a través de un *diagrama de flujo*.
- h) El *supuesto de normalidad* implica que el error está normalmente distribuido, con media cero y varianza constante.
- i) La prueba de normalidad más común es el *estadístico Jarque Bera* (JB), el cual combina media, varianza, asimetría y kurtosis.
- j) El *teorema del límite central* da sustento teórico al *supuesto de normalidad* y demuestra que al existir variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas, la suma de su distribución tiende a ser normal a medida que la muestra aumenta.

TÉRMINOS CLAVE

- cointegración
- correlación
- covarianza
- diagrama de flujo dinámico
- diagrama de flujo estático
- endogeneidad
- espuriedad
- estadístico Jarque Bera
- estimadores consistentes
- estimadores insesgados
- estimadores sesgados y consistentes
- intertemporalidad
- método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E)
- método de mínimos cuadrados en dos etapas ponderados (MC2EP)
- método de mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E)
- método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)
- métodos de información completa
- pronóstico
- simulación histórica
- sistemas sobreidentificados
- supuesto de correcta especificación
- supuesto de normalidad
- teorema del límite central
- término de perturbación

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. Enumere los *métodos de información completa*.
2. Identifique qué *variables instrumentales* pueden agregarse a su modelo y analice sus efectos al resolver el sistema por MCO y por los *métodos de información completa*.
3. Compare los resultados obtenidos por los métodos de MCO y MC2E e indique cuál explica mejor su modelo.
4. Compruebe que los resultados obtenidos por MCO dentro de un sistema son iguales a los estimados por MCO individualmente.
5. Haga un *diagrama de flujo* para su modelo y explíquelo a través de los mecanismos de transmisión que plantea la teoría económica y los que encontró empíricamente.
6. Resuelva su sistema de ecuaciones, genere los residuos de cada ecuación y valide el supuesto de cointegración a partir del método Engle-Granger.
7. ¿Qué implica tener estimadores insesgados e inconsistentes en un sistema de ecuaciones?

SIMULACIÓN

La crítica: esa actividad que consiste tanto o más que en conocernos en liberarnos. La crítica despliega una posibilidad y así es una invitación a la acción. “El laberinto de la soledad”

Octavio Paz

9.1 GENERALIDADES

La *simulación histórica* consiste en la resolución conjunta (simultánea) de todas las ecuaciones estimadas del sistema y en obtener los nuevos valores de las variables endógenas, que serán ahora los valores simulados. A esta solución se le llama *simulación histórica* o de base (*base line simulation*). Esta resolución involucra no sólo a las *ecuaciones de comportamiento*, sino también al conjunto de *transformaciones algebraicas e identidades contables* que componen un sistema de ecuaciones simultáneas.

Como se comentó en capítulos anteriores, la *simulación histórica* de un sistema es un instrumento (prueba adicional) fundamental para validar o evaluar la capacidad replicativa del modelo; es decir, ver en qué proporción el modelo empleado representa o reproduce el comportamiento pasado del sistema económico real motivo de estudio. En general, podemos decir que la simulación sobre el periodo histórico constituye un punto de referencia esencial y necesario para juzgar las propiedades estructurales y dinámicas del modelo.

Pero también la simulación se utiliza con otros propósitos adicionales (véase el diagrama 9.1). El primero tiene que ver con la elaboración de pronósticos. Esto supone que, dada la estructura histórica del modelo –lo que implica que los parámetros estructurales se mantengan constantes–, la asignación de variables exógenas permite hacer pronósticos a distintos plazos.¹

La elaboración de escenarios de largo plazo, además de requerir de la asignación de las variables exógenas, también puede recurrir al uso del ‘cambio manual’ (calibración personal por parte del modelador) de algunos parámetros de interés particular. La mayoría de las veces este tipo de ejercicios sirve para generar *escenarios prospectivos*, en los que más que buscar la precisión numérica de un pronóstico se pretende delinear y configurar escenarios globales alternativos a muy largo plazo (deseables o indeseables, posibles o imposibles) que permitan detectar cuellos de botella que reflejen problemas estructurales que obstaculicen el desempeño de una economía, pero que también pueden representar

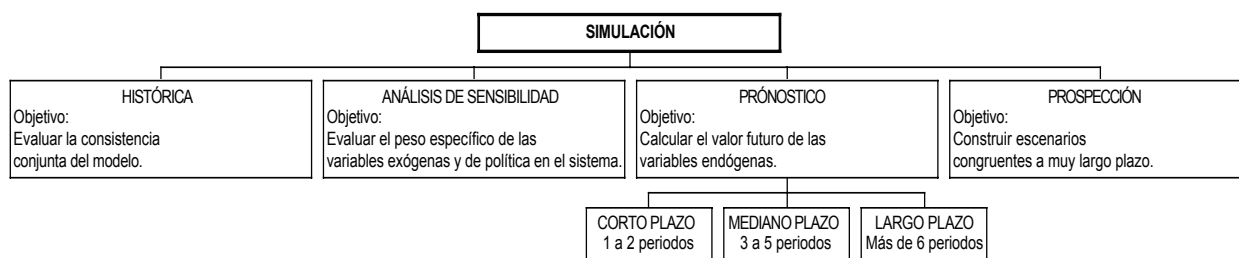
¹ Aunque en la literatura convencional no existe un consenso sobre el espacio temporal que define a cada uno de estos plazos, se puede asumir que el corto se refiere a una o dos observaciones hacia delante y el mediano de tres a cinco. Por observaciones nos referimos a trimestres o años, dependiendo de la especificación temporal del modelo.

oportunidades o posibilidades de crecimiento y desarrollo.² Asimismo, permite evaluar las consecuencias de la aplicación de políticas económicas o los esfuerzos necesarios para alcanzar determinados objetivos.

Por último, la *simulación* también es muy útil para realizar *análisis de sensibilidad*, los cuales dan la oportunidad de evaluar el peso específico de las diferentes variables exógenas (choques de oferta, por ejemplo) y de la aplicación de políticas económicas, al igual que la permanencia temporal de sus efectos sobre todo el sistema.

ESQUEMA 9.1 Usos de la simulación

Título del organigrama



Klein (1984) plantea que la *simulación* puede realizarse en forma estática o dinámica. La primera consiste en resolver el modelo para cada año, de acuerdo con los valores observados de las variables endógenas. En tanto que “...las simulaciones dinámicas utilizan valores observados solamente para las variables exógenas y para los valores iniciales de las variables endógenas introducidas con rezagos en las ecuaciones. Después del año inicial, los valores de las variables endógenas actuales y rezagadas son calculados por el modelo. Ésta constituye una prueba rigurosa de las propiedades dinámicas del modelo, puesto que después del punto inicial su evolución depende exclusivamente de las iteraciones endógenas del mismo y evoluciona libremente como la economía real” (Clavijo, 1976: 868). Por ello, Klein señala que la *simulación dinámica* tenderá a generar errores mayores que los arrojados por la simulación estática, debido a que acumula los errores de cada año. A pesar de ello, se le debe utilizar más, en virtud de que es más exigente y, por tanto, más rigurosa.

Existen varios algoritmos para realizar simulaciones. Aquí empleamos el de *Gauss-Seidel*, que consiste en resolver un sistema de ecuaciones en diferencias partiendo de una solución inicial. Éste es un método iterativo que se utiliza para resolver un sistema de ecuaciones no lineales en su forma reducida. Según Intriligator *et al.* (1996: 458), el algoritmo “[...] parte de una solución inicial basada en los valores pasados de las variables endógenas e itera hacia las soluciones para las variables endógenas corrigiendo las discrepancias en cada etapa. El proceso prosigue hasta que el cambio en los valores de la solución de una iteración a la siguiente es menor a un grado de precisión previamente asignado, v.g. un cambio de menos de 0.001% en valor absoluto”. Cuando se haya alcanzado este valor se habrá obtenido la convergencia y así la solución. A continuación desarrollamos una

² Loría, en Arroyo y Guerra (2000), realizó un ejercicio de este tipo para la economía mexicana para el periodo 2000-2030.

manera formalizada de presentar este algoritmo de resolución. Supongamos que tenemos el siguiente sistema de ecuaciones:³

$$\begin{aligned}x_1 &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_n, z) \\x_2 &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_n, z) \\&\dots\dots\dots \\x_k &= f_k(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_n, z) \\&\dots\dots\dots \\x_n &= f_n(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_n, z)\end{aligned}$$

donde:

x_n = variables endógenas, z = variables exógenas.

El problema a resolver consiste en encontrar un punto fijo tal que:

$$x = f(x, z)$$

El algoritmo *Gauss-Seidel* itera hasta encontrar el punto fijo usando la siguiente regla:

$$x^{(i+1)} = f(x^i, z)$$

En cada iteración el programa *Eviews* resuelve las ecuaciones en el orden en que están especificadas en el modelo. Es importante destacar que si una variable endógena ha sido resuelta, aparece posteriormente como argumento en otra ecuación. El programa utiliza el valor simulado, no el observado. Por ejemplo, la variable k en la iteración i -ésima resulta de la manera siguiente:

$$x_k^{(i)} = f_k(x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_{k-1}^{(i)}, x_k^{(i-1)}, \dots, x_n^{(i-1)}, z)$$

9.2 LA IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN

Es muy común que los modeladores principiantes basen sus análisis y esfuerzos de econometría aplicada en la *estimación*. De hecho, es a lo que más atención le prestan y desprecian –generalmente por desconocimiento– la gran importancia de la resolución conjunta de un sistema a través de la *simulación*.

Al usar un modelo uniecuacional, la vida es relativamente simple. Pero la arquitectura y la ingeniería que entraña un modelo multiecuacional lo hace difícil de construir, analizar, evaluar y usar. Sin embargo, justamente a través de la *simulación* es como podemos simplificar todo lo anterior y, a la vez, aumentar nuestra capacidad analítica y de introspección.

En todo momento debe buscarse (y conseguirse) un buen balance entre *especificación-estimación* y *simulación histórica*. No puede despreciarse la importancia proporcional de cada uno de esos procesos. De hecho, en la práctica econométrica profesional este proceso se vuelve una rutina muy común al construir, evaluar, actualizar y utilizar modelos.

Cada una de las ecuaciones del modelo debe tener un excelente ajuste estadístico. Sin embargo, puede ocurrir que aun cuando esto se consiga el modelo refleje un pobre desempeño al simular, lo cual sólo se puede detectar al combinarse y resolverse simultáneamente (Pindyck y Rubinfeld, *op. cit.*: 414).

³ Lo que sigue se basa en Eviews 3.1 (1994-1998).

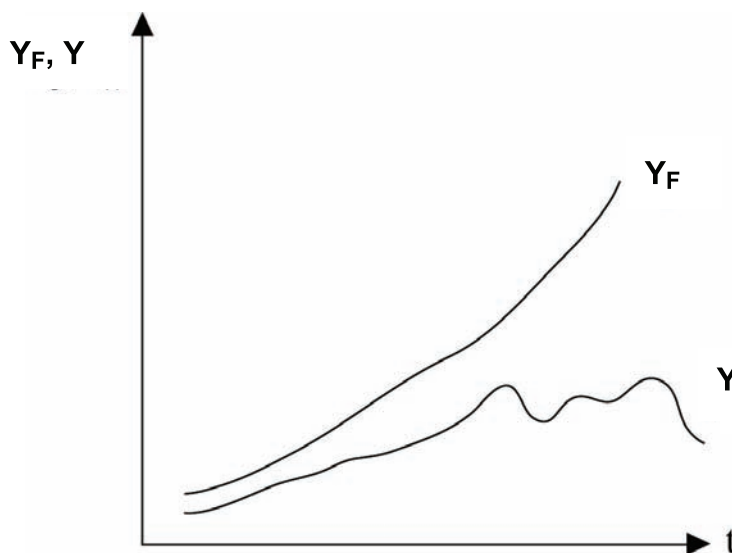
En esta sección analizaremos la estabilidad dinámica de los modelos macroeconómicos, pero *aterrizando* este concepto abstracto en la evaluación del modelo que construimos en el capítulo anterior.

Las condiciones o propiedades centrales de los modelos dinámicos lineales dependen de varios factores, todos igualmente importantes:

- a) De la calidad de la estimación de cada ecuación.
- b) De la estructura conjunta del modelo, que depende a su vez de la congruencia teórica y la correcta técnica estadística al estimar las ecuaciones de comportamiento. Asimismo, de la correcta definición algebraica de las identidades contables y de las *transformaciones algebraicas*. Como ya se ha comentado, estas ecuaciones son las que unen o vinculan entre sí a las ecuaciones de comportamiento y a ellas con las identidades contables y las condiciones de equilibrio.
- c) La mala (incorrecta) especificación de una o varias ecuaciones llevará inevitablemente a que una parte del modelo (o todo) tenga mala simulación. Esto puede deberse a un cálculo incorrecto de las *raíces características* (λ), que –a su vez– se basa en los valores de los parámetros estimados de todo el sistema. En tal caso, el sesgo en la estimación puede hacer que alguna o varias λ sean mayores a uno, con lo que el sistema se tornará dinámicamente inestable y no habrá convergencia al realizar la *simulación*.⁴

Pindyck y Rubinfeld (*op. cit.*, capítulo 13) presentan varios casos de simulaciones pobres. En un primer caso estarían las soluciones inestables (o explosivas), que generan un resultado inaceptable desde la simple lógica económica. A continuación se muestra un ejemplo gráfico, en el que se contrasta la evolución histórica (datos observados) del PIB (Y) contra el resultado que arroja la simulación de base (Y_F).

GRÁFICA 9.1 Simulación inestable o explosiva

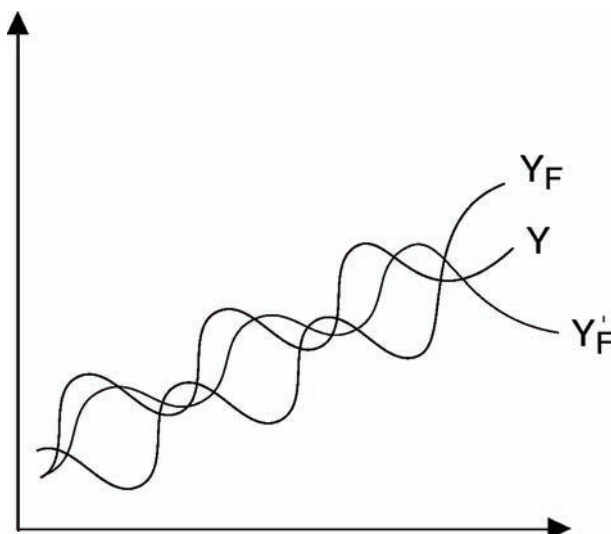


Es por demás claro que detrás de esta *simulación* hay por lo menos una ecuación mal especificada y, por tanto, mal estimada, que arroja *raíces características* mayores que uno.

⁴ En el capítulo 10 se presentan las propiedades dinámicas de los modelos.

Un segundo caso puede darse cuando el sistema, aunque no sea explosivo, tenga mala capacidad de reproducción histórica (Y_F o Y_F'). Esto es, que la dirección de la *simulación* sea contraria a la de los datos observados y que además no capture los puntos de inflexión (gráfica 9.2).

GRÁFICA 9.2 Mala reproducción histórica



Si se presenta alguno de estos casos el modelador deberá revisar el proceso *especificación-estimación-simulación*, hasta que obtenga un resultado aceptable. Esto sin olvidar que el marco contable y las ecuaciones auxiliares (*transformaciones algebraicas*) sean correctos.

En síntesis, cuando obtenemos malas simulaciones históricas, o peor aún, soluciones explosivas, se exige revisar cuidadosamente todo el sistema contable y de *transformaciones algebraicas* y cada una de las *ecuaciones de comportamiento*. Como se puede observar, nuevamente estamos en un proceso de aproximación sucesiva basado en el ensayo-error.

9.3 EVALUACIÓN CONJUNTA DEL MODELO

Para evaluar la simulación histórica de cualquier modelo existen dos métodos distintos, aunque complementarios: el gráfico y el estadístico. La evaluación gráfica de la simulación histórica del modelo que estimamos en el capítulo 7 puede apreciarse a continuación. Las variables con el sufijo F corresponden a la simulación del sistema de ecuaciones basado en la estimación de MCO; las que tienen el sufijo H corresponden a las obtenidas por MC3E. Como se aprecia en la gráfica 9.3, en general los dos modelos simulan aceptablemente las variables observadas debido a que captan de manera satisfactoria tanto las tendencias como los puntos de quiebre o de inflexión de prácticamente todas las series involucradas. Sin embargo, debemos enfatizar que es en el sector externo donde ambos modelos pierden precisión. En el caso de la balanza comercial sobresimulan y en el de la cuenta corriente pierden capacidad de reproducción desde 2001. Esto ocurre con frecuencia para este tipo de variables que son muy sensibles no sólo a los acontecimientos domésticos (como la evolución errática de la demanda interna y del tipo de cambio nominal y real), sino también a los de orden internacional. De este modo, aun cuando pongamos mucho cuidado en la

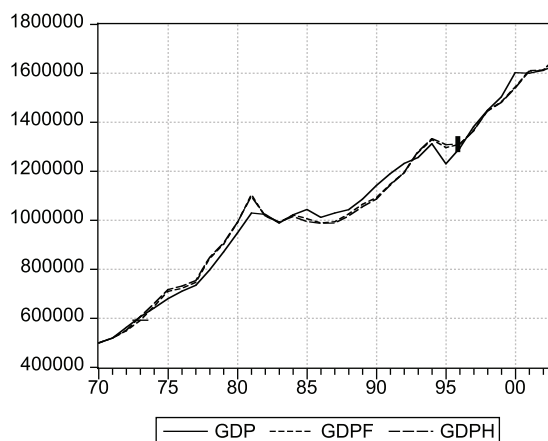
parte de *estimación*, hay acontecimientos que ocurren todos los días que los modelos no pueden captar en su totalidad. Pero no por ello se debe culpar a los modelos. Por el contrario, su utilidad radica justamente en que cuando esto ocurre nos indican que suceden cosas novedosas que en algún momento deberán ser captadas en reespecificaciones futuras o por lo menos al hacer el análisis de resultados.⁵

Una explicación hipotética de la subsimulación de la cuenta corriente puede buscarse en el hecho de que los flujos de remesas de los emigrantes mexicanos en Estados Unidos han crecido de manera exponencial y, hasta hace unos cuantos años, poco predecible. De ser éste el caso, una medida remedial podría consistir en desagregar la cuenta corriente en sus componentes para tener una mejor *estimación* y *simulación*,⁶ o bien incluir esa variable explícitamente en la *estimación* agregada de CC. Lo importante a destacar es que no hay recetas preconcebidas, sólo sugerencias en términos de que el modelador debe estar alerta y ser altamente creativo para enfrentar y resolver los problemas que le presenta la práctica econométrica.

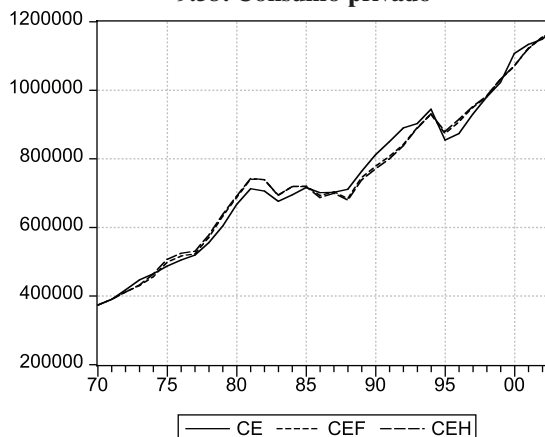
A pesar de la falta de precisión de la simulación de estas balanzas externas, no hay que perder de vista que logran captar las tendencias y las puntas de quiebre.

GRÁFICA 9.3 Simulación dinámica histórica, 1970-2003

9.3a. Producto Interno Bruto

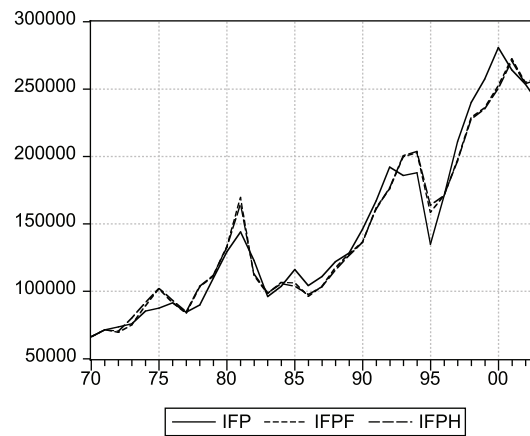
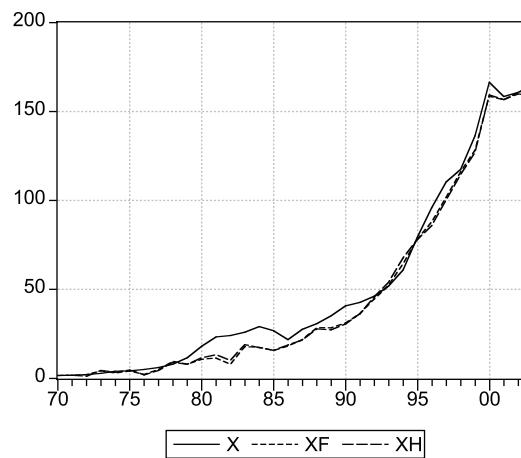
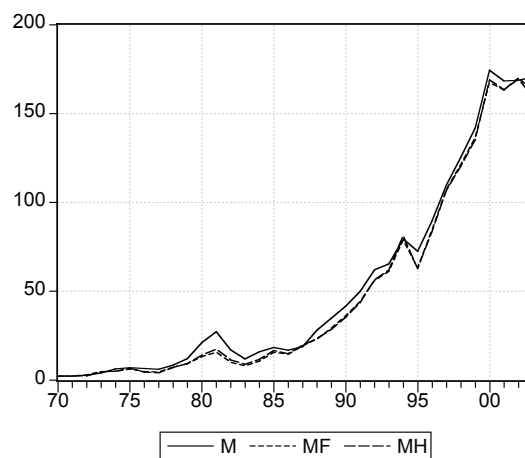


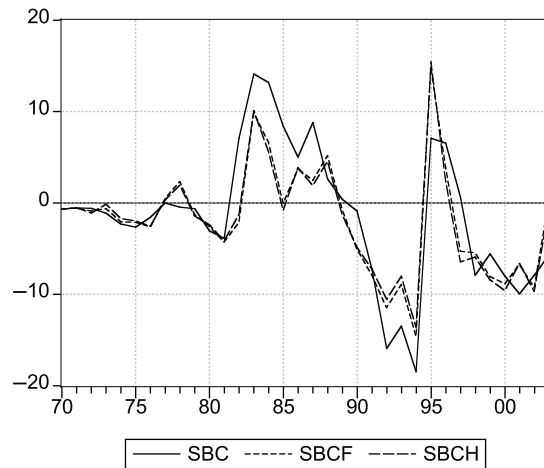
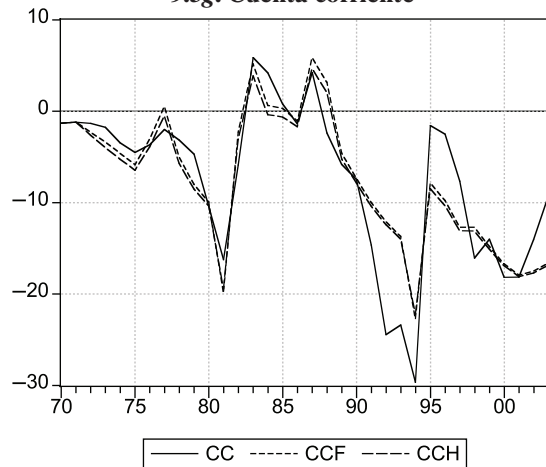
9.3b. Consumo privado



⁵ Este aspecto se discute con mayor profundidad en el capítulo 11.

⁶ Esto lo hace Loria (2003c).

9.3c. Inversión privada**9.3d. Exportaciones****9.3e. Importaciones**

9.3f. Balanza comercial**9.3g. Cuenta corriente**

A pesar de la buena simulación, que en general obtuvimos para todo el modelo, la prueba gráfica muchas veces no permite realizar una evaluación precisa para decidir cuál de los métodos de estimación arroja los mejores resultados. Por esta razón el modelador debe apoyarse en el método estadístico.

De acuerdo con Klein (1984), el método estadístico incluye los siguientes cálculos para evaluar la calidad o precisión de una simulación:⁷

Raíz del error cuadrado medio de simulación (RECM)

$$RECM = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^s - Y_i^o)^2} \quad (9.3.1)$$

Donde: Y_i^s es el valor simulado de Y_i ; Y_i^o el valor observado, y T , el número de periodos de la simulación.

⁷ Un desarrollo muy didáctico se presenta en Pindyck y Rubinfeld (*op. cit.*: 384-388).

Error promedio absoluto de la simulación

$$EPA = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |Y_t^S - Y_t^O| \quad (9.3.2)$$

Raíz del error cuadrado medio porcentual

$$RECMR = \left[\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \left(\frac{Y_i^S - Y_i^O}{Y_i^O} \right)^2} \right] * 100 \quad (9.3.3)$$

Error promedio absoluto porcentual (EPAP)

$$EPAP = \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \left| \frac{Y_i^S - Y_i^O}{Y_i^O} \right| \right] * 100 \quad (9.3.4)$$

El valor de esos estadísticos tenderá a cero a medida que la simulación tenga un mejor ajuste, y a crecer (acercándose a uno) a medida que la simulación difiera de los valores observados.

Todas estas medidas son descriptivas y algo arbitrarias, como lo expone Klein (1984). Su uso depende del propósito y de la facilidad de cálculo del usuario.

Los dos últimos estadísticos –RECMR y EPAP– tienen la ventaja de calcularse en términos porcentuales, lo cual permite que se compare la bondad de ajuste de diversas series y diferentes especificaciones y modelos sin importar las unidades, a diferencia de EPA.

El *coeficiente de desigualdad de Theil* (U), por su parte, es un estadístico estandarizado muy utilizado que también varía en un rango entre cero y uno. Si este coeficiente es igual a cero existe simulación perfecta y, al contrario, en la medida que su valor se acerque a uno indica que la calidad de la simulación disminuye.

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^S - Y_i^O)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^S)^2 + \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^O)^2}} \quad (9.3.5)$$

Para tener una mejor introspección en cuanto a la calidad de la simulación, este coeficiente puede descomponerse en tres indicadores muy importantes cuya suma necesariamente debe ser la unidad debido a que representan los porcentajes del error (Pindyck y Rubinfeld, *op. cit.*: 210, 211 y 388).

- a) U^M es el indicador de la proporción de sesgo y mide el error sistemático. El valor reportado es muy importante, ya que indica la proporción en que los valores medios observados y los simulados se desvían entre sí sistemáticamente. Por tanto, es deseable que este primer indicador tienda a cero.
- b) U^S indica la capacidad del modelo de replicar la volatilidad de la variable en cuestión. Es el indicador de varianza.
- c) U^C es la medida de proporción de covarianza y mide la contribución del error no sistemático. De los tres indicadores que componen U, éste recoge el error que queda. Pindyck y Rubinfeld (*op. cit.*: 388) señalan que por esta razón una distribución ideal es aquella en que $U^M = U^S = 0$ y $U^C = 1$.

$$U^M = \frac{(\bar{Y}^S - \bar{Y}^O)}{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\bar{Y}_i^S - \bar{Y}_i^O)^2} \quad (9.3.5a)$$

$$U^s = \frac{(\sigma_s - \sigma_o)^2}{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^s - Y_i^o)^2} \quad (9.3.5b)$$

$$U^c = \frac{2(1-\theta)\sigma_s\sigma_o}{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^s - Y_i^o)^2} \quad (9.3.5c)$$

donde: $\bar{Y}$, θ y σ son las medias, correlaciones parciales y desviaciones estándar, respectivamente.

Las gráficas 9.3a-g no proporcionan elementos suficientes para decidir visualmente cuál de los dos métodos de estimación genera la mejor *simulación*. Por ello, estimamos los *coeficientes de Theil*, sus componentes y RECMP. El cuadro 9.1 muestra los resultados obtenidos y resulta evidente que MCO es estadísticamente el mejor para la solución del sistema, por lo que será el método que en adelante utilizaremos para realizar los distintos ejercicios de *simulación*.

CUADRO 9.1 Coeficientes de Theil, su descomposición y RECMP

Método: Mínimos cuadrados ordinarios

Variable	THEIL	U ^M	U ^s	U ^c	RECMP
GDP	0.013838	0.000393	0.007670	0.991938	2.924406
CE	0.013558	0.000324	0.030793	0.968883	2.766558
IFP	0.037781	0.000043	0.016366	0.983590	7.725912
X	0.043438	0.456384	0.000003	0.543612	26.34952
M	0.032093	0.592316	0.028074	0.379610	18.87605
CC	0.196253	0.001558	0.074542	0.923900	104.6288

Método: Mínimos cuadrados en tres etapas

Variable	THEIL	U ^M	U ^s	U ^c	RECMP
GDP	0.015176	0.000861	0.021468	0.977672	3.239238
CE	0.015511	0.000574	0.037432	0.961994	3.220585
IFP	0.039020	0.000017	0.032746	0.967237	8.056025
X	0.044310	0.447889	0.007070	0.545041	26.86946
M	0.032463	0.562622	0.050894	0.386484	17.49437
CC	0.197076	0.005822	0.119220	0.874958	113.9411

Nuestra *simulación* se acerca mucho a la distribución ideal arriba señalada, salvo para los casos de X y M. Llama la atención particularmente el comportamiento de esta última, en la cual el componente sistemático de sesgo es mayor a 50%, lo que nos indica que:

a) la estimación puede mejorarse; b) hay problemas sistemáticos en las series estadísticas primarias, y c) han ocurrido cambios estructurales importantes en los componentes de la ecuación.

A manera de hipótesis sostenemos que las tres causas pueden estar presentes, pero particularmente las dos últimas. Recordemos que México entró en una fase de apertura comercial unilateral desde 1985 y de inserción plena en la globalización financiera poco después, y con ello de cambio estructural en la composición de la producción sectorial. Por otro lado, en todo el periodo de estudio se observan distintos regímenes cambiarios que fueron causa y consecuencia de cambios estructurales e institucionales muy importantes. De esta manera, es muy probable que la “rebeldía de los datos” y, por tanto, la falta de precisión en el ajuste estén reflejando estos problemas y no necesariamente una mala práctica econométrica. Sin embargo, y como ya se ha mencionado con insistencia, en el trabajo continuo es necesario reespecificar sistemáticamente todas las ecuaciones, en particular las que presentan debilidades para tratar de obtener modelos cada vez “más probables”, en los términos utilizados en los capítulos 2 y 3.

9.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Probaremos las propiedades dinámicas del modelo a partir de hacer el cálculo intertemporal de los multiplicadores marginales y acumulados sobre el producto, consumo y la inversión derivados de aumentos (arbitrarios) de 20% en: a) la inversión pública (IFG); b) en el tipo de cambio nominal (REXC), y c) en el agregado monetario M4. Posteriormente veremos las propiedades de estabilidad dinámica del sistema al analizar la convergencia o el regreso del modelo a su solución de equilibrio después de haberse aplicado los choques anteriores.

Estas simulaciones se han hecho por separado con el fin de que podamos contrastar los efectos diferenciados en magnitud y duración de cada uno de los cambios de las variables exógenas mencionadas. Si bien este tipo de análisis es *ceteris paribus*, no pierde realismo, ya que mide el peso específico de cada variable exógena en la solución del sistema. Obviamente que al construir modelos y realizar trabajos profesionales –en particular la elaboración de pronósticos y la proyección de escenarios–, las *simulaciones* consideran cambios en todas las exógenas del sistema de manera simultánea.

Por principio de cuentas, y como se verá en el capítulo 10, si las raíces características de nuestro modelo dinámico son menores que la unidad en valores absolutos, es señal de su estabilidad dinámica. Esto es, que frente a una *perturbación estocástica*⁸ nuestro sistema saldrá temporalmente de la trayectoria histórica, pero regresará a ella después de determinados periodos. La forma en que lo haga dependerá de la existencia o no de un componente imaginario.

A continuación aplicamos por separado un solo choque (*once and for all*) de 20% en IFG, REXC y M4 en el año 1974 y analizamos sus efectos dinámicos en las variables endógenas.

Tomaremos la *simulación histórica* de base (*base line simulation*) realizada por MCO, que tiene como sufijo la letra F, y las *simulaciones* de contraste, que diferenciaremos con las letras G, C y R para los tres choques, respectivamente.

⁸ Estas perturbaciones o choques pueden ser de varios tipos, como: a) cambios en la política económica de corto plazo, v. gr. una variación en el gasto público o en los agregados monetarios; b) desastres naturales que afectan la producción agrícola, provocan migraciones o destrucción de activos físicos y humanos; c) cambios drásticos (políticos y económicos) en el contexto mundial; d) cambios institucionales importantes, como pueden ser modificaciones de regímenes cambiarios, monetarios y/o fiscales, por ejemplo.

9.4.1 AUMENTO DEL GASTO PÚBLICO (IFG)

El primer ejercicio consiste en aplicar un aumento de 20% a IFG en 1974 y mantenemos fijos los demás valores históricos de la serie y de las demás variables, por lo que el valor observado de ese año de \$45,580.92 millones de pesos constantes de 1993 (véanse los datos al final del capítulo), con el choque pasa a \$54,697.10 millones de pesos. Con este nuevo dato resolvemos el modelo por el *método de simulación dinámica*.

Observamos que el aumento en el gasto de gobierno afecta positivamente a todas las variables y negativamente a la cuenta corriente. Destaca que el choque aplicado una sola vez hace que el efecto multiplicador se diluya en el tiempo de manera asintótica, como se puede ver en las gráficas 9.4, lo cual es una forma de comprobar la estabilidad dinámica del sistema; esto es, que a medida que se diluye un choque aleatorio que saca al sistema de su trayectoria de largo plazo –dado que el choque en este caso no es permanente–, el sistema regresa a esa senda después de varios periodos.

Veamos los mecanismos de transmisión del choque. La elevación de IFG incide de manera directa en la demanda agregada a través de la identidad del PIB. Esto hace que se eleven el consumo y la inversión privados. El primero lo hará con un periodo (año) de retraso, por la forma en que se especificó la ecuación, mientras que para la segunda variable el efecto es inmediato.

El hecho de que aumente la demanda eleva, a su vez, las importaciones totales, y dentro de ellas a las productivas (que representan alrededor de 90%), lo que también ocasiona el incremento de las exportaciones. Obsérvese con cuidado que entre X y M existe una circularidad importante que caracteriza a la forma en que México se ha insertado en la globalización: para exportar se requieren altos componentes importados, lo cual genera los efectos simultáneos señalados.

Por último, la elevación de la demanda interna deteriora a la cuenta corriente de la balanza de pagos debido a que genera mayores importaciones de bienes y servicios.⁹ Todos estos efectos se observan en las gráficas 9.4a-f.

Una manera más precisa de ver el efecto periodo a periodo del choque es a partir de calcular los cocientes de las variables endógenas afectadas por el choque (G) respecto a sus valores calculados de la simulación histórica (F).

El cuadro 9.2 deja ver que con excepción de CE –cuya afectación es hasta el año siguiente (1975)–, todas las demás variables observan modificaciones a partir del mismo año del choque, destacando en importancia relativa el crecimiento de las exportaciones (23%), mientras que el PIB lo hace 1.71% y la inversión privada 4.93%. Éstos son los multiplicadores de impacto.

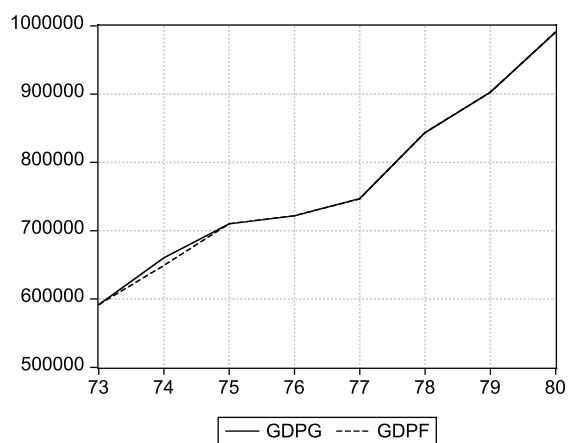
Un segundo factor a analizar ahora en la gráfica 9.4 es que las trayectorias de ajuste de algunas variables son oscilatorias, lo que es indicativo de que algunas raíces características del sistema son complejas (Azariadis, 1993: 41). Por último, se corrobora que aunque existan esas raíces la solución es convergente asintóticamente, lo cual significa que todos los valores característicos complejos están dentro del círculo unitario.

A diferencia de lo que acontece con las variables internas como PIB, CE e IFP, destaca la larga duración del efecto del gasto público en el sector externo.

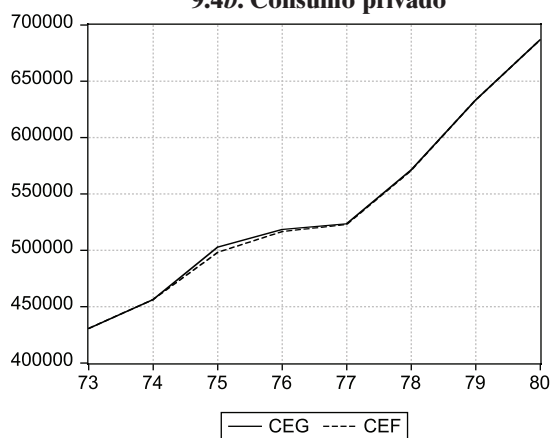
⁹ La única manera de contrarrestar este efecto sería aplicando políticas compensatorias como una devaluación cambiaria o medidas de protección comercial. Sin embargo, aquí no haremos estos ejercicios por rebasar el objetivo que nos hemos propuesto en el capítulo.

GRÁFICA 9.4 Efecto generado por un incremento de 20% en el gasto público en inversión

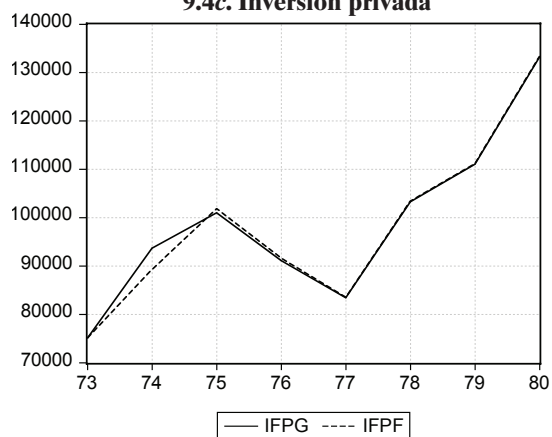
9.4a. Producto Interno Bruto

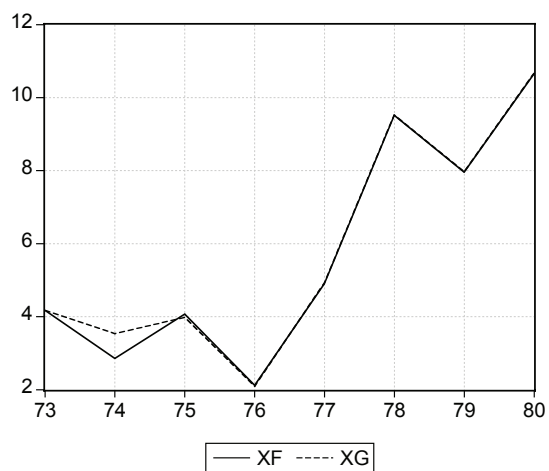
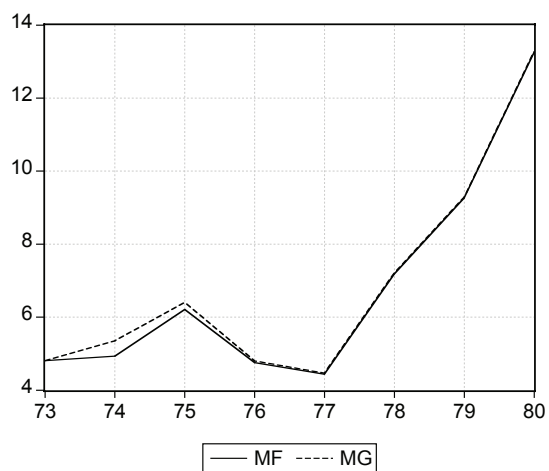
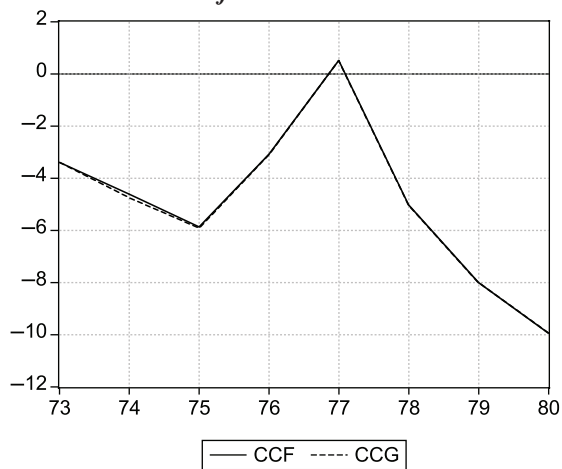


9.4b. Consumo privado



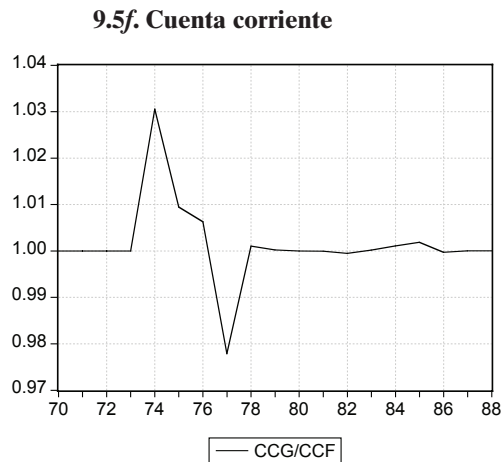
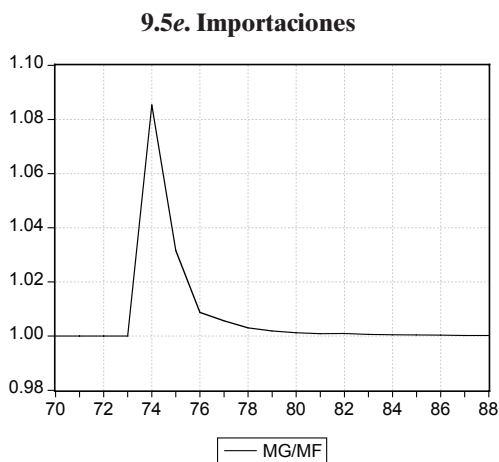
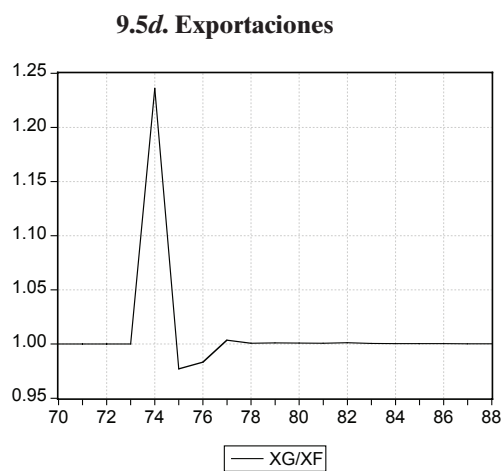
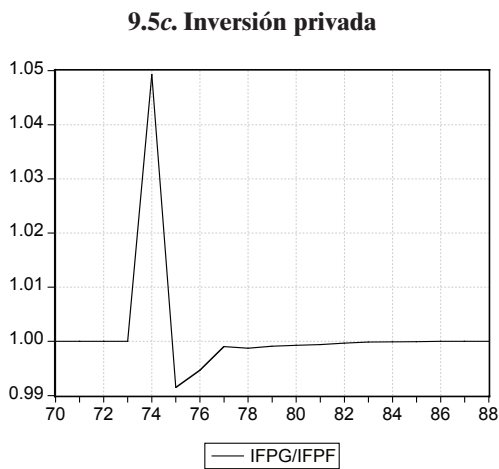
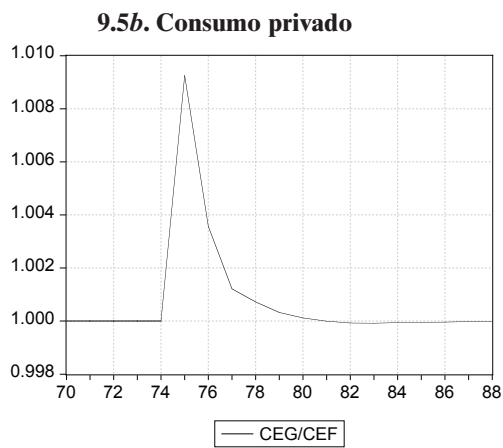
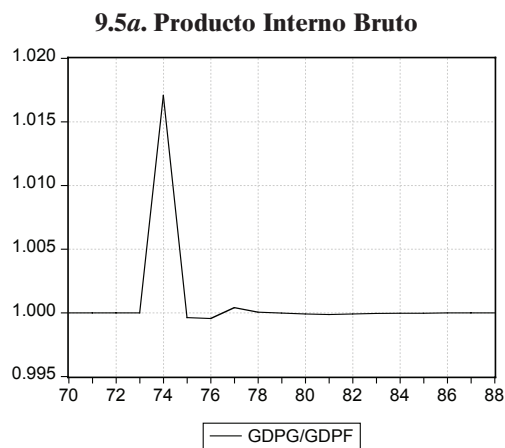
9.4c. Inversión privada



9.4d. Exportaciones**9.4e. Importaciones****9.4f. Cuenta corriente**

CUADRO 9.2 Multiplicadores dinámicos derivados de un aumento de 20% de IFG

Año	GDPG/GDPF	CEG/CEF	IFPG/IFPF	XG/XF	MG/MF	CCG/CCF
1970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1971	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1972	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1974	1.017	1.000	1.049	1.236	1.085	1.031
1975	1.000	1.009	0.991	0.977	1.032	1.009
1976	1.000	1.004	0.995	0.983	1.009	1.006
1977	1.000	1.001	0.999	1.004	1.006	0.978
1978	1.000	1.001	0.999	1.001	1.003	1.001
1979	1.000	1.000	0.999	1.001	1.002	1.000
1980	1.000	1.000	0.999	1.001	1.001	1.000
1981	1.000	1.000	0.999	1.001	1.001	1.000
1982	1.000	1.000	1.000	1.001	1.001	0.999
1983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.001	1.000
1984	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.001
1985	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.002
1986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1987	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1988	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1989	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1992	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1993	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1994	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1997	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2002	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2003	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

GRÁFICA 9.5 Estabilidad dinámica del modelo ante un aumento de 20% en el gasto público en inversión

Un segundo método para calcular los efectos dinámicos derivados de un choque consiste en utilizar la forma reducida del modelo. Con fines didácticos, sólo vamos a calcular los efectos sobre el ingreso.¹⁰

Como sabemos, para obtener la forma reducida de un modelo debemos partir de su forma estructural original, que es la que determina la teoría económica. Debido a que nuestro interés en este momento es analizar los efectos dinámicos del cambio en el gasto público, vamos a obviar algunas variables definidas originalmente. En concreto, no haremos caso de las definiciones de las variables exógenas que se presentan en primeras diferencias, con rezagos o en logaritmos, aunque mantenemos la esencia original. Ello no afecta en absoluto ni la formalización ni la solución, debido a que son exógenas que por definición no son afectadas por la variación de IFG. Asimismo, y por simplicidad, dejaremos la balanza comercial (TB) como una variable exógena, con lo que ahora el cálculo de multiplicadores sí sufrirá alteraciones relevantes.

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 C_{t-1} + \alpha_2 Q_t + \alpha_3 Y_{t-1} + \alpha_4 M4_t + \alpha_5 i_{t-1} + u_1 \quad (9.1)$$

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 r_{t-1} + \beta_3 Y_t + \beta_4 Y_{t-1} + \beta_5 q_t + \beta_6 CL_{t-1} + u_2 \quad (9.2)$$

$$Y_t = C_t + I_t + \bar{G}_t + \bar{T}\bar{B}_t \quad (9.3)$$

Donde $Q_t = d(\text{LPRC}_t)$; $M4_t = d(\text{LM4R}_t)$; $i_{t-1} = \text{LCETEN}_{t-1}$; $r_{t-1} = d(\text{CETER}_{t-1})$; $q_t = \text{LPRC}_t$.¹¹

Para obtener la forma reducida (FR) del ingreso sustituimos (9.1) y (9.2) en (9.3) y haciendo operaciones algebraicas llegamos a la expresión siguiente:

$$\begin{aligned} Y_t = & \frac{\alpha_3 + \beta_4}{1 - \beta_3} Y_{t-1} + \frac{\alpha_1}{1 - \beta_3} C_{t-1} + \frac{\beta_1}{1 - \beta_3} I_{t-1} + \frac{\alpha_2}{1 - \beta_3} Q_t + \frac{\alpha_4}{1 - \beta_3} M4_t + \frac{\alpha_5}{1 - \beta_3} i_{t-1} \dots \\ & + \frac{\beta_2}{1 - \beta_3} r_{t-1} + \frac{\beta_3}{1 - \beta_3} q_t + \frac{\beta_6}{1 - \beta_3} CL_{t-1} + \frac{1}{1 - \beta_3} (\bar{G}_t + \bar{T}\bar{B}_t) + \frac{\alpha_0 + \beta_0}{1 - \beta_3} + \frac{u_1 + u_2}{1 - \beta_3} \end{aligned} \quad (9.4)$$

que representa a la FR del ingreso en el momento t . De manera sintetizada se puede reexpresar como:

$$\begin{aligned} Y_t = & \Pi_1 Y_{t-1} + \Pi_2 C_{t-1} + \Pi_3 I_{t-1} + \Pi_4 Q_t + \Pi_5 M4_t + \Pi_6 i_{t-1} + \Pi_7 r_{t-1} + \Pi_8 q_t \\ & + \Pi_9 CL_{t-1} + \Pi_{10} \bar{G}_t + \Pi_{11} \bar{T}\bar{B}_t + \Pi_{12} + U_t \end{aligned} \quad (9.5)$$

Debido a que nos interesa exclusivamente analizar el efecto de la política fiscal sobre el ingreso, podemos prescindir de los demás coeficientes y reexpresar (9.5) de una manera más compacta:¹²

$$Y_t = \Pi_1 Y_{t-1} + \Pi_2 G_t + U_t \quad (9.6)$$

donde

$$\Pi_1 = (\alpha_3 + \beta_4) \Pi_2$$

$$\Pi_2 = \frac{1}{1 - \beta_3}$$

$$U_t = (u_1 + u_2) \Pi_2$$

¹⁰ Como se verá a continuación, es muy laborioso hacerlo para las demás variables, además de que se pierde mucha precisión numérica en virtud de que por su misma construcción las formas reducidas no logran captar varios efectos de retroalimentación que operan en el sistema.

¹¹ Los prefijos d y L denotan primera diferencia y logaritmo de la variable en cuestión.

¹² No se debe perder de vista que estamos dejando de lado los efectos de retroalimentación de todo el sistema a partir de las variaciones que naturalmente se producen en la balanza comercial. Para mayor sencillez en la notación, y en virtud de que estamos haciendo abstracción de los demás multiplicadores, denominaremos al multiplicador del gasto Π_2 en lugar de Π_{10} que corresponde originalmente en (9.5).

La ecuación (9.6) es una ecuación clásica en diferencia de primer orden. Para resolverla (encontrar la solución general)¹³ tenemos que aplicar rezagos o adelantos y obtendremos la forma final que permitirá calcular todos los multiplicadores dinámicos de Y_t .¹⁴

Para tal efecto, aplicamos rezagos e iteraciones. En un principio lo haremos con un rezago:

$$Y_{t-1} = \Pi_1 Y_{t-2} + \Pi_2 G_{t-1} + U_{t-1} \quad (9.6.1)$$

sustituyendo (9.6.1) en (9.6):

$$\begin{aligned} Y_t &= \Pi_1 (\Pi_1 Y_{t-2} + \Pi_2 G_{t-1} + U_{t-1}) + \Pi_2 G_t + U_t \\ &= \Pi_1^2 Y_{t-2} + \Pi_1 \Pi_2 G_{t-1} + \Pi_1 U_{t-1} + \Pi_2 G_t + U_t, \end{aligned}$$

agrupando miembros en torno a G_t :

$$Y_t = \Pi_1^2 Y_{t-2} + \Pi_2 (G_t + \Pi_1 G_{t-1}) + (U_t + \Pi_1 U_{t-1}) \quad (9.6.2)$$

De igual manera, si ahora resolvemos para Y_{t-2} :

$$Y_{t-2} = \Pi_1 Y_{t-3} + \Pi_2 G_{t-2} + U_{t-2} \quad (9.6.3)$$

incorporando en (9.6.2):

$$\begin{aligned} Y_t &= \Pi_1^2 (\Pi_1 Y_{t-3} + \Pi_2 G_{t-2} + U_{t-2}) + \Pi_2 (G_t + \Pi_1 G_{t-1}) + (U_t + \Pi_1 U_{t-1}) \\ &= \Pi_1^3 Y_{t-3} + \Pi_1^2 \Pi_2 G_{t-2} + \Pi_1^2 U_{t-2} + \Pi_2 G_t + \Pi_1 \Pi_2 G_{t-1} + U_t + \Pi_1 U_{t-1} \end{aligned}$$

Entonces, para tres periodos tenemos:

$$Y_t = \Pi_1^3 Y_{t-3} + \Pi_2 (G_t + \Pi_1 G_{t-1} + \Pi_1^2 G_{t-2}) + (U_t + \Pi_1 U_{t-1} + \Pi_1^2 U_{t-2}) \quad (9.6.4)$$

si se sigue este proceso de iteraciones hasta el periodo t -ésimo se llega finalmente a:

$$\begin{aligned} Y_t &= \Pi_1^t Y_0 + \Pi_2 (G_t + \Pi_1 G_{t-1} + \Pi_1^2 G_{t-2} + \dots + \Pi_1^{t-1} G_1) + \\ &\quad (U_t + \Pi_1 U_{t-1} + \Pi_1^2 U_{t-2} + \dots + \Pi_1^{t-1} U_1) \end{aligned} \quad (9.6.5)$$

A partir de (9.6.5) se obtienen directamente los multiplicadores intertemporales de las exógenas, para nuestro caso del gasto público (Intriligator *et al.*: 31).

$$\frac{\partial Y_t}{\partial G_t} = \Pi_2 = \frac{1}{1 - \beta_3} \quad \text{K, Multiplicador de impacto.}$$

Para mejor comprensión del concepto de los multiplicadores dinámicos, haremos ahora un breve paréntesis incorporando un ejemplo muy sencillo. Después haremos los cálculos respectivos con los parámetros de nuestro modelo real. Asumamos originalmente que el ingreso es de \$100 y que de repente el gasto público varía \$1. Considerando que el multiplicador keynesiano del ingreso es $\Pi_2 = 2.3498$, el efecto inmediato en el ingreso (en el mismo periodo) es de \$2.35, lo que provoca que $Y_t = \$102.35$.

¹³ En el capítulo siguiente se presenta la solución completa de los sistemas dinámicos.

¹⁴ El desarrollo algebraico siguiente se basa en Intriligator *et al.* (*op. cit.*: 31-33).

Para evaluar el efecto individual que se genera en el siguiente periodo, se toma el multiplicador $\frac{\partial Y_t}{\partial G_{t-1}}$, que es equivalente a $\frac{\partial Y_{t+1}}{\partial G_t} = \Pi_1 \Pi_2$. Si consideramos que $\Pi_1 = 0.5958$, entonces el efecto marginal para $t+1$ es de 1.4, que al aumentarle el efecto inicial de 2.3498 significa que $Y_{t+1} = \$103.7502$.

De igual forma, para evaluar el efecto marginal que se genera en el segundo periodo, el multiplicador se obtiene directamente de (9.6.5):

$$\frac{\partial Y_{t+2}}{\partial G_t} = \Pi_2 \Pi_1^2 = (2.35)(0.3551) = 0.8345$$

y el efecto acumulado sería $\sum_{i=0}^2 \partial Y_t / \partial G_t = \Pi_2 * (1 + \Pi_1 + \Pi_1^2) = 4.5847$, lo que implica que después de dos periodos, y de acuerdo con la especificación del modelo, el ingreso habrá aumentado hasta \$104.58.

Por último, podemos hacer el cálculo para tres periodos:

$$\frac{\partial Y_{t+3}}{\partial G_t} = \Pi_2 \Pi_1^3 = (2.35)(0.2116) = 0.4973$$

que es el efecto marginal, y el acumulado sería $= \Pi_2 (1 + \Pi_1 + \Pi_1^2 + \Pi_1^3) = \$105.08$

En general, para ver el efecto o multiplicador de largo plazo:

$$\left. \frac{\partial Y_t}{\partial G_t} \right|_{\Delta G_{t-1} = \Delta G_t = \Pi_2 (1 + \Pi_1 + \Pi_1^2 + \dots + \Pi_1^{t-1})} = \frac{\Pi_2}{1 - \Pi_1} \quad (9.6.6)$$

$i = 1, 2, \dots, t-1$

para que $\Pi_2 (1 + \Pi_1 + \Pi_1^2 + \dots) = \frac{\Pi_2}{1 - \Pi_1}$, se requiere que $0 < \Pi_1 < 1$.

Este multiplicador de LP significa que el cambio en el ingreso que proviene de un incremento de \$1 del gasto público (G) en el momento t después de T periodos, en el límite deberá converger a $\frac{\Pi_2}{1 - \Pi_1}$

Que para nuestro caso sería:

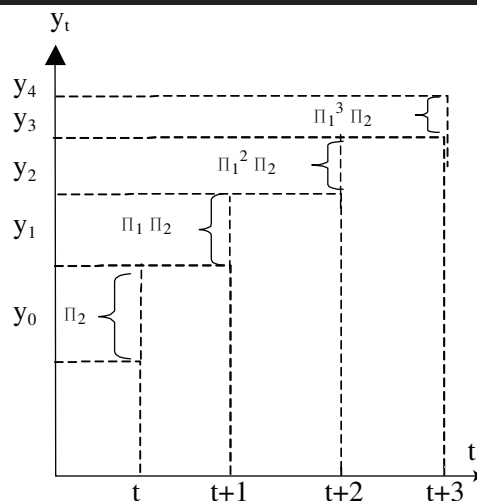
$$MLP = \frac{2.35}{1 - 0.5958} = \frac{2.35}{0.4041} = 5.8158$$

que significa que el efecto final acumulado hará que el ingreso pase de \$100 a \$105.8154.

También se puede hacer análisis de multiplicadores al suponer que cambian los valores de los parámetros estructurales. Por ejemplo, si varían los interceptos (constantes de regresión) de las funciones de consumo o de inversión tendremos un efecto similar al de la variación del gasto público.

A manera de síntesis de todo lo que hemos planteado en este apartado, en la gráfica 9.6 se pueden observar y distinguir con claridad los dos efectos señalados. Por un lado, el marginal es el que opera para cada observación y, por su misma definición, es asintótico, lo cual significa que a medida que pasa el tiempo, el efecto inicial pierde fuerza hasta que desaparece por completo. Este efecto se consigna a través del producto Π_1^T , Π_2 . En tanto, el efecto agregado o total es el que se va acumulando con el paso del tiempo en las variables endógenas.

GRÁFICA 9.6 Efectos dinámicos marginales

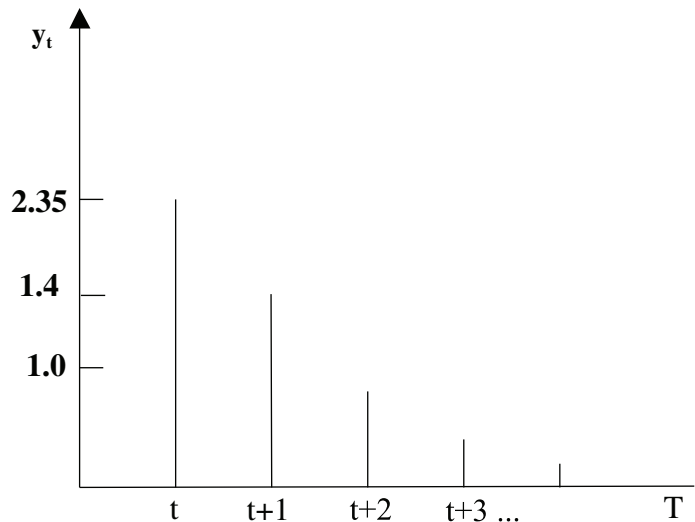


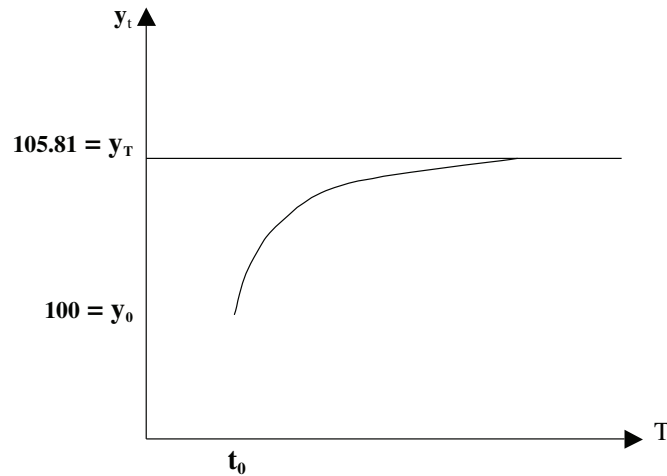
En la gráfica anterior se aprecia claramente que si bien el efecto acumulado de G_t para los periodos siguientes en el ingreso es creciente (gráfica 9.6), el efecto marginal cada vez es menor y tiende a cero, tal como lo reportan los valores decrecientes de: $\Pi_2, \Pi_1 \Pi_2, \Pi_1^2 \Pi_2, \Pi_1^3 \Pi_2, ..$ y la gráfica 9.7.

CUADRO 9.3 Efectos dinámicos marginales y acumulados

	Multiplicador temporal	Efecto marginal	Efecto acumulado
Y_t	Π_2	2.35	102.35
Y_{t+1}	$\Pi_1 \Pi_2$	1.40	103.75
Y_{t+2}	$\Pi_1^2 \Pi_2$	0.83	104.58
Y_{t+3}	$\Pi_1^3 \Pi_2$	0.49	105.08
Y_{t+4}	$\Pi_1^4 \Pi_2$	0.29	105.36
Y_{t+5}	$\Pi_1^5 \Pi_2$	0.17	105.53
...	...	...	...
Y_{t+r}	$\Pi_2 / 1 - \Pi_1$	0	105.81

GRÁFICA 9.7 Efecto marginal (asintótico) del aumento de C_t



GRÁFICA 9.8 Efecto acumulado del aumento de C_t 

Para hacer el cálculo de los multiplicadores dinámicos de nuestro modelo keynesiano simple, necesitamos tomar los coeficientes estimados que determinan a Π_1 y Π_2 por lo que requerimos utilizar los parámetros α_3 , β_4 y β_3 que corresponden a los coeficientes del ingreso rezagado de las funciones de consumo e inversión privados y del ingreso contemporáneo de esta última función, respectivamente. Véanse las ecuaciones (9.1) y (9.2).

El inconveniente que tenemos en principio es que estos parámetros representan elasticidades y para hacer los cálculos necesarios tenemos que convertirlos en propensiones marginales, por lo que es necesario transformar esos coeficientes a partir del procedimiento siguiente.

El parámetro α_3 representa la elasticidad del consumo privado al ingreso rezagado $\varepsilon_{CY} = 0.5437$ que puede expresarse también en tasa de crecimiento como:

$$\frac{C_t}{Y_{t-1}} = 0.5437 \text{ o también}$$

$$\frac{\Delta C_t}{\Delta Y_{t-1}} * \frac{Y_{t-1}}{C_t} = 0.5437$$

a partir de esa expresión podemos estimar la propensión marginal a consumir simplemente despejando

$$PMgC = \frac{\Delta C}{\Delta Y} = 0.5437 \left(\frac{C}{Y} \right)$$

donde C/Y = propensión media a consumir.

Si tomamos cada observación de C y Y tenemos la $PMgC$ para cada año. Pero nos interesa calcular su valor promedio de todo el periodo, por lo que tomamos los valores medios de ambas variables. Este procedimiento es válido debido a que se distribuyen normalmente, al igual que la inversión, tal como se presenta a continuación:

CUADRO 9.4 Valor medio y estadístico (JB) del consumo, inversión e ingreso

Variable	Valor medio	Normalidad Jarque-Bera
C	748,608	1.1805 (0.5541)
I	145,416	3.6729 (0.1593)
Y	1'067,419	1.1275 (0.5690)

A partir de las elasticidades que representan α_3 , β_3 y β_4 , y con los datos del cuadro anterior, calculamos las propensiones marginales respectivas, con lo que ahora tenemos:

$$\alpha_3 = 0.3813$$

$$\beta_3 = 0.3869$$

$$\beta_4 = -0.3222$$

Por lo que:

$$\Pi_1 = \frac{\alpha_3 + \beta_4}{1 - \beta_3} = \frac{0.3813 - 0.3222}{1 - 0.3869} = 0.0964$$

$$\Pi_2 = \frac{1}{1 - \beta_3} = \frac{1}{1 - 0.3869} = 1.631$$

Como sabemos, Π_2 es el multiplicador de impacto y $\Pi_2 / (1 - \Pi_1)$ es el multiplicador de largo plazo que, de acuerdo con los valores estimados, es 1.8.

Recordemos que estos valores son teóricos, porque corresponden a un análisis *ceteris paribus*, lo que supondría que en todo el horizonte temporal de estudio no existen otros choques ni cambios en la política económica, lo cual es irreal.

Evaluemos el efecto multiplicador a partir de la forma reducida. Por definición, el multiplicador de impacto es:

$$\Delta Y_t = \Delta G_t * \Pi_2$$

A partir de esta expresión podemos calcular la variación de Y en 1974, que es cuando aplicamos el choque. Tenemos los datos siguientes que se muestran en el anexo estadístico de este capítulo:

$$G_{1973} = 44,631.09$$

$$G_{1974} = 45,580.92$$

$$G_{1974}^c = 54,697.1$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{1974} &= G_{1974}^c - G_{1974} \\ &= 54,697.1 - 45,580.92 \end{aligned}$$

$$\Delta G_{1974} = 9,116.2$$

$$\Delta Y_{1974}^c = \Delta G_{1974}^c * 1.631$$

$$\Delta Y_{1974}^c = 14,868.5$$

que es la variación en pesos constantes que observa el PIB en 1974 como producto del aumento de 20% en G durante el mismo año. Esto haría que:

$$\begin{aligned} Y_{1974}^c &= Y_{1974} + \Delta Y_{1974}^c \\ &= 642,070.8 + 14,868.5 \end{aligned}$$

$$Y_{1974}^c = 656,939.3$$

que representa una variación porcentual de 8.3 respecto a 1973, mientras que la variación realmente observada fue de 5.9; es decir, el choque provoca una diferencia positiva de 2.4 puntos porcentuales de crecimiento en el mismo año.

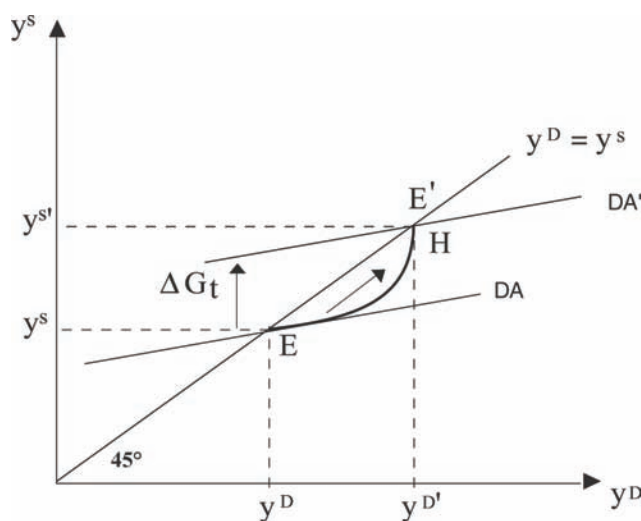
Es importante comparar el valor de Y_{1974}^c 656,939.3 con el que genera la simulación (GDPG) para el mismo año, que es de 660,201.6, lo cual representa una discrepancia estadística de 0.5%.

Las diferencias numéricas entre los resultados generados por la forma reducida y la *simulación dinámica* se explican porque en la primera se determina la variación del PIB sólo a través de los parámetros Π_1 y Π_2 , lo que deja de lado otros efectos “de regreso” importantes;¹⁵ por lo que es una forma sintetizada y aproximada de estimar los efectos intertemporales sobre GDP.

Para efectos didácticos podemos representar con mucha sencillez el análisis anterior a través de una gráfica tradicional. El *modelo keynesiano estático* que, por lo general, se estudia en los libros de texto de macroeconomía parte de la existencia de un equilibrio inicial en E, como en la gráfica 9.9. Ante un choque en el gasto de gobierno, la curva de demanda efectiva se desplaza hacia arriba, determinando otro punto de equilibrio (E'). Sin embargo, nunca se analizan el tiempo ni la trayectoria que sigue el sistema para alcanzar ese punto. Es más, ni siquiera se prueba que ese nuevo equilibrio existe. El análisis dinámico, por el contrario, se preocupa por analizar si existe un nuevo equilibrio y la trayectoria que sigue el sistema después de sufrir un choque. A partir del análisis que hicimos en la sección anterior podemos decir que nuestro sistema sigue una trayectoria semejante a la expresada por H y además es posible calcular su duración. Tiene esta forma porque describe las variaciones marginales, que al principio son grandes y tienden a extinguirse lentamente con el paso del tiempo.

Al aplicar el incremento de 20% en IFG la demanda agregada se mueve de un punto E hacia otro punto superior de equilibrio (E'), lo que significaría que los consumidores están demandando más, por lo que en un contexto keynesiano –que además es el que hemos asumido con nuestro modelo– los oferentes tenderían a incrementar su producción. La economía finalmente vería aumentada la demanda y la oferta hasta alcanzar un equilibrio estable.

GRÁFICA 9.9 Curvas de oferta y demanda agregadas



¹⁵ Esta serie de causalidades intertemporales puede verse en el diagrama de flujo dinámico del capítulo anterior. Es importante recordar que en la forma reducida consideramos que la balanza comercial era exógena, lo cual bien puede explicar esta pequeña diferencia.

9.4.2 AUMENTO DEL TIPO DE CAMBIO NOMINAL (REXC)

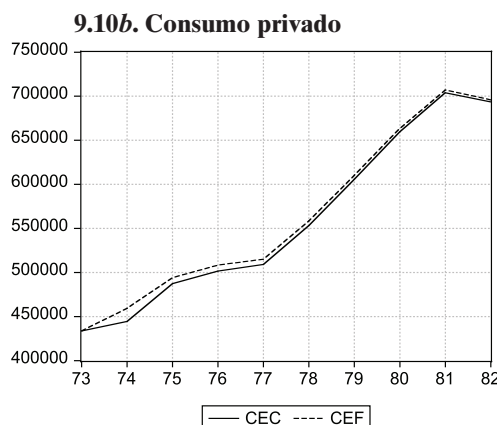
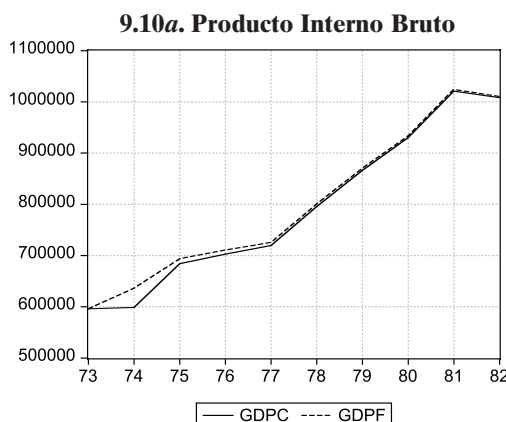
Evaluemos ahora la *sensibilidad* del modelo ante un choque de 20% en el tipo de cambio nominal (REXC) para el mismo año (1974), pero aplicando solamente el *método de simulación*. En un primer momento mantendremos inhibidas las ecuaciones de X, M y CC para después incorporarlas y hacer el análisis respectivo; esto con el fin de denotar el peso específico del tipo de cambio y de la balanza comercial en la determinación del producto.

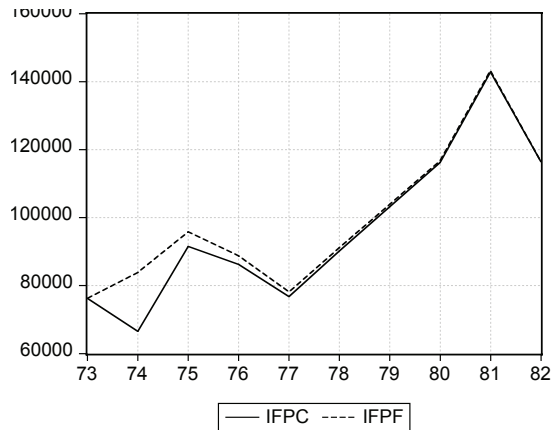
Recordemos que REXC se incluye directamente en las funciones de exportaciones y de la cuenta corriente (en logaritmo), y el tipo de cambio real (PRC) en las de importaciones, consumo e inversión, y que es calculado endógenamente por la *simulación* a través de la siguiente *transformación algebraica*:

$$PRC = (INPC_t^{us} / INPC_t^{mex}) * (REXC)$$

Partimos entonces del valor observado de REXC para 1974 = 12.490, que con el choque aumentará a 14.988 en ese mismo año. A partir de este dato resolvemos el modelo. Con el fin de contrastar los escenarios de *simulación*, denotaremos al resultado de este ejercicio con el sufijo C.

GRÁFICA 9.10 Efecto generado por un incremento de 20% en el tipo de cambio nominal, sin incluir al sector externo

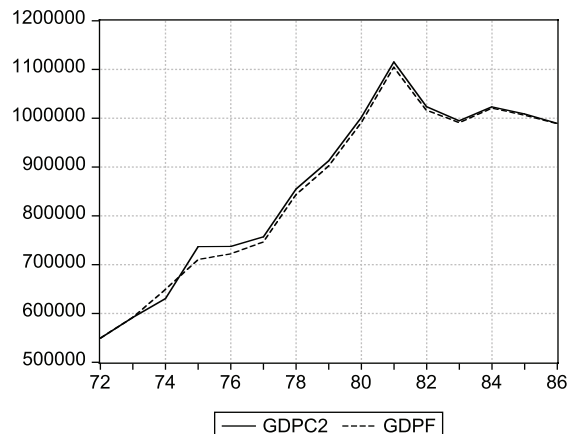


9.10c. Inversión privada

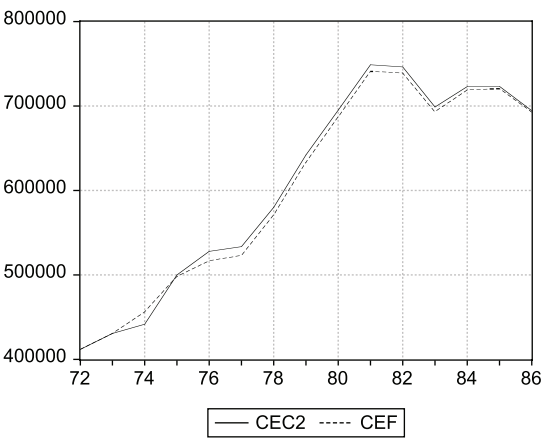
Los resultados demuestran que se genera un fuerte efecto depresivo en nuestras variables de demanda y en el PIB debido a las caídas en el consumo y la inversión privados por el encarecimiento relativo de los bienes importados, pero también de los bienes domésticos. Esto último ocurre por el alto componente de importaciones a producto final que caracteriza a una economía dependiente como la mexicana, en consecuencia, las depreciaciones son inflacionarias y recesivas en el corto plazo, aun frente a salarios e ingresos nominales constantes. El efecto ingreso es muy fuerte en relación con el efecto sustitución.

En la siguiente sección veremos que cuando incorporamos al sector externo hay un importante efecto correctivo sobre la balanza comercial y, por tanto, sobre el ingreso y la demanda final. Los resultados que incorporan al sector externo los denotaremos con el sufijo C2.

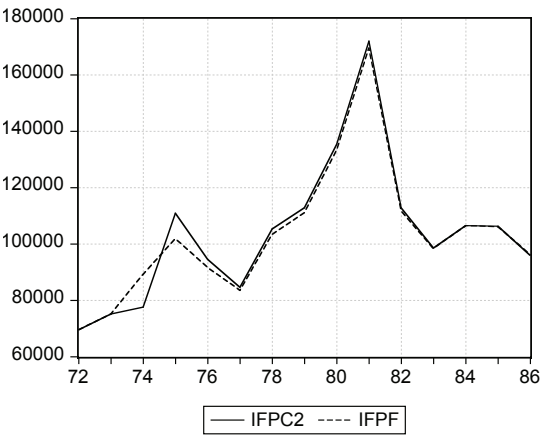
GRÁFICA 9.11 Efecto generado por un incremento de 20% en el tipo de cambio nominal, incluyendo el sector externo

9.11a. Producto Interno Bruto

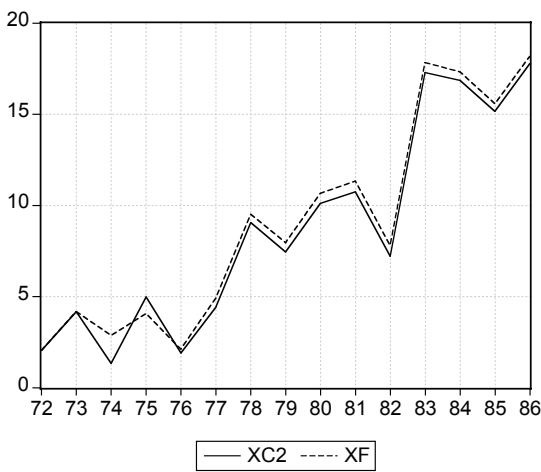
9.11b. Consumo privado

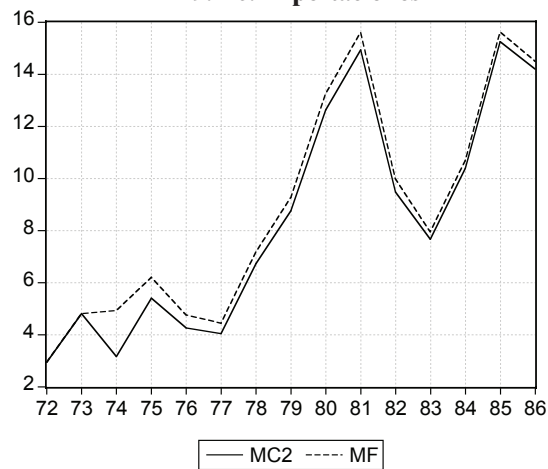
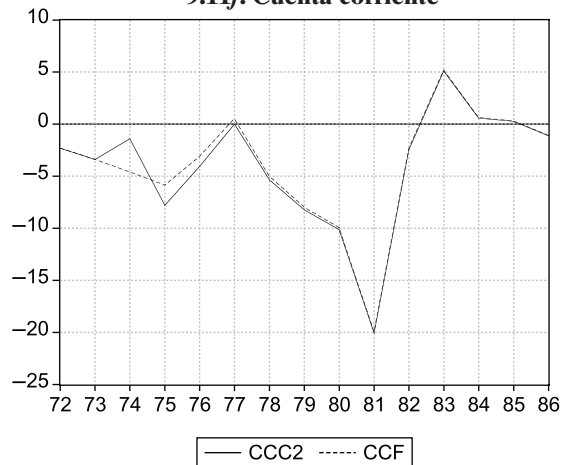


9.11c. Inversión privada

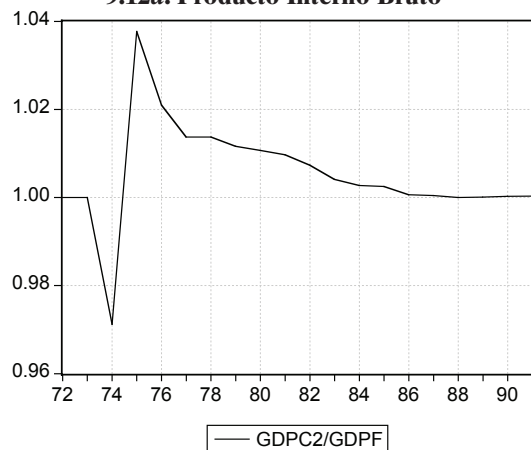
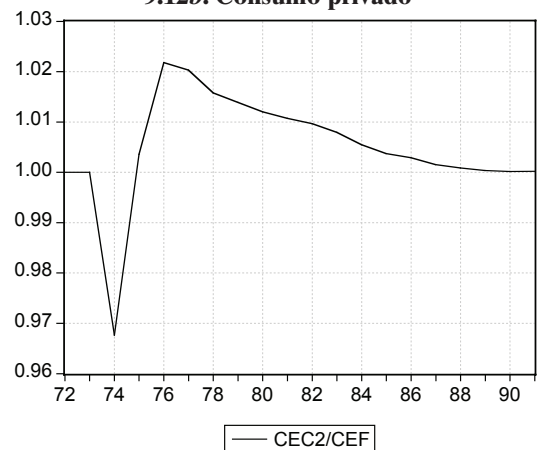


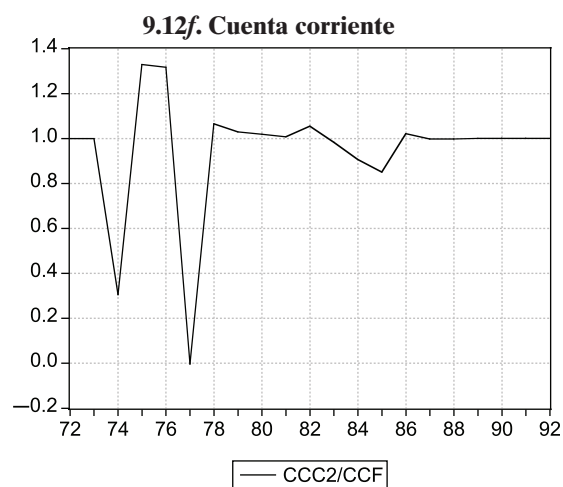
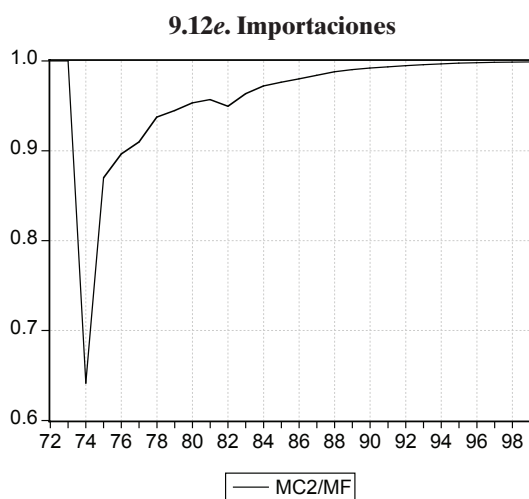
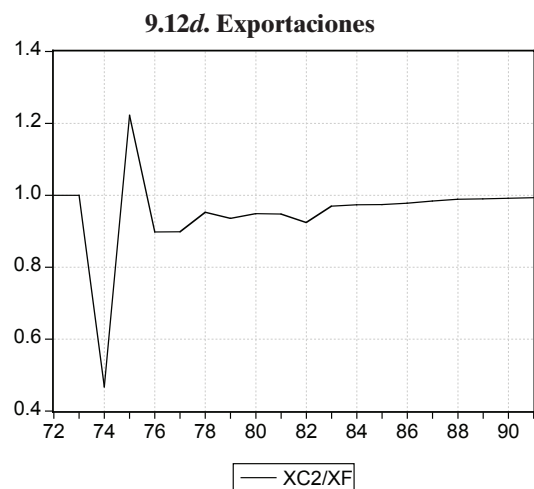
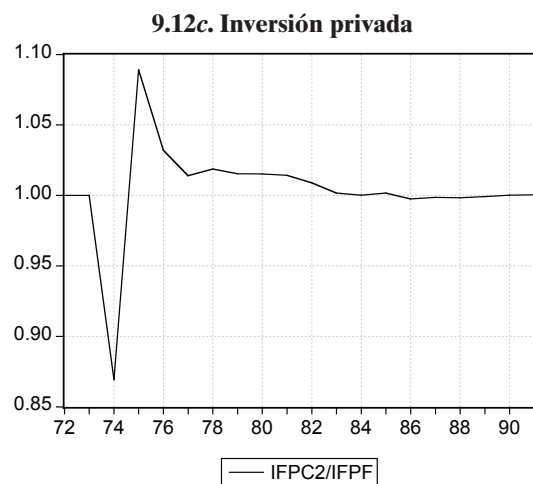
9.11d. Exportaciones



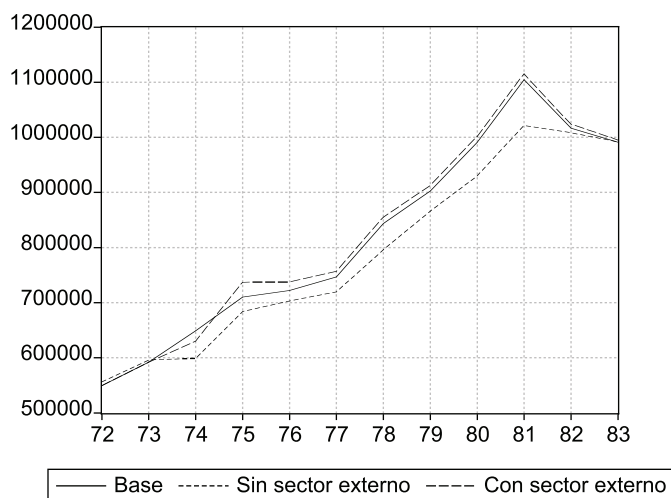
9.11e. Importaciones**9.11f. Cuenta corriente**

GRÁFICA 9.12 Trayectoria oscilante de un aumento de 20% en el tipo de cambio nominal, incluyendo el sector externo

9.12a. Producto Interno Bruto**9.12b. Consumo privado**



GRÁFICA 9.13 PIB: Comparación de escenarios de simulación sin y con sector externo



Estos resultados permiten concluir que la incorporación del comercio exterior de manera endógena en el sistema es indispensable; sobre todo porque el crecimiento económico del país está fuertemente vinculado a variables externas, como el PIB de Estados Unidos y las tasas internacionales de interés, cuyos efectos de transmisión se han intensificado como consecuencia de la integración comercial con Estados Unidos y Canadá. Asimismo, destaca que el efecto perdura más cuando se incorpora al sector externo, incluso el periodo de *simulación* no es suficiente para ver con exactitud su disolución, aunque a nivel de tres decimales el efecto prácticamente haya desaparecido. Recordemos que estamos en un contexto de *convergencia asintótica*.

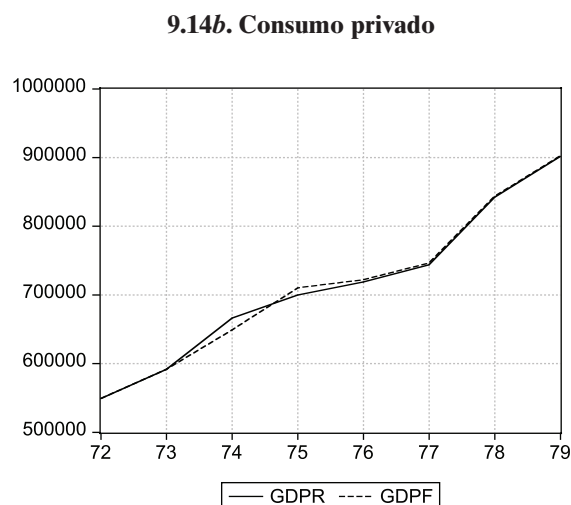
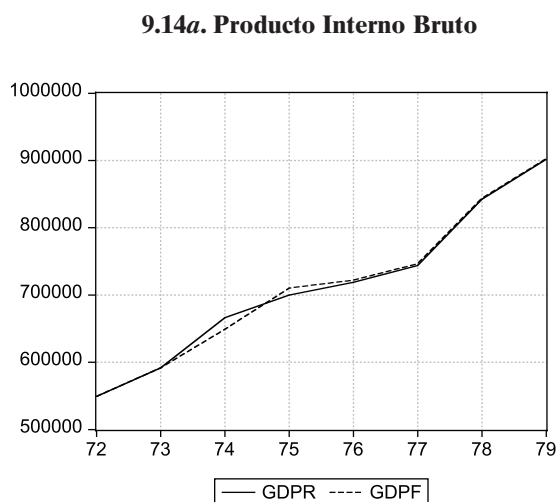
Otro resultado muy relevante es que este sencillo *modelo keynesiano* corrobora lo que Loría (varios años) ha demostrado empíricamente: que para la economía mexicana se cumple la *condición Marshall-Lerner*; esto es, que aun cuando las devaluaciones tienen efectos contraccionistas en el corto plazo, en el mediano y largo plazos tienen efectos expansivos.

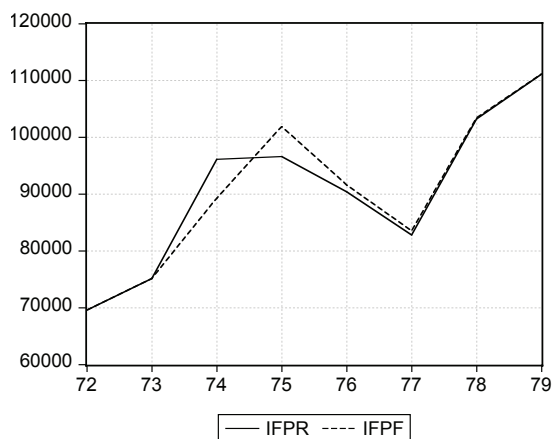
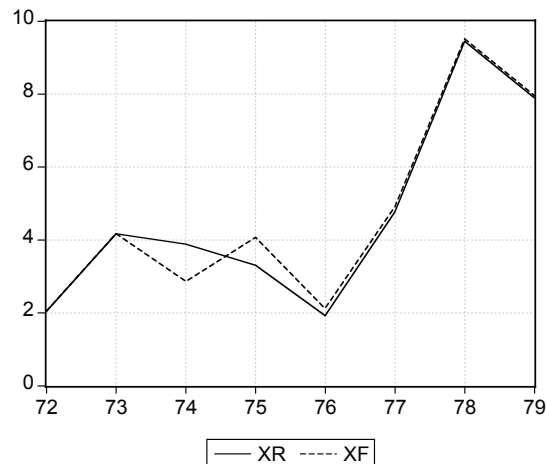
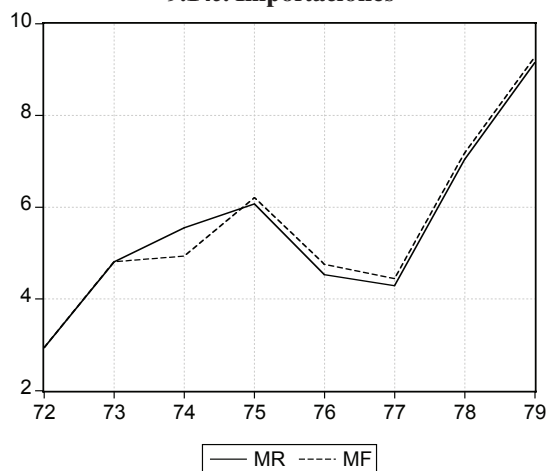
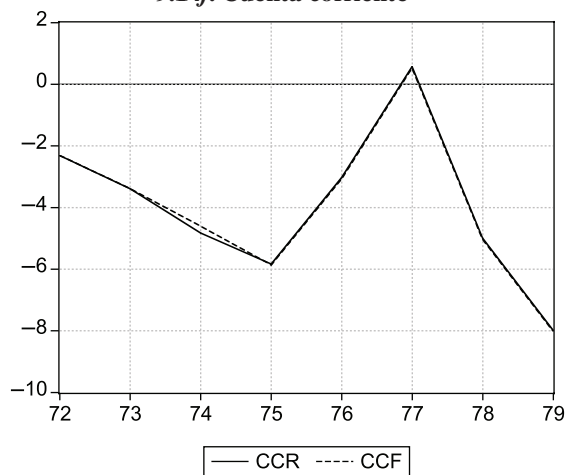
9.4.3 AUMENTO DE M4

Finalmente, evaluemos el efecto de un aumento de 20% del agregado monetario M4 real (M4R). Al igual que en los ejemplos anteriores, aplicamos el choque en 1974 y los resultados los denotaremos con el sufijo R.

La variable M4 real es importante por su incidencia sobre el consumo privado, que es la parte más significativa de la demanda agregada en virtud de que históricamente constituye en promedio el 70% del PIB. Como se observa en las gráficas siguientes, M4 tiene un efecto expansivo sobre las variables de demanda y, por tanto, de elevación del déficit externo.

GRÁFICA 9.14 Efecto generado por un incremento de 20% en el agregado monetario M4 real



9.14c. Inversión privada**9.14d. Exportaciones****9.14e. Importaciones****9.14f. Cuenta corriente**

A partir de las gráficas de los *multiplicadores dinámicos*, se nota que el efecto de M4 se diluye totalmente a los siete periodos para el caso del producto y nueve para la inversión privada, para el consumo perdura hasta por 10 periodos y en cuanto a las variables de comercio exterior el efecto concluye hasta 1991.

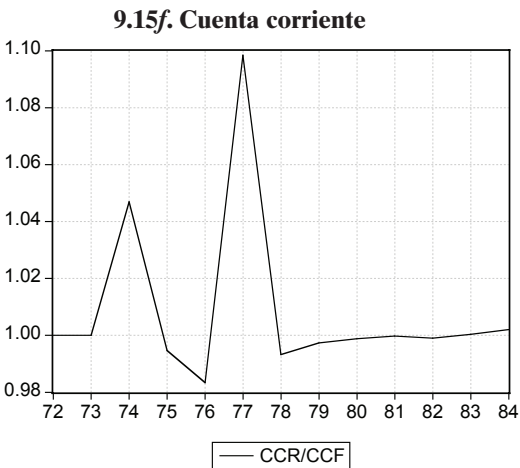
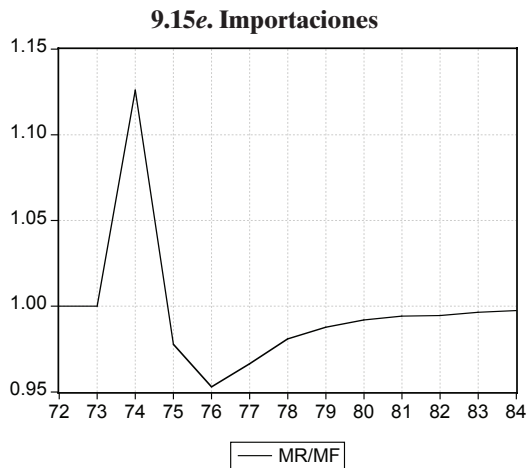
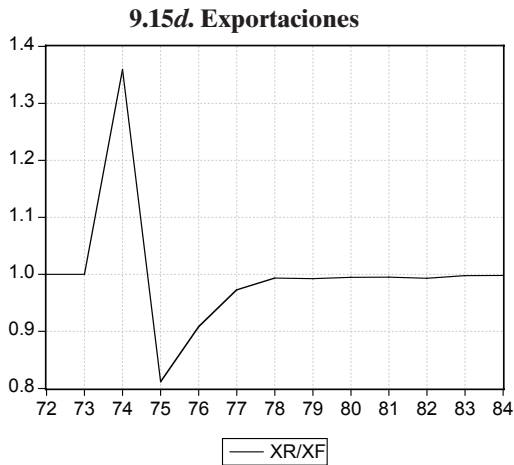
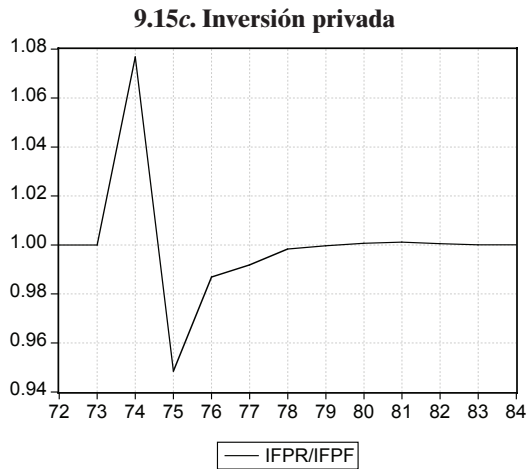
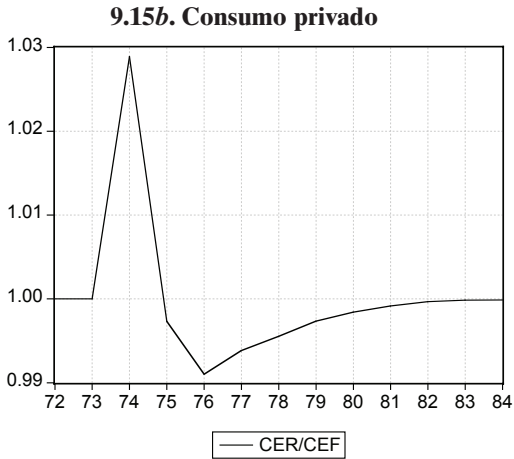
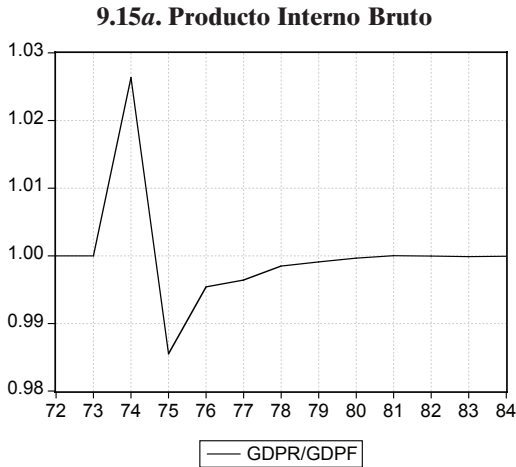
De acuerdo con los datos del cuadro 9.5 observamos que el *multiplicador* del PIB para el periodo de la *perturbación* es de 1.026, para el consumo de 1.029 y para la inversión de 1.077.

CUADRO 9.5 Multiplicadores dinámicos derivados de un aumento de 20% en el agregado monetario M4 real

Año	GDPR/GDPF	CER/CEF	IFPR/IFPF	XR/XF	MR/MF	CCR/CCF
1970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1971	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1972	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1974	1.026	1.029	1.077	1.360	1.126	1.047
1975	0.986	0.997	0.948	0.812	0.978	0.995
1976	0.995	0.991	0.987	0.908	0.953	0.983
1977	0.996	0.994	0.992	0.973	0.966	1.098
1978	0.998	0.996	0.998	0.993	0.981	0.993
1979	0.999	0.997	1.000	0.993	0.988	0.997
1980	1.000	0.998	1.001	0.995	0.992	0.999
1981	1.000	0.999	1.001	0.995	0.994	1.000
1982	1.000	1.000	1.001	0.993	0.995	0.999
1983	1.000	1.000	1.000	0.998	0.996	1.000
1984	1.000	1.000	1.000	0.998	0.998	1.002
1985	1.000	1.000	1.000	0.998	0.998	1.002
1986	1.000	1.000	1.000	0.999	0.998	0.999
1987	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	1.000
1988	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	1.000
1989	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	1.000
1990	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	1.000
1991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1992	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1993	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1994	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1997	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2002	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2003	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Finalmente, las gráficas siguientes confirman de nueva cuenta la estabilidad dinámica del modelo.

GRÁFICA 9.15 Trayectoria oscilante de un aumento de 20% en el agregado monetario M4 real



IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) La *simulación histórica* consiste en la resolución conjunta (simultánea) de todas las ecuaciones estimadas del sistema y en encontrar los nuevos valores simulados de las variables endógenas.
- b) La *simulación histórica* de un sistema es un instrumento que sirve para validar o evaluar la capacidad replicativa (precisión) del modelo; elaborar pronósticos y hacer análisis de sensibilidad.
- c) El *análisis de sensibilidad* permite evaluar el peso específico de las diferentes variables exógenas y de la aplicación de políticas económicas, así como la permanencia temporal de sus efectos sobre todo el sistema.
- d) La *simulación estática* consiste en resolver el modelo para cada año, de acuerdo con los valores observados de las variables endógenas.
- e) La *simulación dinámica* utiliza valores observados solamente para las variables exógenas y para los valores iniciales de las variables endógenas introducidas con rezagos en las ecuaciones.
- f) El *algoritmo de Gauss-Seidel* es un método iterativo que se utiliza para resolver un sistema de ecuaciones en diferencias partiendo de una solución inicial.
- g) Las condiciones o propiedades centrales de los modelos dinámicos lineales dependen de la calidad de la estimación de cada ecuación, de la estructura conjunta del modelo y de la buena especificación de una o varias ecuaciones.
- h) Existen dos métodos para evaluar la *simulación histórica* de cualquier modelo: el *gráfico* y el *estadístico*.
- i) El método estadístico evalúa la calidad o precisión de una *simulación* a través de los estadísticos de *raíz del error cuadrado medio de simulación*, *error promedio absoluto de la simulación*, *raíz del error cuadrado medio porcentual* y *error promedio absoluto porcentual*.
- j) El *coeficiente de desigualdad de Theil* es un estadístico estandarizado que varía en un rango entre cero y uno. Si el *coeficiente de desigualdad de Theil* es igual a cero existe una simulación perfecta y, en la medida que su valor se acerque a uno, indica que la calidad de la simulación disminuye.
- k) El análisis de sensibilidad consiste en probar las propiedades dinámicas del modelo a partir del cálculo intertemporal de los multiplicadores marginales y acumulados derivados de aumentos (arbitrarios) en las variables exógenas.

TÉRMINOS CLAVE

- algoritmo de Gauss-Seidel
- análisis de sensibilidad
- coeficiente de desigualdad de Theil
- convergencia asintótica
- error promedio absoluto de la simulación (EPA)
- error promedio absoluto porcentual (EPAP)
- escenarios prospectivos
- estabilidad dinámica
- método estadístico
- método gráfico
- modelo keynesiano estático
- proceso estimación-simulación-especificación
- pronóstico
- raíces características
- raíz del error cuadrado medio de simulación (RECM)
- raíz del error cuadrado medio porcentual (RECMCP)
- simulación dinámica
- simulación estática
- simulación histórica

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. ¿Considera relevante verificar la simulación histórica de un modelo?
2. ¿Para qué otros propósitos adicionales se utiliza la simulación?
3. ¿Qué papel juega el análisis de sensibilidad en la aplicación de políticas económicas?
4. ¿Cuál es la diferencia entre *simulación estática* y *simulación dinámica*?
5. Analice y comente por qué la simulación dinámica tiende a generar mayores errores que la simulación estática.
6. ¿Cuál es la diferencia entre estimación y simulación?

7. Verifique la simulación histórica de su modelo a partir del método gráfico.
8. Obtenga RECM, EPA, RECMF y EPAP de su modelo.
9. Explique en qué consiste el *coeficiente de Theil* y sus aplicaciones.
10. Verifique la capacidad de réplica de su modelo mediante el *coeficiente de desigualdad de Theil*.
11. ¿Qué entiende por perturbación estocástica? Dé un ejemplo.
12. ¿Cuál es la diferencia numérica entre los resultados generados por la forma reducida y la simulación dinámica?
13. Verifique la estabilidad dinámica de su modelo a partir del análisis de sensibilidad.

ANEXO I

AÑO	IFG	GDP	REXC	PRC	M4R
1970	29,692.85	499,144.70	12.4906	1.192528	164,831.60
1971	22,797.69	519,338.30	12.4906	1.173287	178,841.20
1972	32,090.29	562,787.10	12.4906	1.14939	199,759.20
1973	44,631.09	606,357.70	12.4906	1.031674	187,772.30
1974	45,580.92	642,070.80	12.4906	0.958935	183,853.50
1975	55,081.74	680,164.30	12.4906	0.922957	209,409.60
1976	50,954.55	710,866.90	15.4442	0.94234	188,095.90
1977	47,668.56	735,055.20	22.579	1.218034	205,568.40
1978	62,970.47	797,134.20	22.767	1.152254	239,103.30
1979	73,746.82	871,678.80	22.8054	1.089134	275,151.50
1980	86,105.43	948,607.30	22.9511	0.948427	304,685.20
1981	105,661.50	1,029,482.00	24.514	0.857361	351,339.10
1982	84,931.79	1,024,120.00	54.3167	0.991918	310,548.20
1983	53,979.40	988,415.10	120.0083	1.258204	286,940.30
1984	56,305.18	1,022,128.00	167.7667	1.149834	307,318.20
1985	56,932.16	1,044,489.00	256.4417	1.114038	285,213.90
1986	48,814.62	1,012,330.00	634.5333	1.355672	289,492.40
1987	42,600.13	1,029,766.00	1,420.05	1.221351	284,728.60
1988	40,631.98	1,042,981.00	2,284.78	1.352901	285,356.70
1989	43,525.57	1,085,801.00	2,494.45	1.291245	373,386.50
1990	48,404.67	1,141,999.00	2,839.23	1.201918	421,815.50
1991	48,676.16	1,190,132.00	3,019.58	1.108104	467,553.40
1992	47,071.26	1,232,276.00	3,086.97	1.04204	495,098.00
1993	47,263.78	1,256,196.00	3,112.21	1.00000	580,104.40
1994	64,881.76	1,312,200.00	3,387.57	1.043188	676,361.60
1995	44,580.21	1,230,608.00	6,495.32	1.349542	534,301.00
1996	37,991.93	1,293,859.00	7,588.39	1.276321	537,213.80
1997	41,837.41	1,381,525.00	7,949.97	1.175117	581,032.10
1998	38,713.27	1,449,310.00	9,240.00	1.170019	621,203.10
1999	42,862.32	1,503,500.00	9,562.43	1.106898	660,294.90
2000	53,673.01	1,602,347.00	9,469.75	1.040604	701,443.20
2001	51,397.43	1,600,426.00	9,327.25	0.996334	780,394.70
2002	58,677.46	1,612,074.00	9,756.75	1.01049	818,294.90
2003	71,840.23	1,633,076.00	10,848.74	1.100251	888,976.90

Fuente: Cálculos propios basados en información de INEGI (varios años) y Banxico (varios años).

CAPÍTULO 10

PROPIEDADES DINÁMICAS DE UN MODELO

No es elegante abusar de la mala suerte (o de los errores). Algunos individuos, lo mismo que algunos pueblos, se complacen tanto de ellos que desprecian a la tragedia.

E. M. Cioran

Introducción

Una vez que hemos presentado las principales ecuaciones de demanda final, es conveniente familiarizarnos con las propiedades básicas de un *modelo dinámico*. Lo haremos mediante una simplificación, considerando sólo a CE e IFP como ecuaciones endógenas. Esto no afecta el realismo o la capacidad explicativa del modelo, sólo es con fines de simplificación y comprensión.

Nos introduciremos a la esencia y solución de los *sistemas dinámicos*, utilizando los elementos estrictamente indispensables.¹

10.1 SOLUCIÓN DE *SISTEMAS DINÁMICOS* DISCRETOS DE ORDEN DOS

El modelo de demanda que hemos especificado, en particular con la inclusión del *multiplicador-acelerador de Samuelson*, será muy ilustrativo para presentar didácticamente la solución de *sistemas dinámicos*. En específico, aquellos aspectos que tienen que ver con la estabilidad y las trayectorias intertemporales del equilibrio macroeconómico.

Por teoría, sabemos que la solución general de una ecuación en diferencias tiene dos componentes: la *solución particular* (y_p) y la *solución complementaria* (y_c):

$$y_g = y_p + y_c \quad (10.1)$$

Consideramos la siguiente ecuación en diferencia no homogénea:

$$Y_{t+1} = aY_t + c \quad (10.2)$$

que puede expresarse como:

$$Y_{t+1} - aY_t = c \quad (10.3)$$

¹ Para profundizar en estos temas pueden consultarse, entre otros autores, Shone (1997) y Azariadis (1993).

La *solución particular* (y_p) determina el *valor intertemporal* de equilibrio de Y_t a partir de encontrar un valor constante k que se obtiene de considerar que el valor que adquiere Y_t para cada periodo es el mismo: $k = Y_t = Y_{t+1} = Y_{t+2}$

Si sustituimos este argumento en (10.3):

$$\begin{aligned} k - ak &= c \\ k(1 - a) &= c \\ k &= \frac{c}{1 - a} = y_p \end{aligned} \quad (10.4)$$

con $a \neq 1$, que es la *solución particular*.

Ahora necesitamos encontrar la *solución complementaria*, que refleja el carácter dinámico del modelo en cuanto a su trayectoria y su estabilidad.

Un *modelo dinámico* cualquiera es de la forma:

$$Y_t = Ab^t, \quad (10.5)$$

donde A es el valor (condición) inicial del sistema (Y_0) y b^t es su parámetro elevado a t periodos.

Para que el sistema sea dinámicamente estable se requiere que $|b| < 1$ de lo contrario es explosivo.

Podemos expresar en forma equivalente a (10.5) aplicando adelantos o rezagos:

$$\begin{aligned} Y_{t+1} &= Ab^{t+1} \\ Y_{t+2} &= Ab^{t+2} \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \quad (10.6)$$

Sustituyendo este principio en nuestra ecuación en diferencia original (10.3), tenemos:

$$Ab^{t+1} + aAb^t = 0 \quad (10.7)$$

Aquí hemos eliminado la constante c debido a que participa en la *solución particular* y ahora nos interesa exclusivamente la *solución complementaria*.

Por simplicidad (Pindyck y Rubinfeld, *op. cit.*: 565), se puede asumir que $b + a = 0$, o bien, que $b = -a$ como una *solución de trabajo*, por lo que (10.7) queda finalmente como:

$$Y_c = Ab^t = A(-a)^t \quad (10.8)$$

Juntando las dos soluciones parciales y como definimos que $b = -a$, obtenemos entonces la *solución general*:

$$Y_t = A(-a)^t + \frac{c}{1 + a} \quad (10.9)$$

donde el denominador del segundo miembro de la derecha aparece como $a > 0$. Para encontrar la condición inicial que permite resolver el modelo, cuando $t = 0$, (10.9) ahora queda como:

$$\begin{aligned} Y_0 &= A + \frac{c}{1 + a} \\ A &= Y_0 - \frac{c}{1 + a} \end{aligned}$$

Por lo que la *solución general* es entonces:

$$Y_t = \left[Y_0 - \frac{c}{1 + a} \right] (-a)^t + \frac{c}{1 + a} \quad a \neq -1 \quad (10.10)$$

o también:

$$Y_t = Ab^t + \frac{c}{1+a} \quad (10.10')$$

Es evidente que el valor que adquiera b es esencial para saber si el modelo es convergente y su tipo de trayectoria. En concreto, para que el equilibrio sea dinámicamente estable se requiere que la función complementaria tienda a cero cuando $t \rightarrow \infty$.

10.2 UN EJEMPLO NUMÉRICO REAL

Con la finalidad de ejemplificar numéricamente estas condiciones de estabilidad, adecuamos nuestro modelo para obtener una forma cuadrática pura.

La adecuación principal consistió en aplicar un rezago a GDP en la función de inversión privada y en simplificar la especificación original,² tal como se aprecia a continuación:

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Q_t + \alpha_3 M4_t + U_{t1} \quad (10.11)$$

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \beta_3 i_t + U_{t2} \quad (10.12)$$

$$Y_t = C_t + I_t + \bar{G}_t + (\bar{X}_t - \bar{M}_t); \quad \bar{X}_t - \bar{M}_t = \bar{T}\bar{B}_t \quad (10.13)$$

No obstante que se trata de un modelo muy sencillo, nos permite hacer introspección muy importante para los objetivos no sólo de esta sección y de este capítulo, sino de la naturaleza dinámica de cualquier modelo.

Para resolver el sistema, incorporamos (10.11) y (10.12) en (10.13):

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Q_t + \alpha_3 M4_t + \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \beta_3 i_t + \bar{G}_t + \bar{T}\bar{B}_t \quad (10.14)$$

Reordenando términos, de manera que del lado izquierdo queden las endógenas actuales y rezagadas y del derecho las exógenas:

$$\begin{aligned} Y_t - \alpha_1 Y_{t-1} - \beta_1 Y_{t-1} - \beta_2 Y_{t-2} &= \alpha_0 + \beta_0 + \alpha_2 Q_t + \alpha_3 M4_t + \beta_3 i_t + \bar{G}_t + \bar{T}\bar{B}_t \\ Y_t - (\alpha_1 + \beta_1) Y_{t-1} - \beta_2 Y_{t-2} &= (\alpha_0 + \beta_0) + \alpha_2 Q_t + \alpha_3 M4_t + \beta_3 i_t + \bar{G}_t + \bar{T}\bar{B}_t \end{aligned} \quad (10.15)$$

tenemos ahora una *ecuación clásica* en diferencias de orden dos (o de segundo grado), que permite aplicar todo lo anterior en términos de la *solución particular* (y_p) que representa el equilibrio intertemporal del sistema y la *función complementaria* (y_c) que especifica la desviación en cada momento del tiempo respecto al equilibrio.

La solución y_p supone que $Y_t = Y_{t+1} \dots = k$ por lo que reexpresamos nuestra ecuación particular como:

$$k - a_1 k - \beta_2 k = c; \quad a_1 = \alpha_1 + \beta_1 \quad (10.16)$$

resolviendo k :

$$\begin{aligned} k(1 - a_1 - \beta_2) &= c \\ k &= \frac{c}{1 - a_1 - \beta_2} = y_p \end{aligned} \quad (10.17)$$

² Otros cambios fundamentales consisten en estimar el sistema en niveles y en eliminar las diferencias en las variables. Conviene mencionar que el software convencional calcula la solución a partir de estimar automáticamente las raíces características del sistema.

Ahora obtendremos la *solución complementaria* (y_c), concentrándonos en la *variable endógena intertemporal* e ignorando la constante:

$$Y_t - \alpha_1 Y_{t-1} - \beta_2 Y_{t-2} = 0 \quad (10.18)$$

Sabemos que $Y_t = Ab^t$, $Y_{t+1} = Ab^{t+1}$

Por lo que aplicando dos adelantos³ a la ecuación anterior:

$Y_{t+2} - \alpha_1 Y_{t+1} - \beta_2 Y_t = 0$ que equivale a:

$$Ab^{t+2} - \alpha_1 Ab^{t+1} - \beta_2 Ab^t = 0 \quad (10.19)$$

Que es una forma cuadrática que se resuelve al encontrar sus dos *raíces características*: λ_1 y λ_2 . Cada una es aceptable para la solución Ab^t .

$$\lambda^2 - (\alpha_1 + \beta_1)\lambda - \beta_2 = 0$$

$$\lambda_1, \lambda_2 = \frac{(\alpha_1 + \beta_1) \pm \sqrt{(\alpha_1 + \beta_1)^2 + 4\beta_2}}{2} \quad (10.20)$$

Tomaremos los valores estimados del sistema (10.11)-(10.12): $\alpha_1 = 0.314645$, $\beta_1 = 0.2842$ y $\beta_2 = 0.0762$ y los aplicamos para encontrar los valores de λ_1 , λ_2 .

Donde:

$$a = 1$$

$$b = (-\alpha_1 - \beta_1) = -0.5988$$

$$c = -0.0762$$

$$\lambda_1, \lambda_2 = \frac{-(-0.5988) \pm \sqrt{(-0.5988)^2 - 4(-0.0762)}}{2}$$

$$= \frac{0.5988 \pm \sqrt{0.35861 + 0.3084}}{2}$$

$$= \frac{0.5988 \pm \sqrt{.6634}}{2}$$

$$= \frac{0.5988 \pm 0.8145}{2}$$

$$\lambda_1 = 0.7066$$

$$\lambda_2 = -0.1078$$

Los resultados indican que nuestro modelo es estable y convergente de forma oscilante, debido a que las dos raíces son menores a la unidad con valor absoluto y a que la raíz negativa (λ_2) prevalece sobre la positiva (Azariadis, 1993). Esto significa que al aplicarse un choque (cambio en alguna(s) variable(s) exógena(s)) el sistema necesariamente regresará a su trayectoria de largo plazo de una manera oscilante, tal como se muestra en la gráfica 10.1.

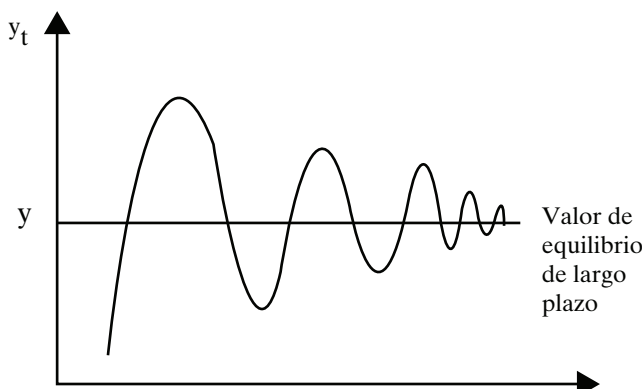
Como ejercicio, resolvamos esta forma cuadrática con valores diferentes:

CUADRO 10.1 Valor de los parámetros α_1 , β_1 , β_2 , λ_1 , λ_2 en sus diferentes cuadrantes

	Parámetros			Solución		Trayectoria	Componente imaginario
	α_1	β_1	β_2	λ_1	λ_2		
I	0.6	0.1	0.076	0.79	- 0.095	Estable oscilante	No
II	0.6	0.8	0.076	1.45	- 0.05	Explosiva oscilante	No
III	0.6	1.5	0.076	2.13	- 0.035	Explosiva oscilante	No
IV	0.6	3.0	0.076	3.62	- 0.021	Explosiva oscilante	No

³ Esto es sólo una simplificación y para seguir el razonamiento de los libros de texto de matemáticas, pero de ninguna manera se altera el sentido o la estructura conceptual.

GRÁFICA 10.1 Trayectoria oscilante convergente



Los casos II, III y IV representan soluciones explosivas que en términos económicos no tienen sentido. Es difícil pensar que ante una variación del gasto público y/o de cualquier otra variable exógena un sistema económico “explote”. La misma política económica, los agentes económicos, las instituciones y los mercados –tarde o temprano– actuarán correctamente para evitar un resultado así. Por tal razón, es inaceptable que un sistema econométrico que pretende replicar de manera adecuada la realidad presente características de alta inestabilidad.

Este tipo de problemas (representados por los casos II, III y IV) bien pueden deberse a *errores de especificación* que generan estimaciones y parámetros incorrectos.

No se puede saber *a priori* si al cambiar arbitrariamente –o como resultado de nuevas estimaciones– un coeficiente, se alterará la solución de estable a inestable o de no oscilatoria a oscilatoria, o viceversa. Es aquí donde necesitamos de la simulación aplicando diferentes escenarios, diferentes valores en las exógenas, diferentes periodos, etc. Lo mejor entonces para saber si la solución dinámica del modelo es no lineal y compleja, es simular para periodos largos, al igual que para evaluar la sensibilidad del modelo. Lo mejor –y quizás lo único por hacer– es la experimentación a través de la práctica del *ensayo-error*.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) La solución general de una ecuación en diferencias tiene dos componentes: la *solución particular* (y_p) y la *solución complementaria* (y_c).
- b) La solución particular (y_p) determina el valor intertemporal de equilibrio de Y_t a partir de encontrar un valor constante k , que corresponde a su valor de equilibrio de estado estacionario.
- c) La *solución particular* (y_p) representa el equilibrio intertemporal del sistema.
- d) La *solución complementaria* (y_c), refleja el carácter dinámico del modelo en cuanto a su trayectoria y su estabilidad.
- e) La *solución complementaria* (y_{cw}) especifica la desviación en cada momento del tiempo respecto al equilibrio.
- f) Un modelo es estable y convergente de forma oscilante cuando las raíces características son menores a uno y hay alguna que es negativa.

TÉRMINOS CLAVE

- ecuación característica
- modelo dinámico
- multiplicador-acelerador de Samuelson
- sistema dinámico
- solución complementaria (y_c)
- solución explosiva
- solución general
- solución particular (y_p)
- valor intertemporal
- variable endógena intertemporal

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. ¿Cómo se solucionan los sistemas dinámicos?
2. ¿Cuál es la representación algebraica de la solución particular?
3. Desarrolle y compruebe cómo se llega a esta representación algebraica.
4. Especifique cuál es la representación algebraica de la solución complementaria.
5. Desarrolle y verifique la representación algebraica de la solución anterior.
6. ¿Qué papel tiene el parámetro b en el modelo dinámico?
7. ¿Qué se requiere para que el equilibrio del modelo sea dinámicamente estable?
8. Compruebe la estabilidad de su modelo basándose en el ejemplo numérico real.
9. ¿Cómo se denota que el modelo es estable y convergente de forma oscilante?

CAPÍTULO

11

USOS DE LOS MODELOS ESTRUCTURALES

*Los economistas no son músicos
que afinan sus modelos econométricos
como si fueran instrumentos musicales.*

Lawrence Klein

Premio Nobel en Economía en 1980

Introducción

A lo largo de este libro hemos hablado de la filosofía, de la metodología en la construcción y de la fuerte discusión que se dio hace algunas décadas en cuanto al uso de modelos econométricos. En los capítulos 7, 8 y 9 aprendimos a estimar y evaluar un modelo estructural pequeño que nos ha permitido ejemplificar mucho de lo dicho hasta ahora.

En este capítulo presentaremos los usos profesionales que ha tenido *Eudoxio: modelo macroeconómico de la economía mexicana* (Loría, 2004), para cumplir con los objetivos ya señalados de la econometría aplicada. Empezaremos por el análisis estructural para comprender un problema crucial de todas las economías dependientes: el del crecimiento económico restringido por la falta de divisas internacionales para financiarlo. Este análisis se complementa con el que hicimos en los capítulos 6 y 7.

En el segundo apartado haremos un ejercicio de evaluación de política económica, específicamente de los efectos macroeconómicos probables que se esperarían de aplicar una reforma fiscal en México.

Posteriormente expondremos un uso muy importante de la econometría en el trabajo aplicado: el pronóstico de corto plazo, basado en las condiciones coyunturales de la economía mundial (básicamente de Estados Unidos), de la economía nacional y del marco general de supuestos a partir de los cuales se hace un ejercicio profesional de pronóstico macroeconómico para México en varios años. Ahí mismo se retoma la vieja discusión acerca de la precisión de los pronósticos generados por los modelos estructurales *vis a vis* los ateóricos de series de tiempo, pero en particular evaluamos la precisión que desde 1995 ha tenido *Eudoxio* en el pronóstico de las principales variables macroeconómicas de la economía mexicana.

Por último, presentaremos un análisis de prospección al año 2020 sobre los efectos posibles de la inversión extranjera directa sobre el crecimiento y la composición sectorial del empleo en México.

Los cuatro apartados se basan en trabajos publicados, con lo cual se muestra la enorme utilidad y actualidad de esta metodología para el análisis económico.

11.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL¹

Introducción

Hay grandes objetivos de política económica que cualquier gobierno, independientemente de su filiación ideológica o su forma de haber llegado al poder, pretende obtener en todo momento: *a)* maximizar la tasa de crecimiento del producto *per cápita*; *b)* bajar y mantener estables las tasas de inflación y de desempleo; *c)* conseguir el equilibrio de las finanzas públicas o, en caso contrario, mantener controlado el déficit fiscal de modo que no altere a otras variables de política, como las tasas de interés o el sector externo, y *d)* mantener al sector externo (la cuenta corriente) en equilibrio o al menos que su desequilibrio sea fácilmente financiable y no rebase el 4% como proporción del producto interno bruto.²

Siendo puristas, podría decirse que solamente los dos primeros son objetivos de política y que los otros dos son restricciones que determinan el accionar de los gobiernos contemporáneos en las décadas recientes por el carácter que ha adquirido la globalización. En cualquier caso, no es el propósito ahora discutir estos puntos, sino concentrarnos en el deseo de todo gobierno de obtener las tasas de crecimiento *per cápita* más altas y sostenidas posibles, dado que es la única vía probada empíricamente que conduce a la salida del atraso socioeconómico y al desarrollo integral.

En este sentido, en los últimos años se ha avanzado en lograr consensos teóricos en cuanto a que para lograr esos objetivos se requiere que en el corto plazo se apliquen políticas ordenadas, coordinadas y responsables que generen certidumbre y confianza, para que el sector privado, en un entorno de libre comercio internacional que determina competencia franca y abierta, invierta y con ello impulse el crecimiento económico. Lo cierto es que estas aseveraciones no prohíben la injerencia del sector público en la actividad económica, sino que la orientan a que genere estabilidad, a la vez que imponga el imperio de la ley y que invierta en actividades que atraigan inversión doméstica y extranjera. De ahí que en las últimas dos décadas la actuación del sector público se haya orientado hacia educación, infraestructura y equipamiento; esto es, toda aquella inversión que genere externalidades y complementariedades que incrementen el capital social, físico y humano que mejore la rentabilidad del sector privado.

Si bien todo esto es aceptado en la literatura económica convencional y aplicado por la mayoría de los gobiernos, desde 1973 la economía mundial ha reducido notablemente su ritmo de crecimiento con excepción de Asia Oriental, particularmente China. Llama la atención la gran caída de América Latina y México, tal como puede observarse en el cuadro 11.1.

CUADRO 11.1 PIB per cápita por grupos de países (TMCA)

Periodo	Mundo	Países desarrollados	Países en desarrollo	América Latina	México	Asia	Europa Oriental
1950-1960	2.8	2.8	2.8	2.2	2.9	3.6	8.2
1960-1973	3.1	4.1	3.0	3.3	3.4	2.9	5.5
1973-1980	1.6	2.3	2.9	2.4	3.1	4.3	3.7
1980-1990	1.5	2.4	1.7	-0.4	0.0	5.1	1.7
1990-2003	1.2	1.7	2.7	1.0	1.1*	4.5	-0.4

Fuente: CEPAL, 2004: 24.

*Cálculos propios basados en información de INEGI, 2005.

¹ Originalmente este trabajo se publicó como artículo (Loría, 2001c). La versión que aquí se presenta tiene modificaciones importantes y datos actualizados al año 2003.

² Esta cifra podría parecer arbitraria, pero las crisis financieras de los últimos años en los países emergentes reportan que por arriba de ese nivel comienzan los ataques especulativos contra los tipos de cambio, que a la postre llevan a megadevaluaciones y a crisis financieras con consecuencias muy perjudiciales en el bienestar económico de familias y empresas. La crisis mexicana de 1995 es un ejemplo fehaciente.

¿Qué es lo que ha generado este patrón de reducción del crecimiento mundial y por grupos de países? Las respuestas rebasan el objetivo de esta sección y bien pueden ubicarse no sólo en la teoría del crecimiento, sino también del desarrollo económico.

En México, el gobierno del presidente Fox mencionó desde su campaña presidencial en 1999 que la economía mexicana crecería progresivamente, de manera que a partir del año 2004 observaría tasas anuales de 7%, a fin de emplear a la fuerza de trabajo que se acumula año con año, así como para actuar sobre los rezagos económicos y sociales generados por el insuficiente crecimiento registrado en las décadas anteriores. Si bien esto es deseable y también necesario, ¿por qué no se logró ese objetivo?

A grandes rasgos, la teoría económica tiene dos respuestas distintas que explican el crecimiento económico o su estancamiento. En las sociedades desarrolladas es el temor a la inflación una vez que se rebasa una tasa crítica de desempleo y/o de inflación,³ y en los países en vías de desarrollo es básicamente el desequilibrio (déficit) comercial y de cuenta corriente que se genera cuando se observan periodos relativamente largos o intensos de crecimiento.⁴ En otras palabras, por el carácter tan dependiente de divisas de estas economías, el crecimiento económico es altamente demandante de estos recursos y hace que se *autoderrote* después de alcanzar determinada dinámica o después de cierto tiempo. Esto es lo que explica las *fases de alto y siga* en los procesos de crecimiento que por décadas ha sufrido este tipo de países.

En esta sección se mostrará que para el caso de México, debido a su alta dependencia de insumos importados y al déficit permanente de la balanza de servicios factoriales de la cuenta corriente, el desequilibrio externo es el principal elemento que restringe el crecimiento y lastimosamente limita la utilización de los recursos físicos y humanos disponibles.

11.1.1 LA RESTRICCIÓN EXTERNA AL CRECIMIENTO ECONÓMICO (REC)

La hipótesis de que el crecimiento económico se ve restringido por el desequilibrio externo no es nueva en la literatura estructuralista y poskeynesiana. Parte de la idea de que no es posible mantener por mucho tiempo un déficit de balanza de pagos debido a la pérdida de reservas que ello conlleva y a la necesidad última de devaluar y ajustar a la baja la tasa de crecimiento. Este argumento se basa en la incapacidad de los países en desarrollo de generar divisas suficientes que aseguren la continuidad de su proceso de crecimiento y reproducción. Debido a su patrón de especialización productivo y de exportación basado en bienes primarios o en bienes manufacturados de bajo valor agregado, sufren de: *a)* alta dependencia de la importación de bienes intermedios y de capital; *b)* altos pagos por el servicio de su deuda externa, y *c)* demanda inelástica de sus exportaciones. Estas condiciones son de carácter estructural, por lo que en el largo plazo no sólo tienen que ver con un manejo adecuado del tipo de cambio, sino particularmente con el patrón productivo que han seguido y también con la *Ley de Engel* que indica que a medida que una sociedad eleva su ingreso per cápita, destina una menor proporción del gasto al consumo de bienes primarios y más alta al de bienes manufacturados. De esta manera, existe una tendencia intrínseca al deterioro de los términos de intercambio;⁵ esto es, que el precio mundial de

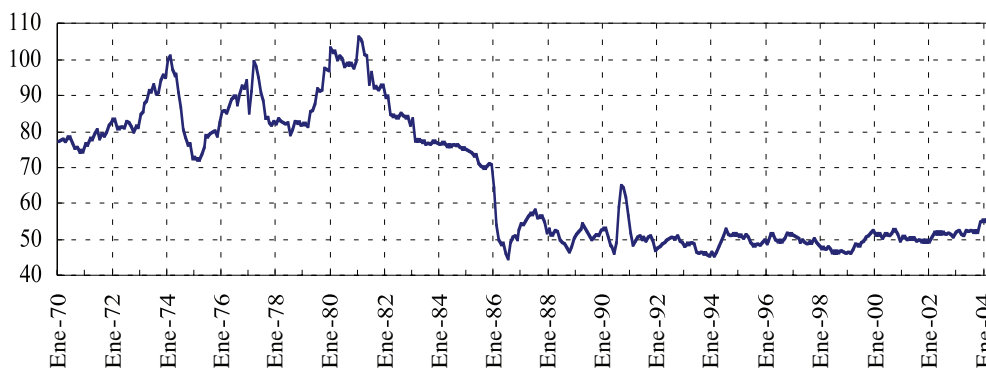
³ Técnicamente llamada tasa natural de desempleo o tasa de desempleo que no acelera la inflación (NAIRU, por sus siglas en inglés).

⁴ En el enfoque poskeynesiano –que se verá enseguida–, esta segunda hipótesis se esgrime incluso para los países desarrollados.

⁵ René Villarreal (2000) presenta con detalle la evidencia empírica de este deterioro para el caso de México cuando analiza el despegue de la sustitución de exportaciones y el declive de la monoexportación petrolera en la década de 1980. En esta misma obra se encuentra un análisis más detallado de los modelos de crecimiento seguidos en México desde 1929 y se explica con claridad las condiciones bajo las cuales fue posible crecer a altas tasas, siempre bajo la hipótesis del desequilibrio externo endémico que aquí también sostenemos. Por su parte, Mendoza (1997) utiliza regresiones de panel (1971-1991) para cuarenta países (desarrollados y en desarrollo) para demostrar los fuertes efectos adversos de los términos de intercambio en el crecimiento económico.

los bienes que exportan los países atrasados tiende a caer sistemáticamente en relación con el precio de los bienes secundarios y terciarios con alto valor tecnológico y, por tanto, su crecimiento económico queda restringido por el patrón de producción y de comercio que siguen, a menos que reciban financiamiento externo. Si bien esta última opción impulsa el crecimiento en el corto plazo en virtud de que ‘resuelve’ la escasez de divisas, en el mediano y largo plazos tiende a revertir este efecto cuando los países tienen que pagar los servicios del endeudamiento adquirido durante las fases de crecimiento.

GRÁFICA 11.1 México: Términos de intercambio, 1970.01-2004.05



Fuente: Cálculos propios basados en información del Banco de México, 2004.

Para el caso de México, la REC se ha tratado de reducir con el cambio de modelo de crecimiento basado en la intensificación de exportaciones manufactureras. Particularmente, en los últimos 20 años se ha dado un sesgo exportador hacia los bienes manufacturados y, en paralelo, la exportación de bienes primarios tradicionales ha caído de manera considerable. En ese sentido, hay que reconocer que el cambio del patrón de crecimiento impulsado por el gobierno mexicano desde mediados de la década de 1980 ha sido *muy exitoso* debido a que ha modificado notablemente la composición de las exportaciones. Por ejemplo, la exportación de maquilas respecto al total pasó de 14% en 1980, a 47% en 2003 (Banxico, 2004). Sin embargo, esta misma dinámica ha acentuado la alta dependencia de importaciones intermedias y de capital que se traduce en un déficit comercial de carácter estructural.⁶ Al respecto, podemos señalar que las importaciones productivas de las últimas tres décadas han representado en promedio 90% del total, lo que explica la alta elasticidad ingreso de las importaciones y, por ende, la REC.

La hipótesis de la REC fue desarrollada inicialmente en el seno de la CEPAL y por otros economistas estructuralistas latinoamericanos entre 1950 y 1977. El argumento central plantea que el libre comercio, por las características estructurales ya referidas, lejos de cumplir con las propiedades de convergencia que sostiene el modelo *Hecksher-Ohlin-Samuelson*, empobrecería sistemáticamente a los países atrasados.

Esta hipótesis estructuralista o cepalina fue formalizada y probada empíricamente a fines de los años setenta del siglo anterior por Thirlwall (1997a) y luego por Atesoglu (1993 y 1995) para explicar la reducción del crecimiento de los países desarrollados como Estados Unidos y Canadá, entre otros, y recibió respaldo en la literatura poskeynesiana con el

⁶ Este sesgo inherente al patrón productivo que se adoptó para la inserción en la globalización se plasmó en la especificación de las ecuaciones de exportaciones e importaciones que se definió en el capítulo 7, en donde se manifiesta una importante circularidad causal entre exportaciones e importaciones.

nombre de *Ley de Thirlwall*⁷ (*op. cit.*), que establece que la tasa de crecimiento económico de largo plazo con equilibrio comercial (y^e) de cualquier economía está determinada por la relación entre la tasa de crecimiento de las exportaciones (x) y la elasticidad ingreso de las importaciones (π):⁸

$$y^e = \frac{x}{\pi}$$

Esto implica que cuando se crece por arriba de y^e , se incurre en un déficit comercial, y por debajo, en un superávit.

De esta manera, se concluye que si el gobierno mexicano desea revertir el rezago histórico en materia de crecimiento económico de las últimas dos décadas y pretende que la economía crezca a tasas cercanas a 7% –manteniendo constante la tasa de crecimiento de las exportaciones (x)–, estaríamos asumiendo que la elasticidad ingreso de las importaciones (π) se tendría que reducir severamente, lo que exige un fuerte cambio estructural en el aparato productivo (en particular en manufacturas) que exigiría abatir drásticamente la dependencia de las importaciones productivas.⁹ Por ello es que conseguir ese objetivo tendría que combinarse con un cambio estructural en el aparato productivo (disminución de π), como ocurrió con el modelo de sustitución de importaciones en los años de la posguerra y que propició altas tasas de crecimiento del producto.

11.1.2 CRECIMIENTO Y BALANZA COMERCIAL EN MÉXICO

Los desequilibrios comerciales que de manera sistemática ha registrado la economía de México se deben básicamente a la ausencia de un sistema productivo nacional sólido que asegure la producción de los bienes de capital y, sobre todo, intermedios requeridos por la industria. A pesar de la fuerte dinámica exportadora de las dos últimas décadas esta dependencia no se ha modificado sustancialmente, por lo que la alta elasticidad ingreso de las importaciones, y no tanto las presiones inflacionarias, sigue restringiendo de manera fundamental la posibilidad de obtener mayores tasas de crecimiento.

Este fenómeno constituye un hecho estilizado para el conjunto de las economías latinoamericanas (López y Cruz, *op. cit.*), no obstante que los procesos de reformas estructurales –entre ellos el de apertura y liberalización comercial– fueron tan intensos que hicieron que sus exportaciones crecieran “a una tasa promedio casi cuatro veces mayor que la del producto entre 1990 y 2003”. Esto significa que las exportaciones, por las razones referidas, no se han constituido en un franco motor del crecimiento. Mientras que ha ocurrido exactamente lo contrario en Asia, en donde “dicha relación fue de 1.4 en Taiwán (China), 1.6 en China y 1.8 en la República de Corea e India” (CEPAL, 2004a: 30).

⁷ Diversos trabajos empíricos, para diferentes países, han demostrado su validez. Su cumplimiento ha valido para que en la teoría económica poskeynesiana se le considere una regularidad y se le acepte como ley. Al respecto, pueden revisarse los siguientes trabajos: Atesoglu (1993, 1995 y 1997), Moreno-Brid (1998), Richards-Elliot & Rhodd (1999), López y Cruz (2000), Loría (2001a y 2003c).

⁸ Como se observa, esta ley ignora la importancia o incidencia del tipo de cambio en y^e , cuestión que han destacado Loría (2003c) y López y Cruz (1999), quienes demuestran que esa variable influye en el crecimiento y en su estabilidad, por lo que no puede depreciarse. Recuérdese que en el capítulo 6 se demostró esta misma hipótesis.

⁹ El valor histórico estimado por varios autores de la elasticidad ingreso de las importaciones varía notablemente de acuerdo con el periodo de análisis, la especificación y la técnica empleada. Así, Loría (2001a) la estima en 3.5, Loría (2001c) en 5.4 y Moreno-Brid (1998 y 1999) en 3.14. De cualquier manera son elasticidades muy altas que respaldan nuestro argumento principal.

CUADRO 11.2 México: Grado de apertura comercial, 1940-2003

Año	X/Y	M/Y	$\frac{X+M}{Y}$
1940	6.6	9.2	15.8
1950	10.7	11.1	21.8
1960	6.3	10.8	17.1
1970	5.1	11.5	16.6
1980	8.0	15.2	23.2
1990	14.1	15.0	29.1
1994	17.2	22.2	39.4
1995	23.9	20.2	44.1
1996	26.8	23.6	50.4
2000	35.2	37.7	72.9
2003	34.1	36.6	70.7

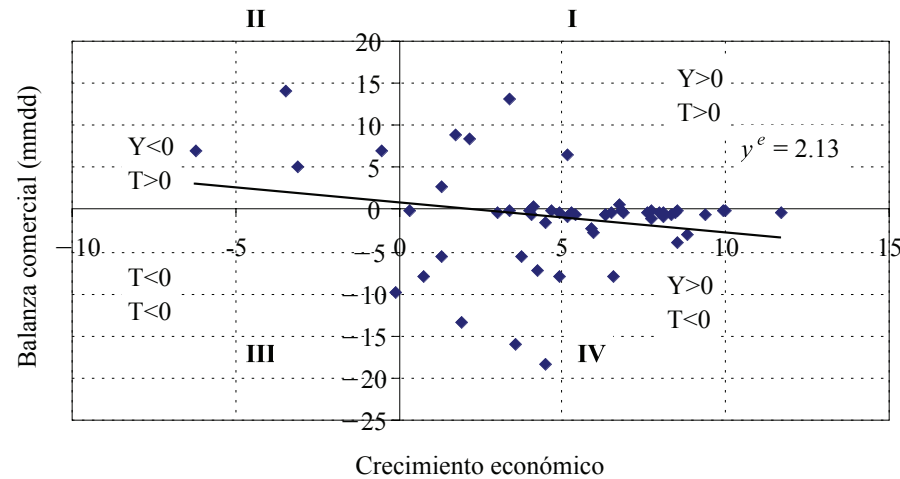
Fuente: Cálculos propios basados en datos de INEGI (varios años).

Si graficamos el saldo de la balanza comercial y la tasa de crecimiento del producto para el periodo 1950-2003 podemos respaldar intuitivamente la hipótesis de la REC, que en la gráfica 11.2 se expresa mediante una línea de ajuste que al tocar la abscisa determina y^e . Esta cifra se confirma al hacer una regresión lineal muy simple que sólo involucra a las variables graficadas y que arroja el resultado siguiente:

$$T = 0.744 - 0.349 \cdot y \quad R^2 = 0.044.$$

A partir de esta gráfica se delinearán claramente cuatro cuadrantes que permiten entender sucintamente la posición que en los últimos 50 años ha predominado en la economía mexicana.

GRÁFICA 11.2 México: Crecimiento y balanza comercial, 1950-2003

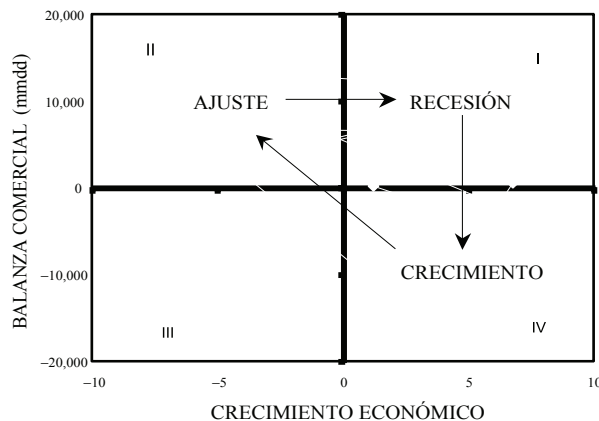


Fuente: Cálculos propios basados en datos de INEGI.

El primer cuadrante es el más deseable, porque asocia de manera positiva crecimiento económico ($Y > 0$) con superávit comercial ($T > 0$). Lamentablemente, la economía mexicana se ha ubicado en él por periodos muy cortos, sólo durante procesos de recuperación posteriores a graves contracciones económicas (particularmente en 1984, 1985, 1987 y 1996). El segundo cuadrante es característico de la aplicación de programas de ajuste ortodoxos (por ejemplo, 1983-1987 y 1995) que generan recesión y, consecuentemente, dramáticas reducciones de importaciones que generan superávit comercial. El menos deseable es el tercer cuadrante, toda vez que asocia recesión y déficit comercial; por fortuna México no se ha ubicado en este cuadrante, aunque países como Argentina lo sufrieron al final del sistema de *caja de conversión*, cuando tasas de crecimiento de -3.4 , -0.8 y -4.5 se asociaron a déficits comerciales de -7.61 , -4.95 y -1.6 miles de millones de dólares para 1998, 1999 y 2000.¹⁰

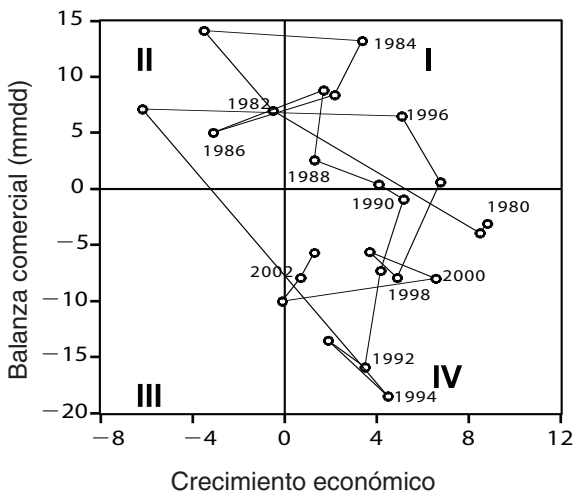
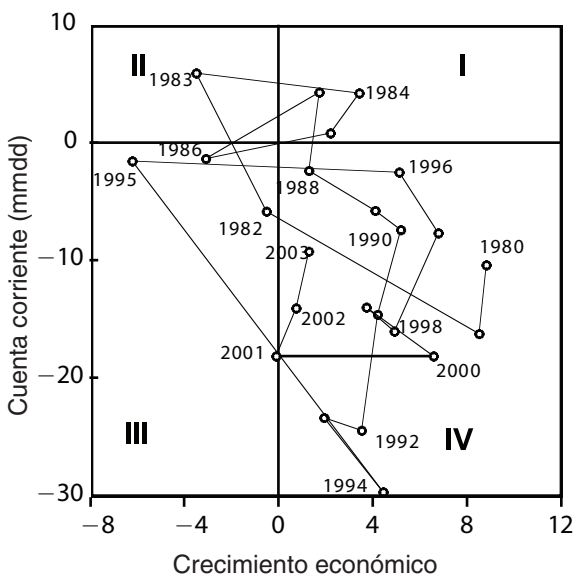
Se aprecia con claridad que entre 1950 y 2003 la economía mexicana se ha localizado principalmente en el cuadrante cuatro, lo cual también ha sido válido para el periodo correspondiente al NAFTA. Este cuadrante corresponde a la combinación de crecimiento económico y déficit comercial, y por su regularidad puede considerarse un hecho estilizado de la REC. En efecto, históricamente la economía mexicana se ha movido siguiendo una trayectoria triangular: del cuadrante IV al II y posteriormente al I, para localizarse una vez más en el cuadrante IV cuando el crecimiento económico se reinicia (véase la gráfica 11.3a). A esta dinámica se le podría denominar *triángulo de la REC*. Ésta es otra forma de especificar la presencia de un *círculo vicioso* entre crecimiento económico y desequilibrio externo que, además de explicar el origen de la REC, constituye una hipótesis explicativa alternativa de los ciclos económicos. Esta dinámica también aplica para la cuenta corriente.

GRÁFICA 11.3a Triángulo de la REC



En las gráficas 11.3b y 11.3c se analiza con mayor detalle lo ocurrido desde 1980. A medida que las reformas estructurales avanzaron (en especial desde 1989), la economía pasó rápidamente al cuadrante IV, pero siguiendo una trayectoria sur-suroeste; esto es, menores tasas de crecimiento se comenzaron a asociar con mayores déficits comerciales. Esto indicaría que la REC se agudizó justo cuando las reformas estructurales fueron aplicadas con mayor intensidad y que también se asociaron a apreciaciones cambiarias muy severas.

¹⁰ Fuente: Econstats.com.

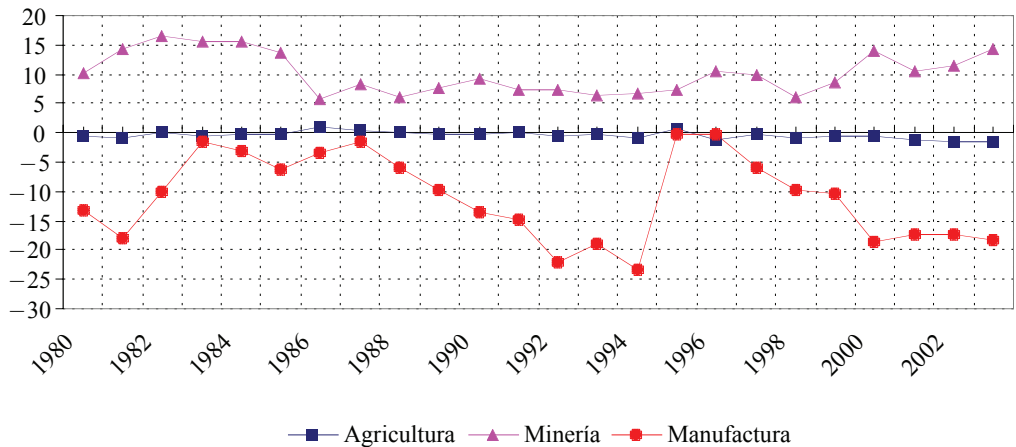
GRÁFICA 11.3b México: Crecimiento económico y balanza comercial, 1980-2003**GRÁFICA 11.3c México: Crecimiento económico y cuenta corriente, 1980-2003**

Nuestra hipótesis central se corrobora de nueva cuenta cuando se identifica que el déficit comercial endémico se explica esencialmente por la incapacidad del sector manufacturero mexicano en su conjunto para generar sus propias divisas, lo cual lo coloca, dentro de nuestro enfoque, como el sector que explica centralmente la REC.

La gráfica 11.4 indica con claridad que, al menos desde 1980, el sector manufacturero ha presentado elevados déficit en su balanza comercial, contrario a lo que ocurre con la agricultura y la minería. La división I agricultura (constituida por las ramas agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca) ha mantenido en general su carácter deficitario (pero moderado), sin observar un cambio notable en su tendencia de largo plazo. La minería presenta un superávit comercial moderado pero permanente, y la gran división III manufactura, en cambio, explica sin duda el déficit comercial de toda la economía, particularmente al reactivarse el crecimiento como lo fue entre fines de la década de 1980 y 1994 y luego

desde 1996. Destaca que entre 2000 y 2003 ese déficit se mantuvo estable debido a que el crecimiento económico fue prácticamente nulo. Dicho de otra manera, cuando la economía no crece o lo hace con lentitud, el desequilibrio externo de la manufactura es estable; pero cuando se reinician las fases de crecimiento, las importaciones productivas crecen más que proporcionalmente, con lo que la balanza comercial se afecta con rapidez, no obstante que aumenta la proporción de manufacturas en las exportaciones totales. Ésta es otra forma de corroborar lo que hemos dicho a lo largo de esta sección.

GRÁFICA 11.4 Balanza comercial por gran división, 1980-2003
(miles de millones de dólares)



Fuente: Cálculos propios basados en CAPEM (varios años).

Hasta este momento el análisis de la REC se ha hecho de una manera intuitiva, con gráficas y cuadros que respaldan nuestra hipótesis central.

Para tener una comprensión más profunda y un conocimiento sistematizado es necesario recurrir a la econometría, con la cual podemos encontrar regularidades del comportamiento de las variables para periodos largos.

Podemos hacer una extensión de la *Ley de Thirlwall* (que con su versión original sólo se refiere a la balanza comercial) incorporando ahora a la cuenta corriente, con la cual incorporamos el rasgo financiero de la dependencia económica de los países en desarrollo.

Retomando nuestro modelo keynesiano estimado en la sección 7.2.7 para la ecuación de determinación de la cuenta corriente, calculamos que y^e para todo el periodo de análisis es 2.56%.¹¹

Como vemos, la econometría nos puede dar cifras precisas para comprender una restricción estructural sobre el crecimiento económico de un país.

¹¹ Recordemos que un cálculo muy intuitivo que hicimos con una regresión lineal que se presenta en la gráfica 11.2 arrojó un resultado de 2.13%, considerando solamente a la balanza comercial. Ambos resultados fueron sorprendentes.

11.2 ANÁLISIS DE POLÍTICA

Introducción

Los modelos macroeconómicos estructurales son también muy útiles para evaluar los múltiples efectos macroeconómicos que pueden tener las medidas de política económica y/o choques externos de diversa naturaleza. Los técnicos que asesoran a los *hacedores de política*¹² generalmente simulan diferentes escenarios a partir de aplicar choques a sus modelos y hacen predicciones condicionadas sobre los valores futuros de las variables relevantes bajo cada opción. La bondad de estos análisis es que dan la oportunidad de medir y conocer los efectos que se generan en todo el sistema económico y su duración. En contraste, los modelos uniecuacionales estructurales sólo permiten hacerlo sobre una sola variable y los modelos univariantes de series de tiempo no permiten realizar este análisis, debido a que su objetivo consiste en establecer un pronóstico a partir de identificar una adecuada estructura de rezagos de la misma variable.

De acuerdo con lo antes dicho, el análisis de política económica puede atender –entre otras muchas– a las siguientes preguntas: ¿Cuál sería el efecto de una devaluación de 30% del tipo de cambio real sobre las principales variables macroeconómicas? ¿Cuáles serán los efectos macroeconómicos de una recesión de la economía estadounidense en la economía mexicana? O bien, ¿cuáles serían los efectos de una reforma fiscal impositiva sobre las principales variables macroeconómicas?

Todas estas preguntas son muy comunes en el análisis macroeconómico y para la definición de política económica, y un modelo completo bien especificado debe ser capaz de responderlas.

Por los propósitos de esta sección sólo nos avocaremos a la última, para lo cual utilizamos la versión 3.2 de *Eudoxio: modelo macroeconómico de la economía mexicana*, que es un modelo completo, de tamaño mediano, constituido por 117 ecuaciones, 28 de ellas de comportamiento, 24 de equilibrio y 65 transformaciones algebraicas.¹³

11.2.1 LOS EFECTOS MACROECONÓMICOS DE UNA REFORMA FISCAL EN MÉXICO: UN EJERCICIO DE SIMULACIÓN¹⁴

Introducción

Después del fracaso de las políticas populistas de la década de 1970 en América Latina y de la fuerte reducción del crecimiento en los años posteriores, se ha consensuado a escala mundial que la disciplina fiscal es crucial para el buen funcionamiento de largo plazo de cualquier economía. Esto se debe a que el financiamiento de déficit públicos elevados necesariamente aumenta las tasas de interés y, por tanto, deprime el consumo y la inversión privados. Asimismo, se convierte en un detonante y, muchas veces, acelerador de la inflación y del desequilibrio de la cuenta corriente. Es por ello que al menos desde la consolidación del *Consenso de Washington* a fines de la década de 1980 se ha determinado la necesidad imperiosa de que las economías emergentes reformen sus sistemas fiscales, tanto por el ingreso como por el egreso.

Para el caso de aquellas economías en desarrollo altamente dependientes de la exportación de algún bien primario –que, por lo general, es de monopolio estatal–, existe una

¹² Este término es un anglicismo directo que proviene de *policy makers*.

¹³ Por razones de presentación no se expone todo el sistema, pero basta con saber que sigue la misma estructura y lógica de la metodología que hasta aquí se ha expuesto.

¹⁴ Se publicó originalmente en Loría y Brito (2001d), y Loría (2001f). La versión actual presenta cambios importantes.

enorme dependencia tanto de divisas como de los ingresos fiscales respecto al ciclo económico mundial. Esto es así en virtud de que históricamente los gobiernos de los países con esas características han preferido hacer recaer el ingreso fiscal en esos productos y no en la renta de las personas, para evitar deteriorar el magro bienestar de amplios sectores sociales y con ello evitar conflictos políticos.

11.2.1.1 EL PROBLEMA FISCAL EN MÉXICO

Con los gobiernos populistas que estuvieron en el poder entre 1970 y 1982, la economía mexicana observó déficit fiscales crecientes que para ese último año alcanzó un nivel récord de 16% como proporción del producto. Los años siguientes fueron de fuertes correcciones de ese equilibrio, pero como consecuencia de actuar principalmente por el gasto y no por el ingreso. De esta suerte, el “éxito” de la corrección fiscal se respaldó de manera fundamental en la primera variable en virtud de que el gasto público pasó de representar el 40% del PIB hacia 1981, a sólo 23% en 1994.

Esto trajo consigo una pérdida del dinamismo de toda la economía y una afectación de la política de gasto social que, muy probablemente, polarizó aún más las desigualdades sociales y económicas del país. Por lo tanto, se dejó ver que si bien se había obtenido el equilibrio fiscal, éste no era generado por elevar la captación sino casi exclusivamente por reducir el gasto.¹⁵

Las reformas estructurales aplicadas durante la década de 1980 tuvieron costos sociales importantes que evidenciaron el problema de la escasa recaudación fiscal del gobierno y de su alta dependencia de los ingresos petroleros. Asimismo, cada vez se fue haciendo más evidente la creciente necesidad de que el gobierno ampliara su margen de actuación en varios ámbitos económicos y sociales.

Por tal razón, hacia el año 2000 se planteó la necesidad de realizar una reforma integral que corrigiera finalmente este problema. Sin embargo, este planteamiento no era de manera alguna novedoso, debido a que desde fines de la década de 1950 existía un amplio consenso no sólo dentro de los círculos hacendarios sino también en sectores académicos, en el sentido de que la estructura impositiva mexicana adolecía de serias deficiencias que, al cabo de varias décadas, se han vuelto por demás obvias.

Conviene mencionar algunas reflexiones hechas por Nicholas Kaldor en 1964, y que aún ahora son un punto central de la discusión en la materia. Kaldor afirmaba en ese momento: “hay necesidad urgente de una reforma radical y general del sistema impositivo de México”, particularmente por dos razones:

- a) “Los ingresos corrientes provenientes de los impuestos son inadecuados para las necesidades de una comunidad dinámica, con un rápido crecimiento de población y necesidades de desarrollo acelerado. El ingreso fiscal corriente proveniente de los impuestos [...] en México es de alrededor del 9% del PNB, y se encuentra entre los más bajos del mundo.”
- b) Existe una creciente desigualdad entre los estratos de ingreso que “junto con el carácter regresivo del sistema impositivo actual [se refiere a la situación imperante en ese entonces y que no ha cambiado significativamente], *amenaza con minar el edificio social, poniendo así en peligro* las perspectivas de una evolución pacífica y *constitucional de la sociedad*” (p. 29, el subrayado es nuestro).

Se debe enfatizar que estamos hablando de principios de la década de 1960, cuando México gozaba de una fase de desarrollo bastante exitosa, conocida como de *desarrollo estabilizador*, durante la cual existían bajas tasas de inflación –incluso por algunos años

¹⁵ Este ejemplo real demuestra que el concepto de equilibrio no debe asociarse automáticamente a bienestar o a una condición óptima, sino tan sólo a la coincidencia de variables.

inferiores a las de Estados Unidos—, no había problemas fiscales apremiantes ni vencimientos importantes de deuda. Por otro lado, el tipo de cambio era fijo y no existían presiones sobre la balanza de pagos que amenazaran la estabilidad de las tasas de interés ni de otras variables macroeconómicas cruciales. En síntesis, México era un país política y económicamente muy estable y disfrutaba de altas tasas de crecimiento.

El estrangulamiento en la política de gasto, que ya era inocultable hacia principios del año 2000, y el cambio de régimen político en México revivieron la larga polémica fiscal, por lo que comenzaron a organizarse foros de discusión acerca de los beneficios de aumentar la recaudación. Sin embargo, el punto álgido de la discusión académica y política no era sólo ése, sino cómo conseguir el objetivo descrito sin dañar aún más el bienestar de la población ni el precario equilibrio político.

Vale la pena mencionar que desde el principio, la discusión se ubicó en un ámbito de beligerancia entre partidos políticos y de argumentos esencialmente cualitativos.

En este contexto, el análisis siguiente se expuso en diversos foros académicos y se publicó en los medios citados. Su objetivo fue tratar de aportar datos numéricos concretos que pudieran dar base y sustento técnico a la discusión que tan agriamente se estaba dando en la arena política. Era necesario ubicar que este problema existía con claridad desde hacía cuatro décadas y que seguían existiendo amplias debilidades, entre las cuales pueden mencionarse las siguientes:

- a) Alta evasión fiscal en el pago del impuesto sobre la renta (ISR) y el impuesto al valor agregado (IVA).¹⁶ De acuerdo con cifras del Servicio de Administración Tributaria (SAT), el listado de contribuyentes activos es cercano a los 19 millones de personas (CIDE, 2000), lo que contrasta con los 32.9 millones de personas formalmente empleadas (Capem, varios años). Esta evasión, en mucho, se ha debido a inconsistencias en el esquema legal, una administración complicada, problemas de equidad (privilegios y exenciones) y mala proporcionalidad en la aplicación del impuesto, entre otros. Por otro lado, también cabe destacar que gran parte de los trabajadores no están en condiciones de pagar ISR debido al bajo monto de sus ingresos (véase el cuadro 11.3), lo que genera una grave restricción a la ampliación de la base tributaria. Como ejemplo basta decir que en 1999 se contabilizaron 7 millones 280 mil trabajadores que percibieron menos de un salario mínimo (INEGI, 2000). Como consecuencia de estos factores México tenía una evidente baja carga fiscal (11% como proporción del PIB para 1999), en comparación con otros países latinoamericanos como Chile (19%), Venezuela (17.5%), Bolivia (15%), y los países de la OCDE que en promedio recaudan 28% (Cantú, 2000).

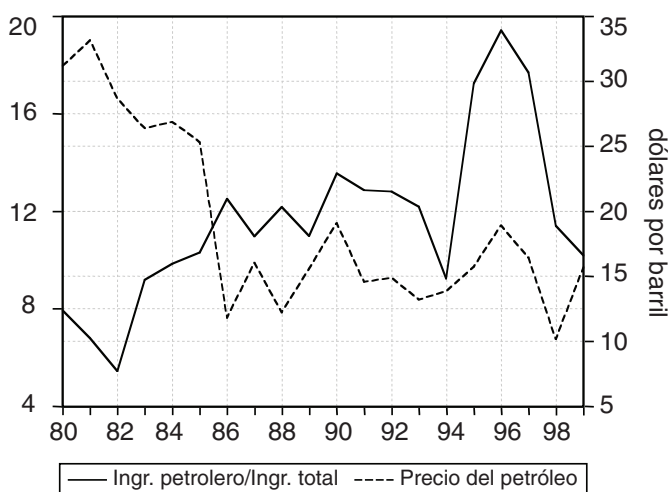
CUADRO 11.3 Distribución porcentual de la población urbana ocupada por nivel de ingreso, 1992-1999					
Año	De 0 hasta 2 s.m.	Más de 2 y hasta 5 s.m.	Más de 5 s.m.	No especificado	Total
1992	52.5	34.5	10.2	2.8	100
1993	47.8	37.3	11.5	3.4	100
1994	46.8	37.5	12.3	3.4	100
1995	51.2	34.2	11.2	3.4	100
1996	52.9	32.0	10.7	4.4	100
1997	52.5	31.2	11.1	5.2	100
1998	48.6	34.2	12.5	4.7	100
1999	47.1	36.6	11.5	4.8	100

Fuente: INEGI, 2000.
s.m. = Salarios mínimos.

¹⁶ Se calcula que los adeudos de los contribuyentes al fisco representan entre 1.5 y 2% del PIB (*Reforma*, 24 de noviembre de 2000, p. 1A).

- b) Aún existe una alta dependencia de los ingresos petroleros, pues la proporción del ingreso por exportación de petróleo respecto a los ingresos totales del gobierno ha tenido creciente importancia en algunos periodos, particularmente ha servido como fuente adicional de recursos en periodos posteriores a crisis económicas como en los años comprendidos entre 1982-1986 y 1994-1996. Entre 1980 y 1999 la proporción promedio de ingresos petroleros respecto al total fue de 11.4% –aunque han oscilado entre 5 y 20%–, lo cual indica que aun cuando los precios internacionales de este bien tienden a disminuir en el tiempo no ha ocurrido así en su contribución al total de ingresos (véase la gráfica 11.5). En particular, destaca que las fuertes fluctuaciones del precio internacional han impuesto necesariamente ajustes correlativos en el gasto público para contener el déficit.

GRÁFICA 11.5 Proporción de ingresos petroleros respecto al total fiscal y precio internacional de la mezcla de exportación, 1980-1999



En síntesis, los datos disponibles hacia el año 2000 concluían que la gran dependencia fiscal de los ingresos petroleros tornaba frágiles a las finanzas públicas, además de existir graves inconsistencias en la captación a través del IVA pues genera enormes distorsiones y regresividades sociales. Un estudio del CIDE (2000: 11) indicaba que el IVA es un gravamen regresivo debido a que “el 10 por ciento más rico de la población paga el 6.5 por ciento de su ingreso en IVA, mientras que el 10 por ciento más pobre paga el 11.4 por ciento de su ingreso”, de lo cual se puede inferir que los productos exentos y los gravados con tasa cero realmente no contribuyen a una carga fiscal equitativa entre los deciles de la población. Ante esto también se infería que ampliar la cantidad de productos que no estaban gravados y que tampoco pertenecían a la canasta básica de consumo –entre ellos varios alimentos procesados como los jugos–, no afectaría de manera significativa la proporción de IVA pagado respecto al ingreso total de los estratos más pobres.

Si bien una de las reformas básicas que se propuso el gobierno de Ernesto Zedillo era atender este grave problema, nunca pudo avanzarse en lo fundamental y fue uno de los principales objetivos que retomó el gobierno de Vicente Fox y seguramente también lo será para las siguientes administraciones hasta que no se construya una estructura hacendaria moderna y eficiente que atienda la parte tributaria o de la recaudación, la del gasto y la del sector financiero. De hecho, al día de hoy el problema hacendario ha empeorado

notablemente en virtud de la agudización de los problemas descritos, a los cuales se han añadido el de las pensiones y el de los rescates financieros.

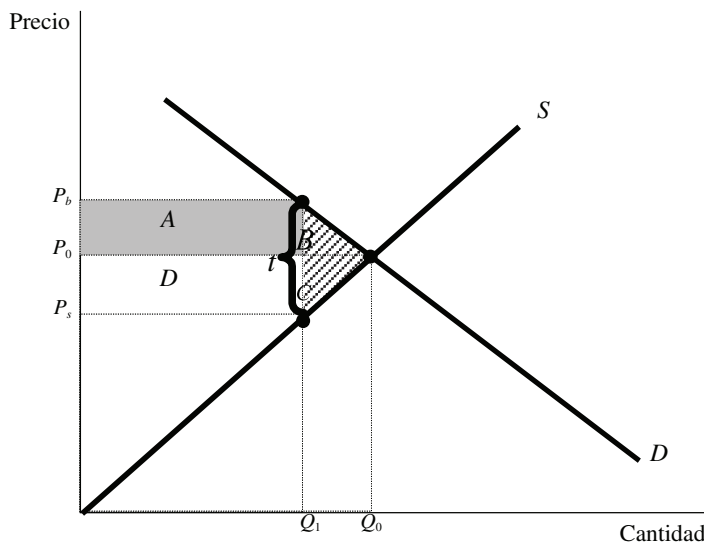
Uno de los aspectos centrales que ha hecho fracasar los diversos intentos de reforma fiscal tiene que ver con el gravamen a medicinas y alimentos procesados, que ha sido utilizado por los partidos políticos debido a su carácter impopular.

A partir de algunos conceptos elementales de microeconomía podemos explicar el efecto irrecuperable que genera al bienestar un impuesto aplicado al consumo y al ingreso. El hecho de que las medicinas, incluyendo a aquellas que atienden las *enfermedades de la pobreza*,¹⁷ sean gravadas por la imposición del IVA genera problemas regresivos importantes.

No es lo mismo aplicar un impuesto al consumo que un impuesto al ingreso. Si bien ambos deterioran el bienestar de la población, el más lesivo es el que va directamente al consumo.

En la gráfica 11.6 tenemos un mercado de equilibrio parcial, con las tradicionales curvas de oferta y demanda de un bien normal, con equilibrio en $Q_0 = P_0$. La aplicación de un impuesto genera un equilibrio diferente, ahora a la izquierda: el demandante tendrá que pagar el precio P_b y el oferente venderá al precio P_s . La diferencia es el valor que el gobierno se está adjudicando tanto porque el consumidor paga un precio mayor que el de equilibrio, como porque el productor recibe un precio inferior al de equilibrio y, en consecuencia, hay una pérdida de producción. La región $ABCD$ corresponde a la pérdida del excedente del consumidor y del productor. El segmento t corresponde a la magnitud del impuesto *ad valorem*.

GRÁFICA 11.6 Mercado de equilibrio parcial

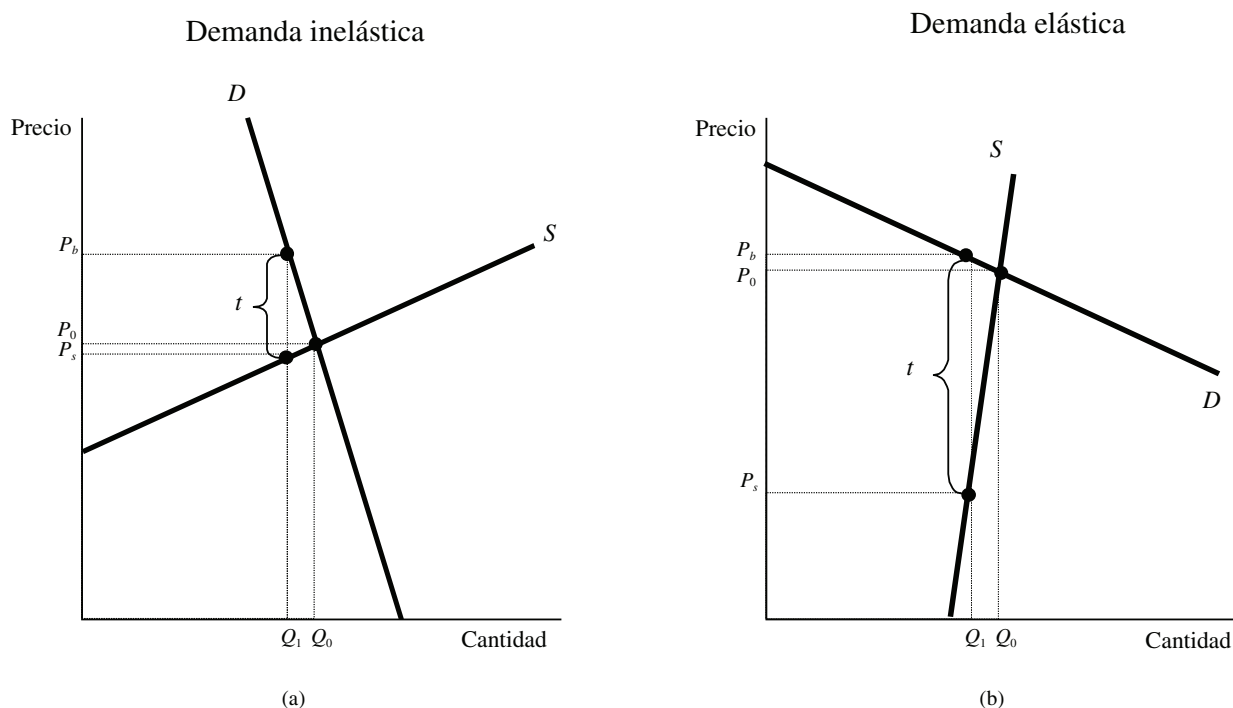


Ahora el punto central consiste en definir qué tipo de bien o de mercado estamos analizando. Si se trata de un mercado donde la demanda del bien es inelástica, es decir, que no es sensible a variaciones en el precio, estamos hablando del caso de la gráfica 11.7a, y que corresponde al de las medicinas, porque es un bien que no tiene sustitutos y se demanda

¹⁷ Que son las enfermedades infecciosas como: neumonías, diarreas, pulmonías y otras más que padece la gente pobre y todavía producen alta mortalidad en el país.

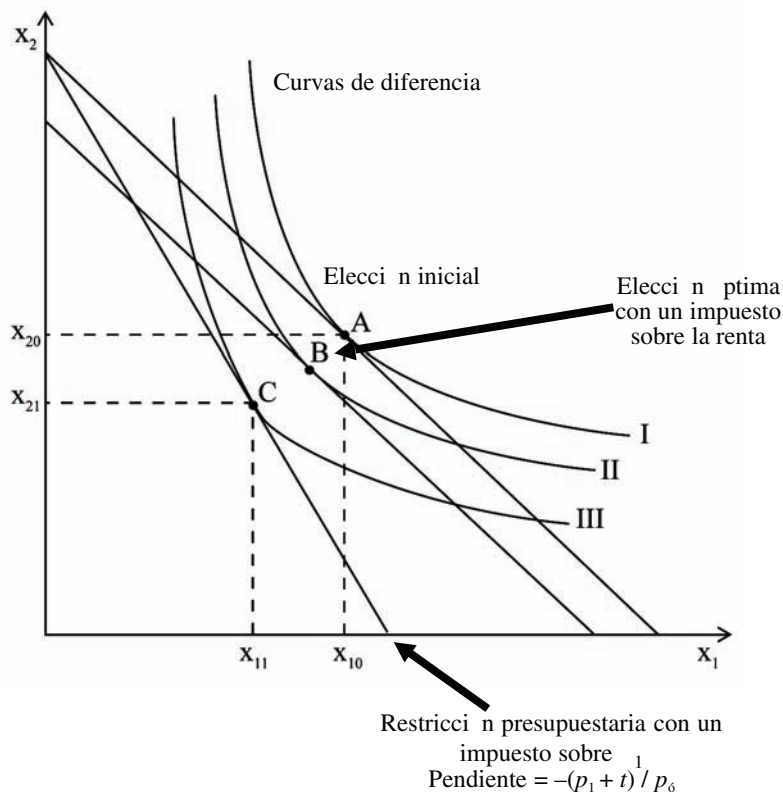
al precio que sea. En este caso, el efecto de la aplicación de un impuesto genera un efecto ingreso casi pleno y un efecto sustitución prácticamente nulo. La aplicación del impuesto recae de manera principal sobre el consumidor (proporción P_0/P_b) y muy poco sobre el oferente. El segmento t representa la pérdida de bienestar de productores y consumidores. Ocurre exactamente al revés cuando el bien es sustituible o elástico, como podría ser el de alimentos procesados que consumen clases medias y altas (gráfica 11.7b), donde hay un gran efecto sustitución y, por lo tanto, un efecto ingreso muy bajo.

GRÁFICA 11.7 Tipos de demanda



El análisis de elasticidades para los bienes que serán gravados es crucial, sobre todo cuando se trata de bienes inelásticos que tienen que ver con el consumo del 40% de la población mexicana que es pobre, independientemente de cómo definamos la pobreza.

En la gráfica 11.8 se indica que si partimos de una elección inicial (punto A), cuando se aplica un impuesto al ingreso la curva de indiferencia se desplaza a la izquierda, lo que conducirá inevitablemente a un equilibrio de bienestar inferior. Pero cuando se aplica al consumo se sesga la elección. Si en el eje x_1 graficamos a las medicinas y en el eje x_2 al resto de los bienes, el efecto en pérdida de bienestar para una persona enferma tendrá que ser mayor (equilibrio en el punto C).

GRÁFICA 11.8 Contraste de los efectos de la aplicación de un impuesto al consumo y al ingreso

El impuesto a medicinas hará que los estratos sociales de menores ingresos reduzcan inevitablemente su consumo y tratarán de compensarlo con una reducción más que proporcional de los otros bienes que no son vitales para la sobrevivencia. Ésta es una elección racional que deberá adoptar el individuo.

11.2.1.2 EJERCICIO ECONÓMÉRICO

Para evaluar opciones de gravámenes que eleven los ingresos fiscales, partimos de un principio elemental que no puede desconocerse: “en la ciencia económica nada es gratis”. Por definición, cualquier decisión implica una disyuntiva (*trade off*) que el individuo debe cuantificar y a partir de ello elegir la que sea menos costosa en función de identificar un vector de variables que considere las más importantes para basar esa decisión. En este sentido, sabemos que la aplicación de impuestos y subsidios genera inevitablemente distorsiones económicas. De lo que se trata es de minimizarlas y de potenciar los efectos positivos. Estos elementos son los que se tomaron en cuenta en la realización de este ejercicio.

Por las consideraciones teóricas de la sección precedente, y con base en las simulaciones que hicimos en *Eudoxio*, exploramos alternativas menos lesivas que la propuesta original del gobierno. El ejercicio de simulación se basó en la aplicación de una reforma fiscal –exclusivamente por el lado del ingreso– consistente en dos ejes centrales:

- en la ampliación de la base tributaria de 15% (lo cual se hizo elevando el valor de la constante de regresión de la ecuación), a fin de incrementar los recursos provenientes del pago del IVA por concepto de declaración de ingresos; y

- b) en el incremento de 15% al parámetro estructural de la masa salarial en la función del impuesto sobre la renta. La justificación de esta propuesta se basó en el hecho incuestionable de que hay una altísima evasión fiscal y de que la parte de la población que es gravable es sobre la que debe recaer la parte central de los impuestos y no sobre la gente que no puede pagar por lo limitado de sus ingresos. Para tener una idea más clara de cómo se incorporaron estos efectos, presentamos las ecuaciones de comportamiento de los ingresos fiscales:

$$\text{LIVA} = -286025657 + 0.217599704 \cdot \text{LIVA}(-1) + 0.814028634 \cdot \text{LOG}((\text{CE} + \text{IFP})) \cdot \text{PC}$$

$$\text{LISR} = -1.311547047 + 0.3050452013 \cdot \text{LISR}(-1) + 0.3743345538 \cdot \text{LOG}(\text{NE} \cdot \text{WN}) + 0.3150995859 \cdot \text{LEXOP}(-1) + 0.3681824793 \cdot \text{DUMISIR}$$

donde:

IVA = impuesto al valor agregado; CE = consumo privado; IFP = inversión fija bruta del sector privado; PC = precios al consumidor; ISR = impuesto sobre la renta; NE = empleo total registrado por el sistema de cuentas nacionales, que no corresponden con los registrados en el IMSS; WN = salario medio nominal; EXOP = excedente de operación de las empresas; DUMISIR = variable ficticia que capta el efecto de la política económica aplicada en 1988 a través del Pacto de Solidaridad Económica.¹⁸ La letra L representa el logaritmo de las variables.

Los resultados obtenidos en términos de elasticidades (véase el cuadro 11.4) son muy reveladores; por cada punto porcentual que aumentan el IVA y el ISR combinadamente tenemos una recaudación total mayor en 0.32 y 0.33%, y al mismo tiempo el efecto negativo sobre el PIB es casi cero; es decir, dado que con esta opción estamos afectando en menor medida el consumo de las personas y, sobre todo, el consumo de bienes sustituidos, el efecto en el PIB es prácticamente despreciable y el efecto sobre la inflación no es muy significativo. Donde recae de manera principal el peso de la reforma es en el ingreso disponible, cuya elasticidad es de -0.06, que es la más alta de los componentes de la demanda. Otro de los beneficios de esta modalidad de reforma fiscal, es el efecto prácticamente nulo en la inversión privada y de corrección del sector externo; este último generado justamente por la reducción del ingreso disponible.

Aquí estamos eliminando la aplicación de impuestos a importaciones, porque estamos considerando que las condiciones de libre mercado dificultan su operación.

CUADRO 11.4 Elasticidades generadas de la reforma fiscal

Ingresos tributarios	0.323
Como % del PIB	0.335
PIB	-0.012
Ingreso disponible	-0.057
Consumo privado	-0.040
Inversión privada	-0.014
Inflación	N. S.
SBC	0.619
Cuenta corriente	0.361
Empleo	-0.007
Demanda agregada	-0.018

N. S. = No significativo.

¹⁸ Recordemos que éste fue un programa de ajuste que se inició en diciembre de 1987 y que prácticamente se abandonó hacia el primer año de la administración del presidente Zedillo, en 1995. Este programa fue muy exitoso en abatir el componente inercial de la hiperinflación que se vivió hacia 1986-1987 y se basó de manera fundamental en una eficiente política de ingresos. Una buena recopilación de artículos sobre este programa y el contexto del desarrollo de la economía mexicana puede verse en Bazdresch *et al.* (1992) y Brothers y Solís (1992).

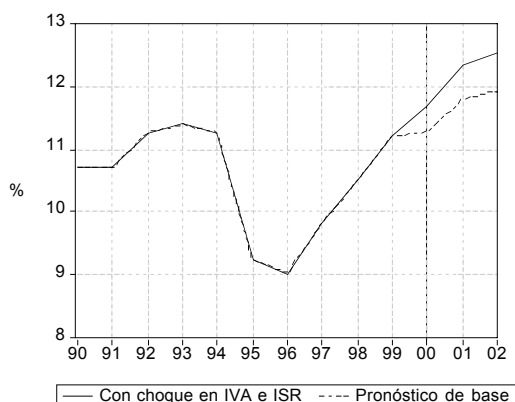
Las elasticidades anteriores se calcularon de la manera siguiente:

$$\varepsilon_i = \frac{\left[\left(Y_{it}^c / Y_{it}^s \right) \right]}{\left[\left(Z_t^c / Z_t \right) \right]}$$

donde ε_i la elasticidad correspondiente para cada variable; Y_{it}^c y Y_{it}^s son la variable endógena afectada por el choque y la que se obtuvo de la simulación de base, respectivamente; Z_t^c es la variable afectada por los cambios en los parámetros de las funciones originales Z_t .

En la gráfica 11.9 podemos ver el efecto en la recaudación. A partir del ejercicio de simulación y considerando que el choque se aplica en el año 2000, se observa que aumenta la captación fiscal progresivamente como proporción del producto.

GRÁFICA 11.9 Proporción de ingresos tributarios respecto al PIB, 1990-2002



Ante estos resultados podemos concluir que: *a)* el incremento en los ingresos tributarios a través de la modalidad que previamente definimos tendría efectos contractivos poco significativos; *b)* resulta evidente que estas medidas contribuirían a reducir el déficit fiscal y el déficit externo; *c)* con esto se elevaría sustancialmente la capacidad de maniobra del gobierno, y *d)* se reduciría la fragilidad fiscal y, de manera muy importante, la fragilidad del crecimiento económico al disminuir la dependencia del ingreso petrolero.

11.3 PRONÓSTICO

Introducción

Ya comentamos en capítulos anteriores –en el 5 particularmente– que gran parte de la crítica a los modelos macroeconómicos recayó en las fallas de pronóstico que tuvieron en la década de 1970. Pero también comentamos que esas fallas no sólo se debieron a problemas de construcción y metodología, sino también a que la estructura económica mundial cambió abruptamente y a que los modeladores no fueron capaces de captar con rapidez y precisión estas alteraciones, por lo que se buscaron opciones ateóricas más baratas basadas exclusivamente en la construcción de modelos uniecuacionales y univariados, de polinomios autorrezagados a partir de la metodología Box-Jenkins.

Sin embargo, los econométristas que siguieron creyendo en el gran poderío de los modelos estructurales hicieron reespecificaciones e incorporaron progresivamente nuevos instrumentos estadísticos y argumentos teóricos para tratar de reducir el rezago de estos modelos frente a la aparición de nuevos fenómenos económicos.¹⁹

Desde entonces se generó una parafernalia de contrastación en cuanto a la capacidad de predicción de los modelos y se descuidaron en gran medida las argumentaciones teóricas. Según algunos, los modelos de series de tiempo parecieron una opción mucho más adecuada. Sin embargo, con el paso del tiempo también se demostró que incurrían en imprecisiones en sus pronósticos.

De hecho, la discusión respecto a qué modelos son más eficientes para pronosticar no ha alcanzado conclusiones definitivas. Eso lo tratan Intriligator *et al.* (1996: 527 y ss.) cuando listan varios estudios que han buscado una respuesta categórica. Por ejemplo, citan el artículo de McNees (1988) en el que se contrastan diez organismos de pronóstico que utilizaron diferentes técnicas econométricas. Una importante conclusión de este estudio es que ningún pronosticador dominó para todas las variables. Todos los pronosticadores tenían debilidades y fortalezas. Este autor también encontró que la precisión en el pronóstico ha mejorado en las últimas décadas y que, en general, los modelos macroeconómicos son ligeramente más precisos que los ARIMA.

En 1972 Nelson demostró que el modelo MPD (Modelo de la Reserva Federal de EU) derrotó 12 de 14 veces a los modelos ARIMA (*ibid.*: 530). En esta misma línea de análisis, Intriligator *et al.* (*op. cit.*: 530-532) señalan que Wallis (1989) hizo un análisis histórico de los pronósticos macroeconómicos en el Reino Unido entre las décadas de 1960 y 1980 y llegó a cuatro conclusiones:

a) *Ningún modelo de pronóstico dominó a los demás*

Esto lo hizo a partir de cuatro grupos de pronóstico: The London Business School Model, The Liverpool Model, National Institute of Economic Research y The Model of City University of London Business School.

Encontró, al igual que McNees, que los modelos macroeconómicos estructurales pronostican mejor que los de series de tiempo (ARIMA), incluyendo también los modelos VAR (*ibid.*: 530-531).

b) *Algunos periodos son más difíciles de pronosticar que otros*

Por ejemplo 1975-1976, cuando hubo choques de oferta muy frecuentes e inesperados. De igual modo, desde principios de este siglo el pronosticar se ha vuelto muy difícil y complejo, lo que ha expuesto a los modelos a cometer muchos errores. Alan Greenspan lo consignó así el 25 de septiembre de 2002: “éste es uno de los periodos más difíciles para pronosticar que hayamos enfrentado”. En ese tenor, alguien ha dicho que “el futuro ya no suele ser como antes”.

c) *La precisión del pronóstico ha mejorado con el tiempo*

Aunque no explica las razones que a nuestro ver son cruciales, esto bien puede deberse al impresionante desarrollo computacional y de software, a la mayor precisión en los datos macroeconómicos y a la mayor accesibilidad y oportunidad de la información. Otro factor explicativo puede ser que los pronosticadores ahora usan técnicas mixtas que, apoyadas con mayor disponibilidad de indicadores oportunos y adelantados, permiten afinar sistemáticamente los pronósticos. En ese mismo sentido, debemos aceptar que la proliferación de publicaciones periódicas de consensos –a nivel de la prensa nacional– ha hecho que los pronosticadores se alineen y, con ello, reduzcan sus márgenes de error.

¹⁹ Brayton *et al.* (1997), en ese sentido, presentan los cambios que progresivamente fueron sufriendo los modelos usados por la Reserva Federal de Estados Unidos.

d) *Hay diferencias notables al pronosticar distintas variables*

Por ejemplo, el tipo de cambio, la inflación, la inversión (pública y privada), el precio de los *commodities*²⁰ y los indicadores de los mercados financieros son más volátiles que el consumo u otras variables de naturaleza esencialmente estructural.

11.3.1 PRONOSTICAR UN MUNDO TURBULENTO

Los pronosticadores que utilizan las técnicas econométricas saben que, independientemente del método de estimación y de pronóstico que utilicen, la creciente complejidad del mundo real, así como el florecimiento de conflictos sociales y políticos y la ocurrencia de desastres naturales, que por desgracia cada vez son más frecuentes, pueden sobreponerse a la técnica estadística más depurada. En último caso, ésta es una consecuencia de que la realidad es cada vez más compleja y volátil, no de que la modelación sea incorrecta. En ese sentido, en la medida que los modeladores incorporen de manera permanente nuevos y más sólidos argumentos económicos y estadísticos, junto con mayor información, la brecha que necesariamente existirá entre la realidad y los alcances de los modelos podrá mantenerse dentro de márgenes aceptables.

Por lo anterior, resulta evidente que la tarea de modelar y, sobre todo, de pronosticar, cada vez se vuelve más exigente en cuanto a la necesidad de actualización académica y de desarrollo de habilidades del modelador, lo que implica intensificar las actividades de especificación, reestimación y seguimiento de la evolución de las variables exógenas y de los *indicadores líderes y adelantados*.²¹

En un evento reciente de la *International Society of Forecasters* (San Antonio, Tx., Estados Unidos, junio de 2005), el premio Nobel de economía 2002 Daniel Kahneman²² mencionó que no es válido el supuesto de plena racionalidad de los agentes para realizar pronósticos acertados. Esto es así en virtud de que –según él– los agentes económicos, justamente buscando maximizar su utilidad, muchas veces actúan guiados por la intuición, que conduce a una respuesta más rápida y muchas veces más acertada que la derivada de la reflexión. En consecuencia, la intuición, tanto de los agentes económicos como de los pronosticadores, es un factor crucial para realizar pronóstico de cualquier variable micro o macroeconómica. Por ejemplo, si la economía se encuentra en una fase de expansión es muy probable que los agentes económicos perciban (por la intuición) que ese estado de bonanza no es sostenible por mucho más tiempo y, por lo tanto, al recabar su opinión pueden expresar pesimismo frente al futuro. Pero si somos cuidadosos, esto no significa que su percepción sea que la economía está mal, sino que no creen que seguirá igual de bien. Esto puede hacer que el auge se prolongue en la medida que por motivos precautorios adelanten consumos e inversiones, con lo cual las variables de demanda se expandirán aún más. Si la percepción de los agentes sigue siendo la misma, su conducta puede hacer que la fase expansiva del ciclo económico continúe por mucho tiempo hasta que ocurra algún evento –que no necesariamente tiene que ser traumático o importante– que provoque un cambio

²⁰ Los *commodities* son bienes transables que son determinantes en la formación de precios por costos en todos los países. Sus precios se determinan en los mercados mundiales y pueden cambiar abruptamente, por lo que sus efectos sobre la balanza comercial, los precios al consumidor y al productor de los países son muy diversos. Ejemplos de estos bienes son: azúcar, cacao, petróleo crudo, platino, gas natural, oro, cobre, plata, maíz, trigo, café, algodón y soya.

Estos mercados no sólo reaccionan a las variaciones estacionales y a las expectativas de oferta y demanda, sino también a previsiones e inversiones especulativas, a pronósticos climáticos, y a eventos e intereses geopolíticos y acciones militares.

²¹ En el capítulo 12 pueden verse algunas definiciones, al igual que en la página electrónica de *The Conference Board* (<http://www.conference-board.org/>).

²² Recibió la presea “por haber integrado el análisis de la investigación psicológica a la ciencia económica, especialmente el concerniente al juicio de los humanos en la toma de decisiones bajo incertidumbre”.

en su conducta, pensando que en verdad la economía cambiará de tendencia.²³ Es muy probable que en condiciones normales ese evento no tendría consecuencias importantes, pero en virtud de que los agentes económicos están a la espera de un indicio para pensar que ha terminado la época de “vacas gordas”, señales o noticias aparentemente intrascendentes pueden adquirir la mayor relevancia. Éste es el famoso *fenómeno de estampida*, en el cual un fenómeno que asuste a unos cuantos individuos predispuestos puede generar movimientos masivos adversos en los que nadie quiere ser el *último en apagar la luz*.

Los fenómenos de pánico financiero y de *burbujas especulativas* son muy representativos de estas conductas. Por otro lado, si la economía se encuentra en plena recesión, es muy probable que respondan de igual manera que en el caso anterior, esperando que las cosas empeoren. Sin embargo, en ambos casos la percepción es negativa, pero parte de condiciones e intuiciones distintas. Si el analista no es capaz de detectar esta diferencia, el resultado de su pronóstico puede ser desastroso. De ahí que el econometrista pronosticador tendrá que aprender a leer esos indicadores de una manera distinta a como la lógica tradicional podría sugerir en otras épocas.

Un ejemplo muy representativo del primer caso lo encontramos cuando durante la década de 1990 la confianza del consumidor, medida a través de encuestas por el *Conference Board*, reportó sistemáticamente datos a la baja y, sin embargo, fue la época de mayor expansión económica en la historia moderna de Estados Unidos. La hipótesis que acabamos de referir trata de explicar este resultado aparentemente paradójico.

De esta manera, si un pronosticador incorporaba en su modelo este indicador como un factor depresivo del ciclo económico, lo más probable es que su pronóstico resultara erróneo. Lo mismo ocurre con la intuición tanto de los inversionistas como de los modeladores, que muchas veces guía la evolución de los precios de *commodities*.

Los pronósticos de corto y mediano plazos pretenden configurar marcos numéricos –que por definición son probabilísticos– para guiar sobre bases científicas la conducta de los agentes económicos, prever obstáculos, inducir o evitar políticas económicas y advertir riesgos futuros. En fin, lo que persiguen es reducir el margen de incertidumbre de los agentes económicos para una mejor toma de decisiones.

Durante décadas, Lawrence Klein (1971) ha sido un gran promotor y constructor de modelos estructurales y de predicción. Ha señalado que la predicción es una mezcla virtuosa de arte y ciencia. A esas dos cualidades habría que añadir ahora la suerte y la oportunidad al hacer un pronóstico y publicarlo en el lugar y momento adecuados.

Por lo tanto, ciencia, arte y suerte son los elementos que ahora utilizan los econométricos para pronosticar la evolución de variables en un mundo que funciona de manera estocástica y donde las perturbaciones o choques económicos y extraeconómicos tienden a ocurrir con velocidad, extensión y grado de sorpresa que no tienen parangón en la historia económica moderna.

11.3.2 MÉTODOS NO ECONOMÉTRICOS DE PRONÓSTICO

Intriligator *et al.* (1996) mencionan varios métodos muy simples que caen en esta modalidad, los cuales básicamente se refieren a extrapolar de manera lineal el pasado o pensar que en el horizonte de pronóstico las variables de interés se comportarán de manera muy parecida al presente o al pasado. Es evidente que estos métodos entran en la categoría de lo que en la jerga econométrica se llama *naïve* (ingenuo, por lo simple) y no nos ocuparán en absoluto.

Hay otro método que se basa en promediar un conjunto de opiniones de expertos, quienes pueden o no utilizar econometría, pero que sirven a otros analistas o tomadores de decisiones como parámetros para hacer sus propios pronósticos. A esta opción se le llama *método Delphi*, que cada vez es de uso más generalizado porque es gratuito a través de su

²³ Este análisis se desarrolla en Loría y Brito, 2004.

difusión en la prensa y con ello las empresas e instituciones se “ahorran” la contratación de econométristas. Sin embargo, ello no significa que sea mejor.

La modalidad más común a la que hacemos referencia se basa en la publicación periódica de cuadros de pronósticos y de opiniones sobre el entorno económico que hacen algunos diarios o revistas de circulación nacional e internacional, entrevistas a funcionarios del ramo y a analistas especializados, y a la publicación de cuadros de consenso por parte de medios masivos y del Banco de México.

Los cuadros de consenso concentran datos numéricos de pronóstico de corto plazo –en especial del año en curso y del próximo– de las principales variables macroeconómicas que dan cuenta del pulso o evolución de esos indicadores. En esos cuadros generalmente se presentan las predicciones que hacen las instituciones oficiales (como la Secretaría de Hacienda y el Banco de México), instituciones bancarias, consultorías privadas y universidades.

En México es muy consultada la *Encuesta mensual sobre expectativas de los especialistas en economía del sector privado* que reúne las opiniones y los pronósticos numéricos de un grupo seleccionado por el banco central a partir de un formato preestablecido. Veamos un ejemplo para diciembre de 2004.

CUADRO 11.5 Encuesta mensual sobre las expectativas de los especialistas en economía del sector privado		
La encuesta del Banco de México es publicada mensualmente y presenta la opinión que en la última semana de cada mes (con excepción de diciembre) hace un grupo de 31 analistas y consultorías del sector privado nacional y extranjero. Dentro de la encuesta se presentan los aspectos más relevantes del pulso de la economía mexicana, así como las expectativas de los analistas para el mes entrante y los ajustes a los pronósticos para fin de año. El formato de esta encuesta se puede localizar fácilmente en la sección económica y financiera de la página del Banco de México.²⁴  17 de diciembre de 2004 		
Principales resultados • En esta nota se presentan los resultados de la encuesta de diciembre sobre las expectativas de los especialistas en economía del sector privado. La encuesta fue recabada por el Banco de México entre 31 grupos de análisis y consultoría económica del sector privado nacional y extranjero y las respuestas se recibieron del 7 al 15 de diciembre. • Los principales aspectos que cabe destacar de los resultados de la encuesta de diciembre son los siguientes: i) ligera alza del pronóstico relativo a la inflación general al cierre de 2004. Ello fue reflejo, por un lado, de que el dato registrado en noviembre fue ligeramente mayor al previamente estimado por los consultores y, por otro, de que la tasa mensual que se anticipa para diciembre se incrementó en tres centésimas de punto porcentual; ii) la inflación subya-		cente que se prevé para 2004 se revisó un poco a la baja; iii) los niveles esperados para las tasas de interés durante los próximos meses se mantuvieron prácticamente sin cambio con relación a lo anticipado hace un mes; iv) se revisaron a la baja los niveles que se estiman para el tipo de cambio durante los próximos meses y al cierre de 2005; y v) la predicción de los consultores relativa al crecimiento económico en el cuarto trimestre de este año no registró modificación significativa, por lo que prácticamente no varió el pronóstico relativo al crecimiento económico en todo 2004. Asimismo, se calcula que en 2005 y 2006 el crecimiento del PIB sea un poco más moderado que el previsto para 2004. • Otros aspectos sobresalientes en los resultados de la encuesta de diciembre son los siguientes: a) las estimaciones de los especialistas sobre

²⁴ Véase <http://www.banxico.gob.mx/eInfoFinanciera/FSinfoFinanciera.html>

la generación de empleo formal en 2005 y 2006 superan a lo previamente calculado para 2004; y b) el Índice de Confianza de los Analistas Económicos del Sector Privado se mantuvo sin cambio con relación al nivel registrado en los dos meses precedentes. Con ello se frenó el descenso que mostró dicho índice de junio a octubre de este año.

- Los especialistas encuestados pronostican para 2004 una inflación general anual medida mediante el INPC de 5.47%. En cuanto a la inflación subyacente, se anticipa que en el año sea de 3.79%, una estimación más baja que la recabada en la encuesta de noviembre pasado, de 3.87%.

- Los consultores prevén para diciembre de este año una inflación general mensual de 0.47% y que la subyacente se ubique en 0.29%.

- Los encuestados anticipan que en 2005 la inflación general y la subyacente cerrarán respectivamente en 4.32 y 3.76%. Por otra parte, se prevé que en 2006 y 2007 la inflación general será respectivamente de 4.09 y 3.95%. En las respuestas a la encuesta también destaca que los analistas estiman para el periodo 2006-2009 una inflación promedio anual de 3.91%.

- De acuerdo con las respuestas de los consultores, en enero y febrero de 2005 los incrementos a la tasa anual de los salarios contractuales resultarían de 4.60 y 4.59%, respectivamente.

- Las previsiones para la tasa del Cete a 28 días durante los próximos meses se mantuvieron prácticamente sin cambio con respecto a las captadas en la encuesta de noviembre. Así, se pronostica que al cierre de 2005 la tasa de dicho instrumento se ubique en 8.72%, mientras que en la encuesta precedente dicha tasa se calculó en 8.57%.

- Los niveles esperados para el tipo de cambio del peso mexicano durante los próximos meses y al cierre de 2005, se revisaron un poco a la baja frente a los recabados en la encuesta anterior. De esa manera, para el cierre de 2005 se anticipa un tipo de cambio de 11.86 pesos por dólar, mientras que hace un mes el pronóstico correspondiente fue de 11.94 pesos. Por otra parte, para el cierre de 2006 se estima que el tipo de cambio se ubique en 12.25 pesos por dólar.

- Se pronostica que en el cuarto trimestre del año en curso, el crecimiento del PIB real será de 4.22%, con lo que para todo 2004 la tasa correspondiente resultaría de 4.08%. Por otra parte, se anticipa que en 2005 y 2006 el ritmo de expansión del PIB se ubicará respectivamente en 3.74% y 3.83%.

- Las previsiones para 2004 sobre los crecimientos anuales en términos reales del consumo y de la inversión del sector privado resultaron de 4.34 y 5.74%. En cuanto al consumo y la inversión del sector público, se estima que presentarán en este año variaciones respectivas de 0.1 y 5.22%. Los consultores pronostican crecimientos en 2005

de estos componentes de la demanda interna como sigue: 4.02 y 5.5% para el consumo y la inversión del sector privado y de 2.48 y 4.6% para el consumo y la inversión del sector público.

- Los consultores estiman que en 2005 y 2006 la evolución del PIB y de la demanda agregada darán lugar a aumentos significativos del empleo formal. Así, el incremento en el número de trabajadores asegurados en el IMSS se prevé en 401 mil personas en 2005 y en 460 mil trabajadores en 2006 (de diciembre de 2005 a diciembre de 2006).

- Los analistas encuestados consideran que los dos principales factores que podrían obstruir el ritmo de la actividad económica en México durante los próximos meses son la ausencia de avances en materia de reformas estructurales (26% del total de respuestas) y la incertidumbre política interna (20%). A esos dos conceptos se adicionaron en cuanto a frecuencia de respuesta los siguientes: la presencia de presiones inflacionarias en el país (9% de las respuestas); los incrementos en las tasas de interés externas (7%); y el nivel del precio de exportación del petróleo (5% de las respuestas). Los anteriores cinco factores absorbieron el 67% del total de las respuestas recabadas.

- Los pronósticos acerca del déficit económico del sector público medido como proporción del PIB no registraron cambio significativo con relación a lo previsto hace un mes. Así, esa cifra se calculó en 0.33% para 2004 y en 0.29% para 2005.

- Los consultores estiman que en el cuarto trimestre de 2004 el crecimiento económico de los Estados Unidos resultará de 0.14%, lo que daría lugar a que en el presente año el crecimiento del producto cierre en 4.49%. Para 2005 se anticipa que el crecimiento económico de ese país sea de 3.51%.

- Los analistas consultados prevén para el presente año una evolución vigorosa del comercio exterior. Así, se pronostica un crecimiento en el año de las exportaciones no petroleras de 13.1%, de las petroleras de 26.9% y que las importaciones de mercancías se acrecienten en 14.2%. Para el mes de diciembre se prevé un déficit comercial de 1,200 millones de dólares. Por otra parte, se anticipa que en el presente año el déficit de la cuenta corriente se ubique en 7,985 millones de dólares.

- Para 2005 los pronósticos de crecimiento previstos para las exportaciones no petroleras y para las importaciones de mercancías resultaron, respectivamente, de 9.3 y 9.2% y se anticipa que en el próximo año las exportaciones petroleras muestren un aumento de 0.2%. Lo anterior daría lugar en 2005 a déficit respectivos de la balanza comercial y de la cuenta corriente de 8,526 y 12,314 millones de dólares.

• Las estimaciones de los analistas para el precio promedio de la mezcla mexicana de crudo de exportación son que en el primero y segundo trimestres de 2005 se ubique en 29.40 y 28.27 dólares por barril y que en todo ese año su nivel promedio sea de 27.58 dólares por barril.

• Los consultores prevén que en el año en curso la entrada de recursos al país por concepto de inversión extranjera directa haya ascendido a 14,501 millones de dólares y que en 2005 ese rubro alcance 13,852 millones.

En las siguientes secciones de esta encuesta se presentan los “factores que podrían obstaculizar el crecimiento de México” y el “clima de los negocios y nivel de confianza”.

La información que consigna esta publicación del Banco de México permite a los econométricos incorporar información económica y extraeconómica a sus modelos –a través de los llamados *add factors*–,²⁵ y retroalimentar sus propios pronósticos.

A la par de esta importante publicación electrónica mensual, también hay diarios de circulación nacional que con cierta frecuencia publican cuadros de pronóstico como el siguiente:

CUADRO 11.6 México: Pronóstico para la economía, 2005



EXPECTATIVAS DE LOS AGENTES ECONÓMICOS PARA 2005													
	PIB (%)	Inflación (%)	Tipo de cambio al cierre (\$)	Tipo de cambio promedio (\$)	Tasa de interés al cierre (%)	Tasa de interés promedio (%)	Déficit público (1)	Cuenta corriente (2)	Cuenta corriente (1)	Balanza comercial (2)	Mezcla mexicana (3)	IED (2)	PIB de EU (%)
ABN-AMRO	3.70	4.30	12.00	11.75	8.20	8.50	0.30	-12,000	nd	-8,300	28.00	13,800	3.5
Anshuac	3.80	4.00	11.50	11.40	8.40	8.40	0.30	-11,400	-1.60	nd	28.60	15,000	3.3
Bank of America	4.20	4.60	12.00	11.80	9.20	9.00	0.50	-13,300	-1.90	-8,500	24.00	15,600	3.4
CAIE	3.90	4.40	11.64	11.48	9.06	8.86	0.20	-9,200	nd	-6,200	nd	nd	3.5
CAPEM	3.90	4.10	11.70	11.50	8.73	8.34	0.20	-11,591	-1.60	-8,670	25.10	13,506	3.8
CEESP	4.30	3.98	11.68	11.51	7.35	7.90	0.20	-12,181	-1.70	-8,638	27.00	16,000	4.0
CIDE	3.65	4.50	12.20	11.86	9.69	9.49	0.20	-14,845	-2.17	-11,883	32.12	14,216	3.3
CKF	3.90	4.03	11.80	11.45	8.75	8.50	0.43	-14,550	-2.10	-8,305	28.05	16,500	3.5
Global Insight	3.90	4.68	11.47	11.36	8.44	8.40	0.50	-11,179	nd	-6,300	28.14	12,000	3.4
Grupo Financiero Arka	3.90	4.59	11.90	11.65	8.80	8.20	0.30	-14,500	-2.20	-9,500	26.00	12,500	3.7
Grupo Financiero Banamex	3.70	3.80	11.88	11.61	9.00	8.90	0.20	-8,300	-1.20	-7,900	30.00	15,000	3.5
Grupo Financiero BBVA Bancomer	4.10	5.40	11.40	nd	8.40	nd	0.10	nd	-1.20	nd	30.40	nd	4.4
Grupo Financiero Interacciones	4.20	4.60	12.00	11.80	9.20	9.00	0.50	-13,300	-1.90	-8,500	24.00	15,600	3.4
Grupo Financiero Inveex	3.50	4.68	12.05	11.64	8.65	8.60	0.25	-12,350	nd	-9,970	28.00	13,800	3.5
Grupo Financiero Ixe	3.40	4.24	11.94	11.69	8.25	7.77	0.20	nd	-2.30	-8,202	27.00	15,800	3.5
Grupo Financiero Monex	3.70	3.90	12.15	11.75	8.20	7.70	0.20	-11,500	-1.80	-9,500	28.00	13,000	3.6
Grupo Financiero Santander	4.20	4.00	11.80	11.60	8.35	8.15	0.20	nd	nd	nd	27.00	13,500	3.5
Grupo Financiero Scotiabank Inverlat	4.41	4.45	12.12	11.90	8.46	8.63	0.43	-12,669	-2.32	-10,385	27.83	12,452	3.0
Grupo Financiero Valmex	3.60	4.16	11.70	11.51	8.22	8.29	0.30	-12,125	-2.00	-8,032	27.12	12,300	3.5
Grupo Financiero Value	3.50	4.00	11.80	11.50	10.50	8.60	0.35	-12,500	-1.80	-7,700	26.30	13,500	3.6
Merrill Lynch	3.50	4.30	10.80	11.06	7.50	7.75	0.20	-11,400	-1.60	-9,300	27.70	13,000	3.0
Prognosis Consultores	4.20	4.60	12.00	11.80	9.20	9.00	0.50	-13,300	-1.90	-8,500	24.00	15,600	3.4
Stone & McCarthy	3.80	4.60	11.85	11.45	9.80	9.15	0.20	-18,000	-2.20	-9,500	29.00	14,500	4.2
UNAM	3.40	3.96	11.93	11.78	8.60	7.80	0.16	-9,900	-1.62	-6,641	23.50	13,568	3.7
Vector	3.70	4.10	11.80	11.65	9.28	9.28	0.30	-12,400	-1.20	-9,000	28.00	14,000	3.5
Promedio	3.84	4.32	11.80	11.60	8.73	8.51	0.29	-12,386	-1.82	-8,610	27.29	14,119	3.55
Presupuesto aprobado	3.80	3.00	nd	11.60	nd	7.80	0.22	-14,237	-2.10	nd	27.00	nd	3.7

(1) % del PIB; (2) mdd; (3) dpb; nd: No disponible.

En IED, CKF incluye la venta de TFM.

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: *El Financiero*, 3 de enero de 2005.

Estas dos publicaciones, junto con las opiniones que cotidianamente hacen analistas, académicos y funcionarios de la Secretaría de Hacienda y del Banco de México son muy útiles para medir el pulso de todas las variables exógenas que son de nuestro interés para afinar continuamente nuestros pronósticos.

²⁵ Estos *factores adicionales o de juicio* del modelador son de suma importancia porque recogen lo que no está explícitamente en el modelo pero que participa en su solución para lograr un mejor pronóstico.

11.3.3 MÉTODO ECONÓMÉTRICO

Como ya hemos mencionado, el pronóstico consiste en estimar numéricamente el valor futuro (fuera del rango de estimación y de la simulación histórica) de las variables endógenas del modelo.

El método más común de pronóstico en los modelos econométricos es el de *simulación hacia adelante*, que resuelve el sistema en función de:

- a) Los parámetros históricos estimados.
- b) Definición de supuestos de comportamiento futuro de las variables exógenas.
- c) El peso de los términos de error.
- d) *Add factors*.

Cada simulación significa la construcción de un escenario o pronóstico eminente e inevitablemente probabilístico, ya que representa una posibilidad de ocurrencia del futuro. Al igual que la simulación histórica, la *simulación hacia adelante*, por lo general, se hace con el algoritmo *Gauss-Seidel*.

Para efectos de la solución, es necesario ampliar hacia delante el periodo temporal o rango al periodo deseado de pronóstico. El modelo generará el vector de variables endógenas resultantes de las ecuaciones de comportamiento y de las transformaciones algebraicas asignadas. La modificación de cualquier parte constitutiva (ecuaciones, parámetros, identidades, supuestos) generará otro pronóstico. De esta manera se pueden tener tantas soluciones o escenarios como se desee.

Los comentarios anteriores dejan ver que no sólo la correcta estimación de un modelo es importante para pretender hacer un buen pronóstico, sino que también se requiere de un conjunto mucho más amplio de factores. Es importante destacar que no necesariamente un modelo que reproduce de manera aceptable el pasado será el que mejor pronostique. Así como tampoco es válido lo contrario; esto es, que un mal modelo pueda hacer un buen pronóstico. Es una cuestión eminentemente empírica, que depende de la experiencia del modelador que se plasma al obtener resultados que a sus ojos sean congruentes y factibles.

Esto implica que con frecuencia deben tenerse a la mano varias ecuaciones de comportamiento de la misma variable que mejoren un mal pronóstico, aunque no siempre es necesario.

Esto demuestra que no sólo es la técnica (estructural o ateórica), sino también factores como la experiencia, la retroalimentación del modelo a partir de la información que cotidianamente va incorporando el modelador, junto con la suerte, lo que contribuye a que un modelo o un modelador sean más precisos que otros, por lo que ya no es posible dejarlo todo a la técnica econométrica.

De hecho habría que decir que la metodología Box-Jenkins, al igual que la estructural, se basa en explicar adecuadamente el pasado; aunque no tiene por qué ser de la misma manera para explicar el futuro. Recordemos que la primera técnica se basa en identificar una estructura de rezagos de la misma variable y, a partir de ello, se asume que el futuro se comporta de una manera similar. Sin embargo, la ocurrencia de eventos económicos y extraeconómicos indica que el futuro está plagado de eventos inesperados que no necesariamente son capturados por una misma estructura de rezagos del pasado.

En esto los modelos estructurales los aventajan debido a que permiten combinar ajustes de las variables exógenas con la reestimación de ecuaciones cruciales y, en casos extremos, cambiar algunos parámetros estimados. A esta práctica se le conoce como calibración de parámetros.

Como parte de este *toque fino* que el modelador le da a un pronóstico, muchas veces se encuentra el hecho de estimar externa e individualmente alguna o varias variables muy volátiles que los modelos –por su periodicidad anual o trimestral– no pueden registrar ante cambios abruptos. En el caso de *Eudoxio* esto se hace para algunas variables exógenas, pero también para variables que si bien son estructurales han venido observando cambios

muy abruptos y aparentemente impredecibles, como la tasa de desempleo abierto y la inflación. Por tales razones, utilizamos modelos mensuales de series de tiempo como *exponential smoothing*, VAR y ARIMAS para calibrar el pronóstico anual que genera *Eudoxio*. Consideramos que esta combinación de técnicas es muy adecuada y que el pronosticador contemporáneo tiene que utilizarla regularmente.

Analicemos primero el caso de la inflación. Si bien dentro de *Eudoxio* se estima estructural y simultáneamente a partir de una ecuación de formación de precios por costos (tasa de interés, salarios mínimos, precios de los bienes públicos y tipo de cambio), los abruptos cambios que de manera frecuente sufren los *commodities* no alcanzan a ser capturados con un modelo estructural de periodicidad anual como éste. Lo mismo ha ocurrido con la tasa abierta de desempleo, la cual, ante los cambios que constante y rápidamente se suceden en los mercados laborales generados por las características de la competencia internacional y de la evolución del mercado interno, hace que esta variable muchas veces no sea correctamente pronosticada, por lo que es posible afinar su evolución futura con la ayuda de modelos ARIMA y de suavizamiento exponencial. Esto ocurrió particularmente durante 2004 y 2005, cuando no obstante que el crecimiento económico se recuperó de manera importante y el tipo de cambio frente al dólar fue muy estable, los mercados laborales no reaccionaron de la manera prevista: el modelo estructural anual pronosticaba una tasa de desempleo abierto muy baja, comparada con la que resultaba de estas dos técnicas que además utilizan información mensual. Lo mismo ocurría con la inflación, que también presentaba resultados ligeramente menores a los que mensualmente reportaba el Banco de México, por lo que ajustamos el pronóstico anual al correr estos modelos mensuales y pronosticar los meses subsecuentes.

El hecho de que existan series mensuales de estas y otras variables permite evaluar si el resultado que arroja el modelo estructural anual se acerca o no a un resultado altamente probable.

11.3.4 ALGUNOS EJERCICIOS DE PRONÓSTICO

En esta sección presentamos varios ejercicios de pronóstico que se publicaron en su momento y se presentaron en diversos foros dentro y fuera de México. Asimismo, hacemos un contraste crítico de los datos pronosticados con los realmente observados. Creemos que este ejercicio de autoevaluación es muy ilustrativo para que el estudioso se forme una buena idea de la manera en que se hace y se presenta a la opinión pública un pronóstico profesional de corto plazo.

Algunos de estos ejercicios tienen errores importantes, particularmente los que se hicieron durante el año 2001, mientras que los demás son bastante acertados. Ello se demuestra en el apartado 11.3.5, donde se presenta la capacidad de pronóstico de *Eudoxio* desde 1995.²⁶

11.3.4.1 PRIMER EJERCICIO: 2001²⁷

Introducción

Durante los últimos meses del año 2000 se ha presentado un intenso debate entre el banco central y el gobierno federal en cuanto al comportamiento futuro de las variables macroeco-

²⁶ *Eudoxio* realiza pronósticos anuales desde 1993 y los ha venido publicando en revistas con arbitraje desde 1995, aunque con interrupciones en 1996 y 1997.

²⁷ Publicado el 30 de abril de 2001 en *Carta de Políticas Públicas en México y el Mundo*, Año 3, Núm. 14. Facultad de Economía, UNAM.

nómicas de México. El primero argumenta que para lograr las metas establecidas²⁸ en los *Criterios Generales de Política Económica* (CGPE)²⁹ se requieren políticas monetaria y crediticia aún más restrictivas. Sin embargo, ello probablemente se logre a costa de mantener un tipo de cambio altamente sobrevaluado con su correspondiente efecto negativo sobre el déficit de la balanza comercial y de la cuenta corriente.

A) *Los supuestos*

El ejercicio de pronóstico elaborado por *Eudoxio* está basado en las recientes políticas de contención del gasto público y, particularmente, considerando la fuerte desaceleración de la economía de Estados Unidos, que se espera tenga un crecimiento de entre 1.2 y 2%. Asimismo, se ha tomado como base del pronóstico un tipo de cambio promedio de 9.65 pesos por dólar, lo que propicia un fuerte desequilibrio comercial aun en presencia de una reducción del crecimiento de nuestro producto. Suponemos que el resto de las variables exógenas (tasa de interés y precio del petróleo) mantendrán su tendencia de los últimos meses.

Se hicieron dos escenarios de pronóstico: *el básico*, que se consideraba el más probable, y *el alternativo*, que se construyó a partir de que hubiera un mayor crecimiento al previsto en la economía de Estados Unidos y un tipo de cambio ligeramente más competitivo.

CUADRO 11.7 Principales supuestos de pronóstico 2001

Variables	Escenarios	
	Básico	Alternativo
Consumo de gobierno ($\Delta\%$)	2.2	s.c.
Inversión de gobierno ($\Delta\%$)	2.2	s.c.
Tasa de interés (Cetes 28 días)*	16.3	s.c.
Oferta monetaria (m4 real) ($\Delta\%$)	5.0	s.c.
Tipo de cambio (pesos por dólar)*	9.7	9.8
Precio del petróleo de exportación (Dls.)	18.7	s.c.
Exportación de petróleo**	1.7	s.c.
pib de Estados Unidos ($\Delta\%$)	1.2	2.0
Inflación de Estados Unidos ($\Delta\%$)	1.6	s.c.

* Promedio anual.

** Millones de barriles diarios.

s.c. = sin cambio.

B) *El pronóstico*

Los resultados de este ejercicio (véase el cuadro 11.8) indicaban que la economía mexicana mantendría su tendencia de crecimiento, aunque con una reducción notable en comparación con el 2000, que fue de 6.9%. El dinamismo de la inversión privada seguiría siendo bajo debido a las altas tasas reales de interés, lo que afectaría principalmente al crecimiento de la industria manufacturera. Por último, se consideraba que la sobrevaluación cambiaria afectaría negativamente al consumo de bienes domésticos y, por tanto, a su producción, a la vez que propiciaría un fuerte desequilibrio comercial que, aunado a los incrementos en recursos destinados al pago de la deuda externa (15.5 mmdd aproximadamente), aumentaría el déficit en cuenta corriente que estimamos llegaría a más de 19 mmdd, nivel similar al de los años previos a la crisis de 1994.

²⁸ Particularmente la fuerte reducción inflacionaria y de crecimiento del PIB de 4.5%.

²⁹ Documento que contiene los objetivos de política económica que se propone obtener el Ejecutivo federal a través de su Secretaría de Hacienda para el año en turno.

CUADRO 11.8 Pronóstico 2001

Variables	Escenarios	
	Básico	Alternativo
PIB real ¹	3.2	3.9
Ingreso personal disponible ¹	2.8	3.6
Consumo privado ¹	3.2	3.5
Inversión privada ¹	2.5	2.7
Inversión extranjera directa ³	13.4	13.3
Empleo total ¹	1.1	1.3
Precios (dic.-dic.) ²	7.0	7.3
Saldo de balanza comercial ³	-10.9	-5.3
Balanza en cuenta corriente ³	-19.1	-13.1
Como % del PIB	-3.1	-2.2
Déficit financiero ⁴	-1.1	-0.9
Tipo de cambio		
Nominal ⁵	9.7	9.8
Real ⁶	1.1	1.1

¹ Variación porcentual.

² INPC variación porcentual.

³ Miles de millones de dólares.

⁴ Como proporción del PIB.

⁵ Pesos por dólar promedio anual.

⁶ Índice 1993 = 1.0.

En la medida que comenzaron a aparecer señales de debilitamiento del crecimiento a través de indicadores líderes, adelantados y de coyuntura, todos los pronosticadores ajustaron persistentemente sus cifras a la baja. *Eudoxio* no fue la excepción y poco después de publicado este pronóstico volvimos a publicar otro en el que tratamos de captar los factores contractivos y es el documento que se presenta a continuación.³⁰

En fechas muy recientes el gobierno federal, las principales agencias de consultoría y el Banco de México han reajustado a la baja las expectativas de crecimiento económico para este año, las cuales ahora oscilan entre 2 y 2.5% y contrastan fuertemente con la meta establecida en los *CGPE* (4.5%). De acuerdo con el gobierno federal y el Banco de México, esta sensible baja responde esencialmente al comportamiento de la economía estadounidense y afirman que la política económica doméstica ha sido oportuna y acertada. Sin embargo, consideramos que sin dejar de aceptar este importante factor, mucho ha tenido que ver el manejo de la política económica doméstica, particularmente la persistente exigencia de disminuir la inflación a costa de apreciar el tipo de cambio a través de mantener altas tasas de interés reales. Un importante efecto secundario ha sido la restricción en la inversión doméstica.³¹

C) La evolución reciente de la economía

En lo que va del año, los siguientes hechos económicos han sido de particular relevancia:

- a) Un tipo de cambio nominal –y más aún real– sobrevaluado, que entre enero y mayo ha descendido de 9.68 a 9.18 pesos por dólar y con tendencia a mantenerse incluso por debajo de esos niveles en el corto plazo.³²

³⁰ Publicado en Loría, 2001e.

³¹ Aunado a lo anterior está la gran entrada de capitales por el flujo de inversión extranjera directa, las mayores colocaciones del sector público en el exterior y algunos excedentes por exportación, particularmente de Pemex gracias al mayor precio de la mezcla mexicana respecto al estimado.

³² Al 21 de junio el tipo de cambio *spot* se ubicó en 9.08 pesos por dólar.

- b) La sobrevaluación ha contenido los precios. La inflación acumulada hasta mayo fue de sólo 1.87% que, aunada a la fuerte apreciación cambiaria, ha estimulado el poder de compra, lo que finalmente ha incrementado el consumo privado. Sin embargo, la sobrevaluación ha provocado una considerable pérdida en la competitividad del sector exportador que, conjugado con un estancamiento en la productividad, al final del año puede traducirse en un fuerte desequilibrio comercial y en mayor pérdida de dinamismo de la producción. Baste mencionar que durante el primer trimestre el déficit comercial fue de 2,123 mdd, cifra 85% mayor a la registrada en el mismo trimestre del 2000 pero con muy distintas tasas de crecimiento del producto (7.7% en 2000.1 contra 1.9% en 2001.1). La cifra preliminar a mayo dada a conocer por la SHCP es de 3,657 mdd de déficit comercial acumulado.
- c) Las elevadas tasas de interés han contraído fuertemente la inversión privada y no han fomentado el ahorro interno. Según estadísticas del Banco Mundial, el costo de la intermediación financiera mexicana (diferencial entre las tasas de ahorro y crédito) es seis veces mayor a la de Estados Unidos, aún en presencia de una paulatina baja en la tasa de interés líder: los Cetes a 28 días se ubican a una tasa de 8.91%, mientras que la interbancaria promedio está en 11.65%.
- d) Se tienen máximos niveles históricos de reservas (al 15 de junio se reportaron 39,159 mdd), lo que ha generado cierta confianza en los inversionistas extranjeros (al primer trimestre ingresaron 3,597 mdd por IED), pero también ha provocado altos costos para el Banco de México al enfrentar pérdidas cambiarias por el diferencial de tasas de colocación de los excedentes en el extranjero y las que paga a la inversión foránea.
- e) Uno de los pocos aspectos positivos ha sido el precio internacional de la mezcla mexicana de crudo, el cual favoreció que en el primer trimestre se registrara un superávit de las cuentas públicas de 0.2% como proporción del PIB.

D) *Análisis crítico*

No obstante que persistentemente se fueron ajustando a la baja las expectativas de crecimiento, el año cerró con una cifra de -0.12%, lo que contrasta de manera notable tanto en signo como en cantidad al pronóstico inicial del gobierno de 4.5 y de *Eudoxio* de 3.2% y la posterior corrección de 2.4%.

Son varios los factores que explican esta diferencia tan grande y ya se han mencionado; sin embargo, deben añadirse otros muy importantes como los atentados terroristas del 11 de septiembre en Nueva York.

Nunca se previó, por otra parte, la fuerte reducción del crecimiento del PIB de Estados Unidos (1.6,³³ contra 0.48 en que cerró finalmente) y los severos efectos que la apreciación cambiaria generaría sobre la inversión privada y, consecuentemente, sobre la producción.

11.3.4.2 SEGUNDO EJERCICIO: 2002-2003³⁴

Los dos años siguientes también fueron de errores importantes de pronóstico, no obstante que todos los pronosticadores trataron de ajustar rápidamente sus cálculos conforme aparecían datos relevantes.

A) *Correcciones sistemáticas*

Durante 2002 la economía mundial se caracterizó por la generación de múltiples señales *encontradas* y, en general, por gran incertidumbre que se fue acentuando conforme afloraban eventos económicos y bélicos de trascendencia mundial y se daban a conocer los datos trimestrales de la economía estadounidense. Así, mientras que al conocer los datos del PIB

³³ Éste fue el dato de principios de año de *The Economist*. que al compararlo con el dato observado, hace un error de pronóstico de 3.3 veces.

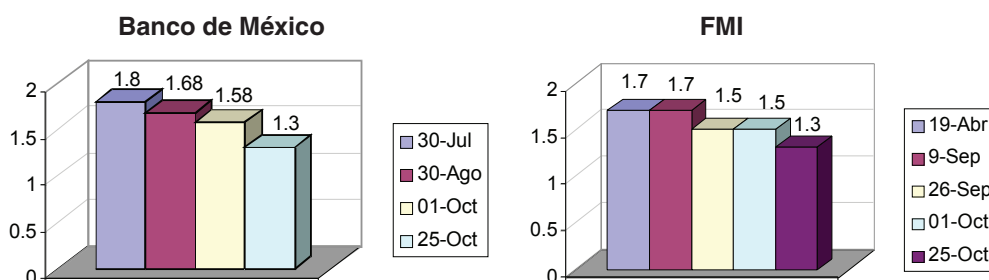
³⁴ Lo que sigue se publicó en Loría (2003a).

de EU al cuarto trimestre de 2001 las principales agencias económicas y organismos internacionales como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y la CEPAL ajustaron a la alza sus pronósticos, los datos del primer trimestre y la aparición de los escándalos financieros de las empresas que cotizan en las bolsas de EU crearon el efecto contrario en los agentes económicos, haciendo que meses después se ajustaran a la baja los pronósticos para el año 2002 para casi todos los países. México no fue la excepción y las expectativas de crecimiento de los principales organismos nacionales e internacionales comenzaron a disminuir para los últimos meses de 2001 (véase la gráfica 11.10).

En el caso particular de Estados Unidos, las expectativas al inicio de 2002 eran de franca recuperación; pero ello no fue factible ante una fuerte crisis de confianza de los consumidores e inversionistas, que ya existía desde 2001 y se acentuó por los atentados terroristas del 11 de septiembre, los escándalos y fraudes contables de importantes empresas como Enron y otras más que son muy representativas de la actividad financiera y económica de EU.

En este marco, y dada la fuerte integración de nuestra economía con la estadounidense, los efectos de la desaceleración de EU y la apreciación real del peso frente al dólar y frente al euro, deterioraron el desequilibrio externo y deprimieron la actividad productiva.

GRÁFICA 11.10 México: Evolución del pronóstico de crecimiento para 2002 ($\Delta\%$)



En este marco, se realizaron los pronósticos con el modelo *Eudoxio*. Se plantearon desde el principio dos escenarios posibles para 2003 (véase el cuadro 11.9).

CUADRO 11.9 Resultados de pronóstico 2002-2003
(tasas de crecimiento)

Variable	2002	2003	
		Básico	Alternativo
PIB	1.34	2.75	1.96
Consumo privado	1.68	2.36	1.56
Inversión privada	2.15	5.16	2.79
Inversión extranjera directa ¹	12.31	14.98	14.90
Empleo ²	374	584.00	396.00
Salarios medios reales	3.24	4.95	4.71
Precios ³	5.22	3.76	3.76
Balanza comercial ¹	-7.58	-10.63	-9.92
Saldo de cuenta corriente ¹	-16.12	-19.30	-17.50
Como % del PIB	-2.55	-2.78	-2.35
Déficit financiero (% PIB)	-0.72	-0.50	-0.37

¹ Miles de millones de dólares.

² Nuevos empleos en miles de personas.

³ INPC, variación porcentual.

Los elementos principales que se consideraron fueron los siguientes. Hacia finales de 2002 la posibilidad de una doble recesión (o *efecto W*) había sido tan grande que la Reserva Federal de EU bajó la tasa de interés a 1.25%, nivel no visto desde hacía 41 años, lo que resultaba de vital importancia pues el consumo privado ha sido la base de expansión de esa economía. En conjunto, se estimaba que ante la baja de la inflación y la reducción de las tasas de interés se estimularían el consumo y la inversión. Sin embargo, ello afectaría de manera inevitable y negativa al ahorro y a la cuenta corriente de ese país.

Al parecer, para reactivar la economía se optaría por una medida que había mostrado dar buenos resultados: la guerra. Si bien una guerra contra Irak podría ser una “política keynesiana eficiente”, habría que ser cautelosos y recordar los efectos contrarios que en materia económica generó la Guerra del Pérsico en 1991.

Por otro lado, en esos momentos también se consideraban otros factores que podrían afectar la evolución de la economía mexicana como eran los resultados económicos del primer año del gobierno izquierdista de Lula da Silva en Brasil. Particularmente, cabía esperar un primer año de gobierno con poco dinamismo económico y de gran incertidumbre, por lo que los capitales extranjeros podrían actuar con cautela ante la posibilidad de una crisis en balanza de pagos de ese país originada por una reducida capacidad para solventar deudas y un creciente déficit comercial.

En resumen, los factores externos determinantes en la evolución de la economía mexicana en 2003 eran:

- a) Incertidumbre acerca de la recuperación de EU, asociada a la crisis de confianza del consumidor y de los inversionistas, las caídas bursátiles y la consecuencia de la guerra sobre los precios del petróleo.
- b) Incremento del riesgo-país en Latinoamérica (provocado en su mayor parte por Argentina, Brasil y Venezuela), que podría generar ajustes cambiarios y eventualmente crisis financieras para la región.
- c) Se esperaba que los mercados financieros continuarían con volatilidad, lo mismo que los precios internacionales del petróleo, aun manteniendo los acuerdos de la OPEP en el sentido de no incrementar la producción.

Como el lector puede detectar, todos los elementos anteriores no tienen que ver con la discusión sobre la técnica econométrica de estimación y pronóstico, sino con la manera de incorporar estos eventos en el modelo a través de los *add factors*, al mismo tiempo de mantenerse en línea o no con el grupo de pronosticadores a que ya hemos hecho referencia.

B) *Comentario crítico*

Como se pudo observar, las perturbaciones mencionadas y la consecuente incertidumbre del 2001 se trasladaron a los dos años siguientes haciendo que la inversión privada, que es muy sensible a esos factores, siguiera cayendo de manera importante y con ello el crecimiento del PIB de México. Ningún modelo (mexicano e internacional) pronosticó acertadamente las variables principales de Estados Unidos y de México. El fallo principal consistió en sobreestimar el dinamismo de la inversión.

11.3.4.3 TERCER EJERCICIO: 2003-2004

A continuación presentamos un tercer ejercicio de pronóstico que fue mucho más preciso que los anteriores, con excepción de que ahora subpronosticó el crecimiento del PIB debido a que los precios internacionales del petróleo se incrementaron inusitadamente, lo que le dio un impulso imprevisto al gasto público y a la inversión privada. También debe decirse que la recuperación del crecimiento de Estados Unidos fue un factor muy relevante para ese resultado.

A) 2003 y 2004: escenarios de pronóstico³⁵*Introducción*

La evolución reciente de la economía mexicana ha sido de alta estabilidad pero con escaso crecimiento y con expectativas sistemáticamente a la baja. De hecho, con excepción del Este asiático, la mayoría de las economías del mundo han observado patrones muy semejantes. Sin embargo, los datos más recientes de la economía de Estados Unidos indican una importante recuperación de su tasa global de crecimiento que sugieren que en el próximo año se registrará una reactivación del comercio y la producción mundiales. En este sentido, el FMI (*World Economic Outlook*, septiembre 2003) pronostica que en 2004 el crecimiento mundial será de 4.1% contra 3.2, 3.0 y 2.4% de los años previos. Es importante mencionar que no obstante que ha avanzado la integración europea y que continúa la recuperación de las economías del Este asiático, la economía de EU sigue explicando en mayor proporción (en cerca de 60%) el crecimiento mundial.

Con la finalidad de identificar cuantitativamente los efectos que el entorno internacional tendrá sobre la economía mexicana, presentamos el pronóstico de cierre del año 2003 y tres escenarios para el año 2004.

B) *El contexto internacional*

En un mundo tan globalizado es necesario analizar el contexto económico internacional –principalmente el pulso de la economía de Estados Unidos– antes de realizar cualquier ejercicio de pronóstico.

En el cuadro 11.10 se presenta el comportamiento de algunas variables macroeconómicas de las principales economías del mundo. Destacan varios puntos: a) lento crecimiento para este año y eventual recuperación para el siguiente; b) la inflación ha dejado de representar un problema de gestión macroeconómica; c) el desempleo se mantiene en niveles muy altos; d) con excepción de Canadá, los demás países presentan altos desequilibrios fiscales, y e) todos los países presentan balanzas externas sanas, con excepción de EU (véase la gráfica 11.11). Ésta es una consecuencia directa de crecer por arriba del resto de los países, además de hacerlo básicamente a causa del consumo privado y de gobierno.³⁶

CUADRO 11.10 Contexto internacional: Pronósticos 2003-2004 (%)

País	PIB		Inflación		Desempleo		Déficit (Porcentaje del PIB)			
							Cuenta corriente		Fiscal	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Estados Unidos	2.6	3.9	2.1	1.3	6.0	5.7	-5.1	-4.7	-6.0	-5.6
Canadá	1.9	3.0	2.8	1.7	7.9	7.7	1.6	1.6	1.5	1.5
Zona Euro	0.5	1.9	2.0	1.6	9.1	9.2	0.8	0.8	-3.0	-2.8
Japón	2.0	1.4	-0.3	-0.6	5.5	5.4	2.9	2.9	-7.4	-6.5
Reino Unido	1.7	2.4	2.8	2.5	5.2	5.2	-1.0	-0.9	-2.5	-2.7

Fuente: Fondo Monetario Internacional. *World Economic Outlook*. Septiembre, 2003.

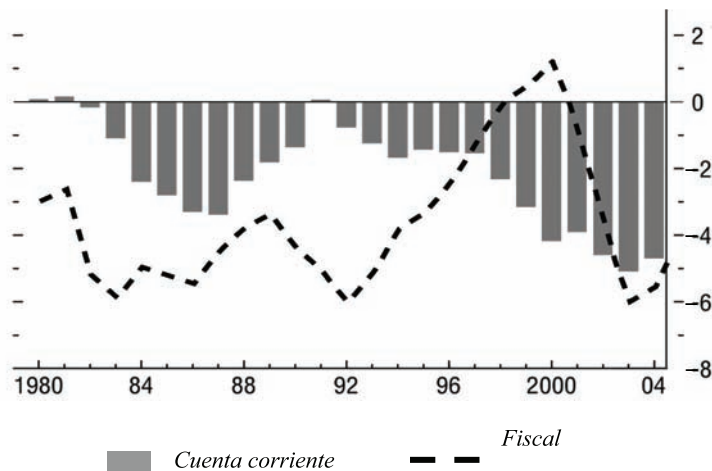
No obstante que 2004 sugiere un entorno de mejoría macroeconómica mundial, en gran medida explicada por el mayor dinamismo de la economía estadounidense, hay algunos factores que amenazan su estabilidad.

³⁵ Los contenidos de esta sección se presentaron el 18 de noviembre de 2003 en la *Reunión Trimestral del Centro de Modelística y Pronósticos Económicos* (CEMPE) de la Facultad de Economía de la UNAM.

³⁶ Este último particularmente de tipo militar.

Por un lado, es preocupante que el crecimiento de esa economía se ha basado en la profundización de dos desequilibrios fundamentales³⁷ que –tarde o temprano– tendrán que ser resueltos con políticas recesivas, a menos que la zona euro experimente crecimientos espectaculares, lo cual es muy poco probable. Por último, en los años recientes se ha observado un fuerte desplazamiento de la producción manufacturera de EU por las crecientes importaciones chinas, lo que ha afectado su crecimiento y, en consecuencia, ha provocado el cese de tres millones de empleos en el sector.

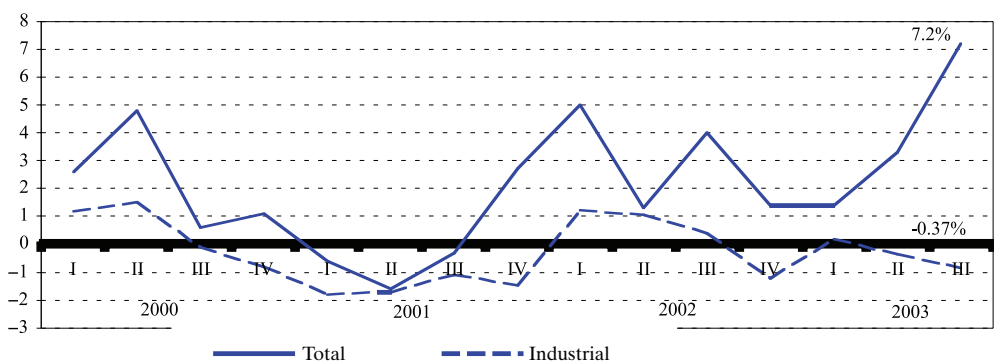
GRÁFICA 11.11 EU: Déficit gemelos, 1980-2004
(porcentaje del PIB)



Fuente: FMI, 2003.

De esta manera, el sorprendente crecimiento de 7.2% del tercer trimestre de 2003 que observó el PIB total de EU se empaña al contrastarlo con la caída de su PIB industrial (gráfica 11.12). Este dato es importante, debido a que es el vínculo económico central con la actividad económica de nuestro país.

GRÁFICA 11.12 EU: Crecimiento trimestral del PIB
(tasas anualizadas con ajuste estacional)

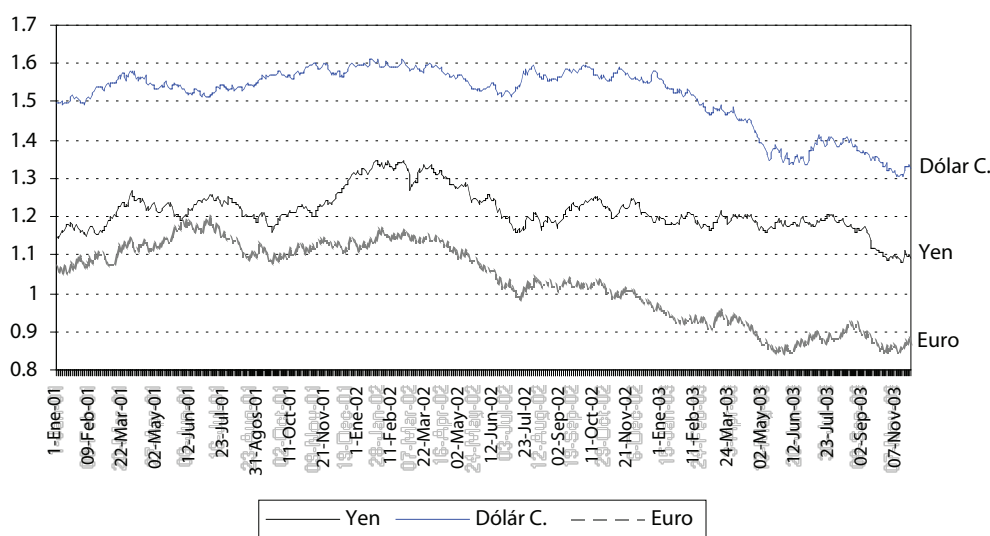


Fuentes: Bureau of Economic Analysis y Econstats (www.econstats.com).

³⁷ Durante la década de 1980 a este fenómeno se le llamó el problema de los déficit gemelos (*twin deficit*).

La evidencia empírica demuestra que en el largo plazo una economía –por grande que sea– no puede fincar su crecimiento tan sólo en el consumo, ya que ello preserva desequilibrios básicos que, necesariamente, tendrán que corregirse. La eficiencia de los mercados no puede invalidarse por las decisiones de los gobiernos. De esta manera, es muy probable que la Reserva Federal comience a aplicar políticas correctivas a mediados del próximo año, que pueden consistir en una combinación de elevación de las tasas de interés y de preservar la política devaluatoria respecto al euro. De hecho, habría que mencionar que el dólar estadounidense se ha venido depreciando de manera importante desde hace dos años en relación con las monedas más representativas (véase la gráfica 11.13), y no hay razones que hagan pensar que esta tendencia cambie en los próximos años.

GRÁFICA 11.13 Dólar estadounidense respecto a dos monedas



* Yenes por 100.

Cálculos propios basados en la Reserva Federal de Estados Unidos (www.federalreserve.gov).

C) *Dos escenarios de pronóstico*

A partir del análisis del contexto mundial vislumbramos dos escenarios altamente posibles para la economía mexicana durante el año 2004. El primero de ellos, el *básico*, se construye con los supuestos de política económica expuestos en los CGPE. En esencia, este escenario se basa principalmente en los siguientes supuestos (cuadro 11.11): *a*) moderada depreciación del tipo de cambio nominal; *b*) fuerte restricción en el gasto de gobierno; *c*) repunte sustancial del crecimiento de la economía de Estados Unidos con inflación moderada; *d*) crecimiento moderado del precio del petróleo mexicano de exportación.

El segundo escenario, el *alternativo*, se distingue del anterior en que considera una devaluación mayor en casi 3% respecto al tipo de cambio promedio del escenario *básico*, un menor crecimiento de la economía de EU y un modesto incremento en el gasto de gobierno (tanto de consumo como de inversión), que podría deberse a mejoras en la captación fiscal.

CUADRO 11.11 Principales supuestos de pronóstico, 2004
(tasas de crecimiento)

Variable	Básico	Alternativo
Tipo de cambio		
Nominal ¹	11.2	11.5
Real ²	1.1	1.1
Producto de EU	3.8	3.4
Inflación de EU	1.8	s.c.
Inversión de gobierno	-1.5	1.5
Consumo de gobierno	0.0	1.5
Precio del petróleo ³	20.0	s.c.
Plataforma de exportación ⁴	1.9	s.c.
Cetes a 28 días ⁵	6.5	s.c.
Prime Rate ⁵	5.3	s.c.
Salario mínimo nominal	3.0	s.c.

¹ Pesos por dólar, promedio.² Índice, 1993 = 1.0.³ Dólares por barril, promedio (mezcla mexicana).⁴ Millones de barriles diarios, promedio.⁵ Puntos porcentuales, promedio anual.

s.c. = sin cambio.

CUADRO 11.12 Resultados de pronóstico, 2004
(tasas de crecimiento)

Variable	Básico	Alternativo
PIB	3.08	2.09
Consumo privado	2.60	1.41
Inversión privada	2.49	1.30
Oferta		
Agricultura	0.76	0.61
Industrial	3.31	2.16
Manufactura	3.00	1.81
Construcción	4.60	2.96
Servicios	2.30	1.81
Inversión Extranjera Directa ¹	12.29	12.33
Empleo ²	487.15	364.49
Salarios medios reales	2.37	2.86
Precios ³	3.55	4.11
Saldo de balanza comercial ¹	-10.72	-5.76
Saldo de cuenta corriente ¹	-15.73	-14.59
Como porcentaje del PIB	-2.53	-2.44
Déficit fiscal (porcentaje del PIB)	-0.31	-0.29

¹ Miles de millones de dólares.² Nuevos empleos en miles de personas.³ INPC, variación porcentual diciembre-diciembre.*D) Comentario crítico*

El error de pronóstico en este ejercicio (subestimación) se debe principalmente a la notable e imprevista elevación del precio internacional del petróleo, que promedió durante el año 31 dólares por barril. Estos ingresos extras propiciaron un mayor margen de maniobra

para el gobierno federal. Asimismo, la recuperación del crecimiento de la economía de Estados Unidos y de su sector industrial ejerció un importante efecto de arrastre sobre la economía mexicana.

11.3.5 CAPACIDAD PREDICTIVA DE EUDOXIO DESDE 1995

A lo largo de la sección 11.3 se han revisado la naturaleza y varios ejemplos concretos y reales de la difícil actividad de pronosticar las principales variables macroeconómicas de la economía mexicana desde el año 2001. Se ha podido ver que la incertidumbre, el cambio constante del entorno mundial, la dinámica del consenso de pronósticos, la intuición y la lectura que el pronosticador hace de todos estos factores se incorporan sistemáticamente a través de los *add factors*.

En el resto de esta sección analizamos la capacidad de predicción que *Eudoxio* ha tenido desde 1995 a través de siete variables macroeconómicas que son altamente indicativas del desenvolvimiento de cualquier economía y que todo modelo completo debe abarcar: PIB, consumo e inversión privados, inflación (INPC, diciembre-diciembre), saldo de cuenta corriente (total y como proporción del PIB) y déficit fiscal. Debido a que hicimos varios pronósticos durante un mismo año, en las gráficas a veces aparece más de un dato para el mismo año.

Como se aprecia en el cuadro 11.13, entre 1995 y 2000 los pronósticos de *Eudoxio* se hacían y se publicaban una vez al año, y a partir de 2001 su periodicidad aumentó por las razones ya señaladas.

Con el afán de complementar el análisis que ya hemos hecho, basta con indicar que las variables endógenas en que el modelo observó las fallas más relevantes fueron la inversión privada y la cuenta corriente.

Respecto a la primera, sólo cabría añadir que es la variable de demanda más difícil de pronosticar, en virtud de que –en última instancia– está gobernada por lo que Keynes llamaba *instintos animales*.

Por su parte, la cuenta corriente ha venido presentando reducciones en los montos de déficit, particularmente desde el año 2001. No parecería que estos cambios respondan a modificaciones relevantes en la estructura del comercio exterior. Sino más bien a un profundo cambio en la naturaleza migratoria del país. Es plausible considerar que debido al lento ritmo de crecimiento económico, la emigración a Estados Unidos se ha incrementado de manera muy relevante. En este contexto, las remesas que envían los trabajadores migratorios mexicanos, en particular desde Estados Unidos, han crecido de forma espectacular. Como se ve en el cuadro 11.14, justamente desde ese año parece coincidir la emigración y el crecimiento exponencial de esa variable. Por otro lado –y no menos importante–, está el hecho de que en la medida que en esos mismos años cayó abruptamente la inversión privada –tanto en nivel como en términos del producto–, los requerimientos de ahorro del exterior (que no es otra cosa que el déficit de cuenta corriente) descendieron de manera notable. Recuérdese que por definición contable la diferencia entre ahorro e inversión determina el balance de la cuenta corriente:

$$CC = S_d - I. \quad (11.1)$$

$$S_d = S_g + S_p. \quad (11.2)$$

CC = Saldo de la balanza de cuenta corriente.

S_d = Ahorro doméstico.

I = Inversión privada.

S_g = Superávit o ahorro fiscal.

CUADRO 11.13 Contraste histórico de pronóstico de Eudoxio, 1995-2005

	PIB		Consumo privado		Inversión privada		Inflación		Cuenta corriente		Cuenta corriente %PIB		Déficit fiscal %PIB	
Fecha	Pronóstico	Observado	Pronóstico	Observado	Pronóstico	Observado	Pronóstico	Observado	Pronóstico	Observado	Pronóstico	Observado	Pronóstico	Observado
Jul-95	-6.30	-6.20	-7.70	-9.51	-17.30	-28.21	50.70	51.96	-1.26	-1.57	-0.50	-0.55	1.90	-0.01
May-98	4.80	4.91	1.83	5.42	4.37	13.80	16.10	18.61	-12.80	-16.07	-3.10	-3.85	-1.80	-1.25
Jul-99	2.63	3.74	6.40	4.30	13.00	7.22	16.00	12.32	-13.39	-14.00	-2.99	-2.91	-1.77	-1.13
Oct-00	6.70	6.57	3.90	8.24	3.20	9.05	9.10	8.96	-17.04	-18.16	-3.06	-3.12	-0.96	-1.10
Ene-01	3.60	-0.12	2.60	2.42	1.50	-5.90	8.30	4.40	-16.46	-18.15	-2.82	-2.90	-0.86	-0.73
May-01	2.40	-0.12	1.85	2.42	4.94	-5.90	6.67	4.40	-18.46	-18.15	-3.03	-2.91	-0.68	-0.73
Ene-02	1.38	0.73	3.06	1.31	3.82	-4.01	4.56	5.70	-21.66	-14.05	-3.47	-2.10	-0.74	-1.21
May-02	2.21	0.73	2.36	1.31	5.16	-4.01	4.56	5.70	-22.09	-14.05	-3.39	-2.18	-0.61	-1.21
Mar-03	2.75	1.30	2.69	2.99	2.72	-5.72	3.76	3.98	-19.29	-9.24	-2.78	-1.40	-0.49	-0.62
May-03	2.38	1.30	1.92	2.99	-0.28	-5.72	3.50	3.98	-15.89	-9.24	-2.47	-1.40	-0.55	-0.62
Ago-03	1.49	1.30	1.92	2.99	-0.28	-5.72	3.39	3.98	-12.51	-9.24	-2.09	-1.40	-0.51	-0.62
Nov-03	1.49	1.30	2.45	2.99	-0.28	-5.72	3.89	3.98	-12.51	-8.45	-2.09	-1.35	-0.51	-0.62
Ene-04	3.19		3.61		6.24		3.75	5.19	-15.81		-2.55		-0.42	
Jun-04	3.99		3.61		6.24		4.58	5.19	-9.94		-1.55		-0.34	
Oct-04	3.99		3.61		6.24		4.58	5.19	-9.94		-1.55		-0.34	
Dic-04	3.99	4.40	3.21	5.5	5.00	8.50	5.18	5.19	-9.94	-7.39	-1.55	-1.15	-0.34	-0.26
Ene-05	3.50		3.21		3.55		3.96		-9.90		-1.42		-0.16	
Dic-05	3.07	2.71	--	5.4	--	9.60	3.30	3.30	-7.8	-5.70	--	-0.74	-0.25	-0.09

Cuadro elaborado en enero de 2005.

S_p = Ahorro privado

Expresando (11.1) en términos del PIB:

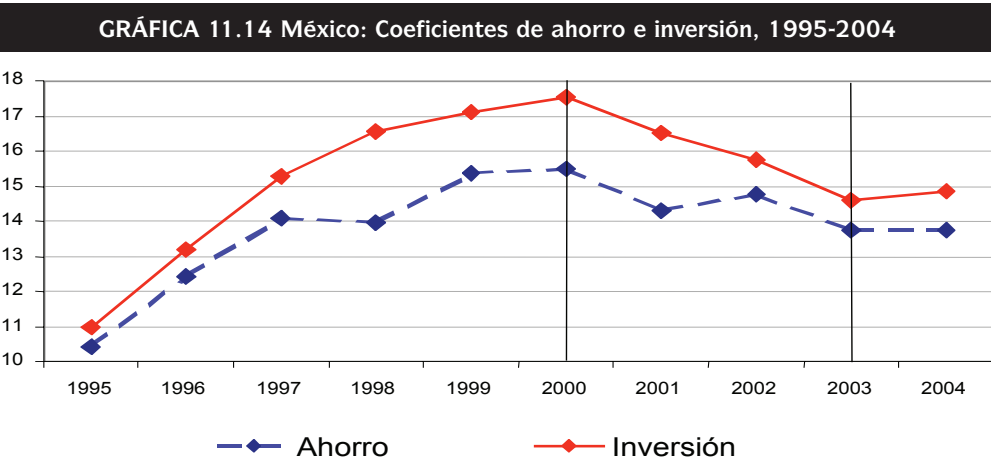
$$cc = (s_g + s_p) - i. \tag{11.3}$$

Como puede verse en la gráfica 11.14, entre 1995 y 2000 los coeficientes de ahorro e inversión crecieron notablemente, pero lo hizo de manera más rápida el de la inversión, con lo cual se amplió el déficit de cuenta corriente a producto, que es la brecha que separa a las dos líneas. A partir de que inició la recesión (en el año 2001) ocurrió exactamente lo contrario.³⁸

CUADRO 11.14 Contribución de las remesas a la cuenta corriente			
	(1) CC	(2) Remesas	(3) = (2)/(1) ¹
1996	−2,507.6	4,223.8	1.68
1997	−7,665.0	4,864.9	0.63
1998	−16,072.4	4,743.7	0.30
1999	−14,012.3	5,909.5	0.42
2000	−18,188.3	6,572.8	0.36
2001	−18,176.1	8,895.3	0.49
2002	−13,791.8	9,814.4	0.71
2003	−8,453.1	13,396.2	1.58
2004	−7,394.1	16,612.8	2.25

¹ Valores multiplicados por −1.

Fuente: Elaboración propia con datos de Banxico.



Fuente: Cálculos propios basados en INEGI (varios años).

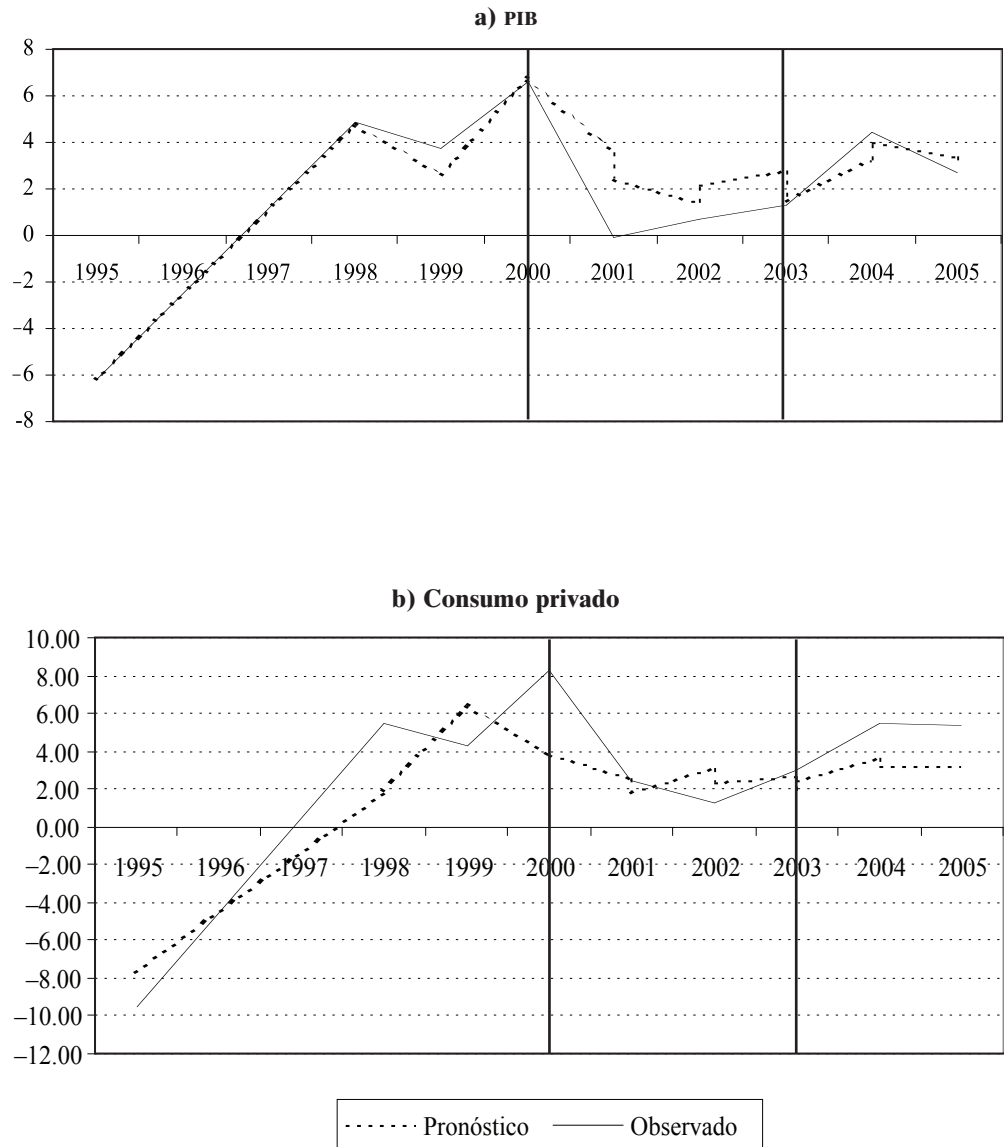
Con relación a las remesas, conviene destacar que entre 2000 y 2004 se quintuplicó su contribución a la cuenta corriente, lo que ha hecho que Eudoxio haya perdido preci-

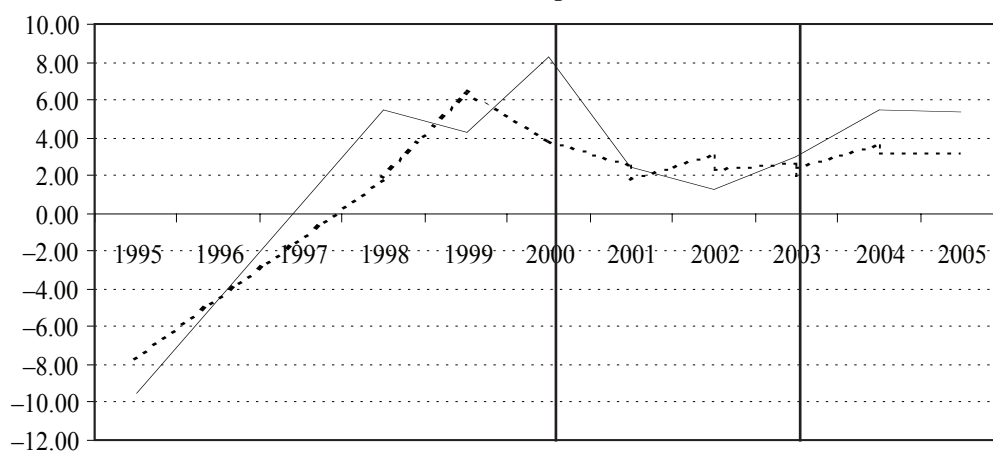
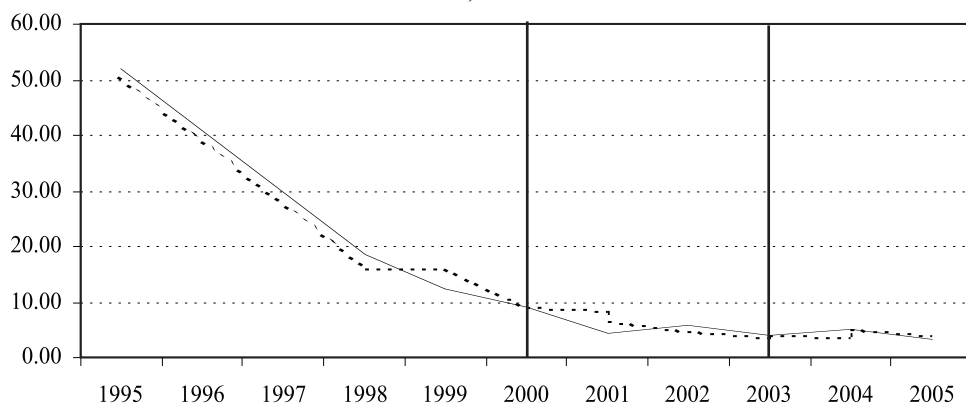
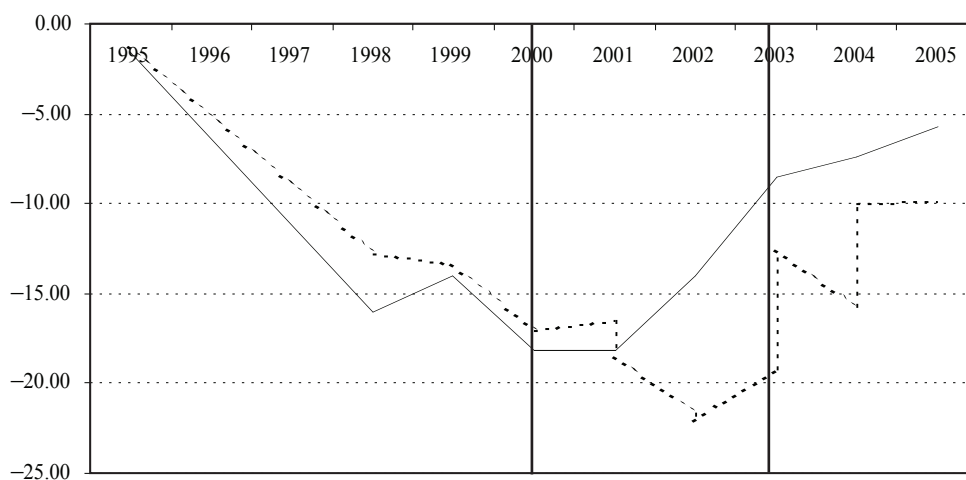
³⁸ Si bien no es nuestro objetivo, conviene mencionar que ambos coeficientes son extremadamente bajos comparados con los que registran los países que han observado tasas de crecimiento altas y sostenidas, como los del Este asiático.

sión en el pronóstico de esta variable y que también se haya reducido notablemente la restricción externa al crecimiento. Aquí tenemos un caso en que un cambio en la realidad económica exige ajustes en la especificación del modelo.

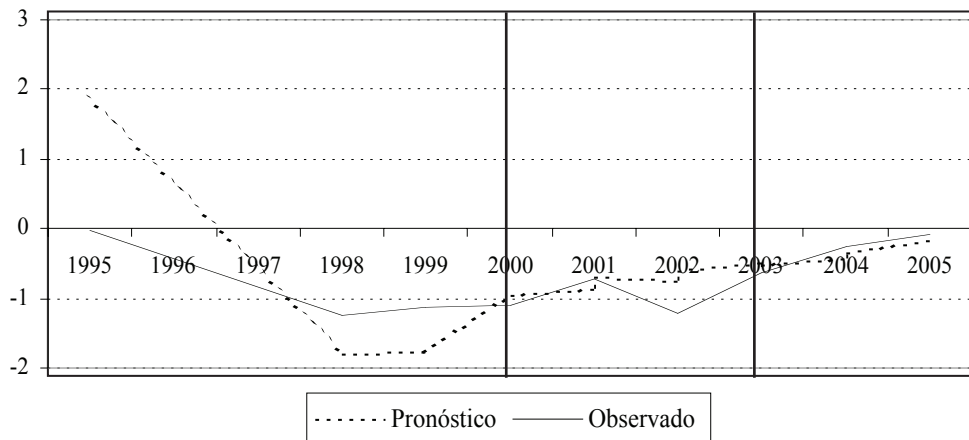
Por último, presentamos un resumen gráfico del pronóstico de Eudoxio entre 1995 y 2004.

GRÁFICA 11.15 Contraste histórico de pronóstico de Eudoxio, 1995-2005



c) Inversión privada**d) Inflación****e) Cuenta corriente**

..... Pronóstico — Observado

f) Cuenta corriente como porcentaje del PIB**g) Déficit fiscal como porcentaje del PIB**

11.4 PROSPECTIVA

Introducción

Con este apartado de análisis prospectivo terminamos la presentación de los usos profesionales de un modelo completo. Si bien este instrumento metodológico es de suma utilidad, prácticamente ningún texto convencional de econometría lo incluye. Es por ello que nosotros lo hacemos ahora a partir de un estudio aplicado que realizamos para construir escenarios futuros de la composición del empleo en México en la próxima década.

El análisis del futuro tradicionalmente se ha visto como una entelequia o una suerte de charlatanería. Sin embargo, en los países desarrollados desde hace mucho tiempo se practica con toda seriedad y con el uso de metodologías rigurosas. El análisis y la construcción de escenarios no es una tarea ajena a los estudios estratégicos, ya que tienen como finalidad construir el futuro a partir de las acciones del presente. Esta actividad ha permitido que esos países hayan tenido desde sus inicios proyectos nacionales que explican sus éxitos económicos, en contraste con los países que los desconocen y se dedican a ‘administrar’ el diario acontecer.

11.4.1 EL IMPACTO DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN EL EMPLEO SECTORIAL DE MÉXICO. UN ANÁLISIS PROSPECTIVO³⁹

Introducción

La mayoría de los países en desarrollo enfrenta grandes dificultades para resolver cuestiones derivadas no solamente de una mala gestión económica del pasado y de la pobre generación de empleos actuales, sino también de su inadecuada composición sectorial. Ambas características son a la vez causa y efecto del perfil productivo de su estructura económica.

A finales de los años sesenta del siglo pasado algunos analistas vislumbraban las dificultades que en el futuro enfrentaría México para continuar generando empleos, así como la indeseable configuración sectorial que desde entonces comenzaba a perfilarse. Entre ellos, Ibarra (1970: 143) pronosticaba que hacia 1980 “...sólo una parte del incremento de la población activa encontrará trabajo productivo [...] La mayor carga social recaerá desde luego en los campesinos y trabajadores no calificados...” Los mercados de trabajo podrán constituirse en “poderosas fuerzas opuestas a la difusión de los beneficios del desarrollo y, por tanto, generar fuertes distorsiones”.

El pronóstico anterior no sólo se cumplió, sino que devino en un escenario aún más complicado por la coincidencia de los siguientes factores adversos: *a*) la sensible reducción del crecimiento económico y el aumento de su volatilidad a partir de 1982; *b*) rápida aceleración del crecimiento de la PEA, como consecuencia de la inercia demográfica de las décadas anteriores y de la caída de las remuneraciones reales de los hogares; *c*) desplazamiento de mano de obra por el uso intensivo de capital y tecnología en los sectores y procesos productivos más modernos, y *d*) fuerte expulsión de la mano de obra del sector agrícola tradicional como consecuencia de sus rendimientos decrecientes. No obstante, todavía una alta proporción de la fuerza laboral permanece en el sector, lo que le genera graves problemas en su interior y externalidades para el resto de la economía. Consecuentemente, sectores de baja productividad como la construcción y los servicios han venido absorbiendo fuerza laboral del sector primario en cantidades crecientes. Paralelamente, ha sido muy lenta la transición de empleos de baja calificación hacia aquellos de alto valor agregado.

Por lo tanto, el empleo informal y el empleo precario se han incrementado prominentemente al punto de constituir actividades paralelas a las formales. De acuerdo con la CEPAL (2001), siete de cada diez nuevos empleos generados en América Latina fueron en el sector informal.

Al mismo tiempo, la inversión extranjera directa (IED) ha incrementado su importancia en la formación de capital y en su contribución al PIB, al grado que es plausible decir que la IED ha financiado una parte creciente de la estrategia de “industrialización orientada hacia las exportaciones” (Dussel-Peters, 2003a: 129). Por ello y por la fuerte inserción de México en la globalización, se ha tomado a esta variable como un determinante de las trayectorias del empleo sectorial.

El objetivo central de este apartado es pronosticar la generación de empleos y su composición hacia el año 2020 a nivel de seis sectores económicos, a partir de tres comportamientos diferentes de la IED. Apoyamos la hipótesis de que la composición sectorial del empleo y del producto encierra efectos dinámicos a futuro sobre el crecimiento económico y el desarrollo. Para tal fin hacemos uso de un modelo macroeconómico estructural híbrido, en la medida que incorpora técnicas de la nueva econometría de series de tiempo.

³⁹ Esta sección originalmente se presentó en Loría y Brito, 2004 y fue el ganador del *Primer Premio Metropolitano de Economía y Administración 2004* de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. Se reproduce con la autorización expresa del editor.

En la primera sección exponemos la importancia de los estudios prospectivos; en la segunda sección analizamos las tendencias del empleo a nivel mundial, enfatizando la composición sectorial de México entre 1940 y 2003. A continuación especificamos el modelo econométrico y hacemos tres ejercicios prospectivos. Finalmente, presentamos las conclusiones, algunas interrogantes y líneas de investigación a desarrollar en futuros trabajos.

11.4.1.1 IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS PROSPECTIVO

El sentido de sobrevivencia ha hecho que la humanidad desarrolle diferentes tipos de conocimientos para predecir el futuro. Con ese objetivo se han realizado esfuerzos que van desde la adivinación y la charlatanería hasta la construcción de diversos métodos con fundamentos científicos.

Sin duda, conocer el pasado ayuda a saber qué hicimos para llegar a donde estamos, y al analizar las tendencias pasadas podemos detectar inercias y fuerzas centrípetas y centrífugas que pueden predeterminar e inferir hacia dónde podemos o debemos dirigirnos.

De acuerdo con Ortega y Gasset (1926), una sociedad que no sea capaz de pensar y proyectar su futuro está condenada a vivir en el pasado. Pero aún más importante, el Estado moderno está cimentado no sólo en su pasado sino sobre la promesa que les hace a sus ciudadanos de un mejor futuro. Desde hace muchos años los países desarrollados reconocieron la importancia vital de construir y planear el futuro, lo cual explica su despegue económico, pues gestaron y estimularon desde muy temprano voluntades nacionales para salir del atraso (Pipitone, 2001). Como ejemplo, a partir de iniciar su participación en la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos desarrolló decididamente la investigación prospectiva para adquirir ventajas relativas y absolutas en diversos asuntos de seguridad nacional, como la carrera armamentista, la biotecnología, el abastecimiento energético, la seguridad alimentaria y la carrera aeroespacial (Hevia, 2000). Al respecto, resulta muy ilustrativa la aseveración de J. F. Kennedy en cuanto a que Estados Unidos llegaría primero a la Luna, no obstante su rezago en la materia respecto a la entonces URSS.

Por el contrario, los países subdesarrollados –incluido México– han dedicado sus mayores esfuerzos para explicar el pasado, pero no para proyectar el futuro. Consecuentemente, las actividades de planeación a largo plazo y, por ende, los estudios prospectivos han sido muy escasos y dispersos, y podríamos decir que no han tenido una incidencia importante en la definición de políticas de largo alcance.

La diversidad y acumulación de problemas añejos, y la exigencia de darles ‘salida rápida’ es, quizá, lo que nos ha impedido ver hacia delante de una forma organizada e integral. Hemos destinado enormes recursos para tratar de entender (no resolver) los problemas del pasado en lugar de prepararnos para enfrentar activamente los que advierte el futuro. Ello ha contribuido a no hacer la mejor asignación de recursos ni a tomar medidas preventivas adecuadas. Una prueba más fehaciente es que desde 1953 existe el Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana, dependiente de la Secretaría de Gobernación, pero no existe un instituto o centro nacional de estudios prospectivos.

A pesar de estas ausencias, hay que advertir que en México desde fines de la década de 1960 algunos académicos manifestaron sus inquietudes por estos temas, sin tener una respuesta importante de la sociedad civil (incluyendo al sector académico) ni del gobierno, por lo que han sido pocos y esporádicos los trabajos prospectivos que se han elaborado y además no han tenido suficiente difusión.⁴⁰

⁴⁰ Después de una minuciosa inspección, únicamente encontramos algunos: Ibarra *et al.* (1971), Modelo de la Secretaría de Hacienda (1979), Urquidí (1996) y la compilación hecha por Millán y Concheiro (2000).

Respecto a cómo se concibe el futuro hay dos grandes corrientes antagónicas. La *determinista* afirma que el destino es inamovible y la *voluntarista* asegura que el futuro se proyecta y, por tanto, se construye, aunque con ciertas restricciones (Mojica, 1999).

Bajo este esquema, la prospectiva analiza alternativas futuras y se basa en distintas metodologías que dependen del objeto de estudio y de los objetivos a alcanzar. Uno de estos métodos es la construcción de escenarios,⁴¹ que consiste en describir y analizar una situación previa (tendencia) y una serie de acontecimientos que permiten pasar de una situación original a otra futura (Godet, 2000).

En macroeconomía la construcción de escenarios permite detectar oportunidades y cuellos de botella en el proceso de desarrollo. Maza (citado en Hevia, 2000: 75) argumenta que “El análisis de escenarios comprende los procedimientos por los cuales pueden establecerse, teóricamente, secuencias alternativas de acontecimientos futuros posibles y preferencias sociopolíticas. Más que las simples proyecciones de los movimientos macroeconómicos, se trata de una técnica de formulación de supuestos razonables, con base en hechos de la experiencia, acerca del desenvolvimiento de las variables estratégicas de un sistema y el ajuste de las variables dependientes en una franja más o menos amplia de posibilidades”. En general, con el método de escenarios se pueden construir: a) *escenarios exploratorios*, que parten de tendencias pasadas y presentes que conducen a futuros verosímiles, y b) *escenarios de anticipación o normativos*, contruidos a partir de imágenes alternativas del futuro, que pueden ser deseables o rechazables (Godet, 2000: 38).

En este trabajo combinamos ambos tipos de escenarios a través del método deductivo, que consiste en analizar la estructura global de las variables macroeconómicas más importantes de la economía nacional y, a partir de ellas, construir escenarios por medio del análisis estructural.

11.4.1.2 EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL EMPLEO SECTORIAL

En general, desde 1940 la composición sectorial del empleo y del producto en los países avanzados ha cambiado drásticamente y ha observado las siguientes tendencias: a) fuerte disminución relativa de la actividad agropecuaria; b) primer aumento (durante las fases iniciales de industrialización) y después leve reducción y estabilización de la actividad manufacturera, tanto en su contribución del empleo como de la producción agregada,⁴² y c) aumento del sector servicios (ORT, 1995: 5), particularmente en las actividades de alto valor agregado.

Las razones explicativas son el aumento de la productividad por trabajador como resultado del uso intensivo de maquinaria y de nuevas tecnologías, la necesidad de crear servicios más complejos y el desplazamiento de industrias del primer y segundo tipos hacia zonas menos sindicalizadas y con menores costos laborales dentro y fuera del país.

⁴¹ Una descripción muy bien detallada del método de construcción de escenarios puede consultarse en Godet (2000) y en Mojica (2002).

⁴² Un ejemplo relevante es el caso de EU, cuya industria manufacturera entre 1967 y 2001 perdió 9% de su ocupación, aunque en las regiones noreste y medio oeste la pérdida llegó hasta 40% (Doyle, 2002).

CUADRO 11.15 Contribución sectorial del empleo y del PIB en 10 países desarrollados, 1970-2001 (porcentajes)

País/sector	Agricultura				Industria				Servicios			
	1970		2001		1970		2001		1970		2001	
	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y
Australia	8.0	4.8	4.7	3.8	35.0	33.3	21.1	25.6	57.0	61.9	74.2	70.6
Canadá	7.6	4.7	2.9	2.6	29.8	35.7	22.9	30.1	62.6	59.6	74.2	67.3
Francia	13.5	4.7	4.4*	2.8	38.5	32.6	23.1*	24.8	48.0	62.7	72.5*	72.4
Alemania	8.5	1.7	2.6	1.2	48.7	45.8	32.4	29.1	42.8	52.5	65.0	69.7
Holanda	6.4	2.4	3.3*	2.7	37.5	34.5	20.0*	26.0	56.1	63.1	76.7*	71.3
Italia	20.1	5.5	5.2	2.7	39.8	35.2	31.8	27.8	40.1	59.3	63.0	69.5
Japón	16.9	5.2	4.9	1.3	35.7	38.7	30.5	29.4	47.4	56.1	64.6	69.3
Suecia	8.1	4.2	2.3	1.8	38.0	32.0	23.8	28.2	53.9	63.8	73.9	70.0
Reino Unido	3.2	1.8	1.4	0.9	43.2	36.1	24.8	26.3	53.6	62.0	73.8	72.8
Estados Unidos.	4.5	2.1	2.4	1.6	33.2	31.6	22.6	24.5	62.3	66.3	75.0	73.9

* Dato para 2000.

 L_i = Empleo sectorial. L = Empleo total. Y_i = Producto sectorial. Y = Producto total.

Fuente: Godbout (1993), European Commission (2001), OIT (2003) y OCDE (2003).

De acuerdo con Reich (1993), en el capitalismo contemporáneo desarrollado se conforman tres tipos de empleos que corresponden a la manera en que los países y las regiones se incorporan a la globalización, lo que a su vez configura el perfil productivo y de remuneraciones, así como la capacidad de generación de empleos a futuro.

En la escala más baja están los *empleos de producción y servicios altamente rutinarios*, que son fácilmente sustituibles por procesos estandarizados o por la relocalización geográfica de las empresas a regiones y países de bajos salarios. En el punto intermedio se encuentran los empleos que Reich (*op. cit.*: 175) denomina *servicios en persona*, que aun cuando comparten características semejantes con el primer tipo, en cuanto a que son tareas relativamente simples y repetitivas, requieren de mayor grado de calificación y experiencia, por lo que agregan más valor. En la cúspide se encuentran los *empleos en los servicios simbólico-analíticos* que se enfocan básicamente a “la intermediación estratégica, a la identificación y resolución de problemas” (*ibid.*: 175) y que tienen que ver con el desarrollo del capitalismo hacia fases de mayor productividad. En esta categoría están los empleos de alta competitividad y creatividad y, por tanto, de alta productividad y remuneraciones. Aquí se encuentran las ocupaciones vinculadas a biotecnología, reingeniería, sistemas logísticos, finanzas, software, información y telecomunicaciones y, en general, aquellas ocupaciones que generan alto valor agregado en las distintas esferas de la producción. Todo ello a través de la utilización de símbolos, de la abstracción (en todas sus formas) y de la innovación. Estas actividades, por definición, operan con rendimientos crecientes y –por lo tanto– no están expuestas al deterioro de los términos de intercambio.

De acuerdo con Reich (*op. cit.*), los países desarrollados han pasado gradualmente del primero al tercer tipo de empleos, lo que les ha permitido adaptarse mejor y más rápidamente a las actuales y futuras condiciones de la globalización. Por su parte, los países en desarrollo han seguido esas tendencias pero con retrasos y asimetrías importantes.

**CUADRO 11.16 México: Empleo sectorial y producto, 1940-2003
(porcentajes)**

Año	Agricultura		Minería		Manufactura		Construcción		Energía eléctrica		Servicios	
	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y
1940	65.4	20.2	1.8	5.9	9.0	16.1	1.8	1.8	0.2	0.6	21.9	55.2
1950	58.3	19.6	1.2	4.5	11.8	18.3	2.7	1.8	0.3	0.5	25.8	55.4
1960	54.2	15.6	1.2	3.3	13.8	20.3	3.6	5.2	0.4	0.4	26.8	55.2
1970	36.3	11.2	1.0	2.6	12.6	23.0	6.7	6.2	0.3	0.8	43.1	57.1
1980	27.9	8.2	1.0	3.2	12.0	22.1	9.5	6.4	0.4	1.0	49.0	60.1
1990	25.4	7.7	1.2	3.6	11.1	22.8	10.7	5.1	0.5	1.5	51.0	60.7
2000	20.0	5.0	0.4	1.2	12.8	19.8	12.2	3.9	0.5	1.5	54.1	63.1
2003	19.3	5.3	0.4	1.2	11.5	18.2	13.8	3.8	0.6	1.6	54.5	65.0

L_i = Empleo sectorial.

L = Empleo total.

Y_i = Producto sectorial.

Y = Producto total.

Nota: La suma de las participaciones porcentuales no corresponde al 100% debido a que el PIB contabilizado por el lado de la oferta incluye los *servicios bancarios imputados* y los *impuestos a la producción*.

Fuente: Cálculos propios basados en INEGI (varios años) y Trejo (1978).

**CUADRO 11.17 México: Promedio de productividad (laboral) sectorial, 1970-2003
(índice 1970 = 1.0)**

Año	Agricultura	Minería	Manufacturas	Construcción	Energía eléctrica	Servicios	Total
1970	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1975	1.10	1.10	1.15	0.98	1.22	1.09	1.14
1980	1.25	1.51	1.31	0.95	1.44	1.21	1.30
1985	1.31	1.54	1.39	0.87	1.65	1.21	1.33
1990	1.30	1.55	1.50	0.70	1.76	1.20	1.33
1995	1.39	2.32	1.70	0.64	1.90	1.19	1.36
2000	1.46	2.58	1.85	0.59	1.98	1.32	1.51
2003	1.63	2.84	1.92	0.52	2.08	1.38	1.54
TMCA	1.49	3.21	2.00	-1.98	2.24	0.97	1.31

TMCA = Tasa media de crecimiento anual 2003/1970.

Fuente: Cálculos propios con datos de INEGI (varios años).

Como consecuencia de la intensificación de los añejos problemas económicos estructurales, en México, de acuerdo con el Consejo Nacional de Población (Conapo, 2003b), actualmente alrededor de 400,000 personas emigran al extranjero cada año y casi la misma cantidad lo hace a las ciudades.

La inversión es una variable fundamental para la determinación del crecimiento y el empleo. En los países de América Latina se ha registrado una sensible caída de la inversión pública y un estancamiento de la privada, por lo que la CEPAL (2001: 8) señala que la IED se ha transformado en la principal fuente de financiamiento interno y de la cuenta corriente de la región en los años recientes.⁴³

⁴³ En Latinoamérica la IED pasó de 15.775 mil millones de dólares (mdd) en 1990 a 36.466 mdd en 2003 (CEPAL, 2004a).

A partir de la crisis mexicana de 1995 varios factores han propiciado una mayor contribución de la IED a la inversión total y como proporción del PIB, entre ellos: *a)* la aplicación de políticas restrictivas de gasto público; *b)* el combate exitoso de la inflación; *c)* régimen cambiario flexible; *d)* las reformas a la *Ley de la Inversión Extranjera* de 1993, y *e)* la estabilidad macroeconómica.

Los flujos de IED se han orientado hacia actividades con alto potencial de desarrollo/ crecimiento y ventajas comparativas, como las plantas maquiladoras,⁴⁴ los servicios financieros, las comunicaciones y el comercio de alta tecnología. Por el contrario, los sectores primario, minería, construcción y energía eléctrica son los que reciben flujos de IED mínimos e incluso en algunos casos reportan retiros de utilidades como en transporte y comercio. De ahí que en el cuadro 11.18 aparezcan con contribuciones negativas.

Si bien existe una importante concentración en el destino de la IED que impide que sus efectos sean inmediatos en el conjunto de la economía, no se puede despreciar que pueda generar efectos de arrastre hacia el resto de los sectores, de acuerdo con la teoría kaldoriana (Kaldor, 1966).⁴⁵

CUADRO 11.18 México: Composición sectorial (porcentual) de la IED

Sector	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003
Agricultura	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.6	0.6	0.0	-0.1
Minería	0.9	1.0	1.1	1.1	0.5	1.0	1.2	0.1	0.3
Ind. Manufact.	57.8	57.8	61.4	60.5	62.6	67.2	57.3	18.4	45.5
RNIE ¹	49.7	41.2	42.7	46.5	36.5	46.0	37.0	9.3	26.6
Maquiladoras	8.1	16.6	18.7	14.0	26.1	21.2	20.3	9.1	18.9
Construcción	2.4	0.3	0.3	0.9	1.1	0.9	0.4	0.1	2.2
Energía eléctrica	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	0.4	0.2	0.5
Comercio	11.8	12.2	9.4	15.5	11.2	8.2	14.2	5.2	9.3
Transp. y Com.	6.8	10.7	5.6	5.7	4.7	2.0	-16.7	11.7	14.8
Serv. financieros ²	8.9	13.0	15.8	9.1	9.0	5.6	31.1	56.6	18.6
Otros servicios ³	11.2	4.9	6.3	7.1	10.2	13.4	11.5	7.7	8.8

¹ Registro Nacional de Inversión Extranjera.

² Servicios financieros, de administración y alquiler de muebles e inmuebles.

³ Servicios comunales y sociales, hoteles y restaurantes, profesionales, servicios técnicos y personales.

Fuente: Dussel-Peters (2003b) e INEGI (2004).

11.4.1.3 EL MODELO

A) Nota metodológica

La metodología que utilizamos se basa en el espíritu globalizador (sistémico) de la Nueva Econometría Estructural que describimos en los capítulos 5 y 6.

Es necesario señalar que para la construcción de escenarios es indispensable identificar cuidadosamente (y asimismo, asignar y calibrar) las variables exógenas y analizar la congruencia de todas las interrelaciones que subyacen en un sistema eminentemente abierto. Por lo tanto, para realizar prospección es necesario especular no sólo sobre la evolución aislada de una sola variable, sino sobre la evolución congruente del sistema bajo

⁴⁴ Al respecto, la maquila generó 87% del empleo manufacturero y su contribución al empleo total creció de 1.62% en 1988 a 4% en 2000 (Dussel-Peters, 2003a: 136). Habría que decir que la recesión 2000-2003 deterioró estas cifras, pero los pronósticos sugieren una recuperación importante.

⁴⁵ Ésta es una hipótesis muy relevante y que no se contrasta aquí explícitamente.

consideración. Una razón adicional, estrictamente estadística, para utilizar un modelo de estas características fue el incumplimiento del supuesto de exogeneidad débil (véase la sección 4 del apéndice estadístico).

En virtud de que el sistema está sobreidentificado, usamos tres métodos de información completa: MC2E, MC3E y MCP2E.

En este proceso seguimos la *estrategia progresiva* sugerida por Granger (1999) y Hendry (1995a) para construir un modelo empírico a través de una serie de transformaciones y reducciones hasta obtener un modelo final parsimonioso y poderoso.

B) Estructura del modelo

El modelo se desagrega en seis sectores productivos correspondientes a la clasificación del Sistema de Cuentas Nacionales de México. Debido a la causalidad múltiple del sistema, se estimaron también las funciones de: a) producto de cada sector, ⁴⁶ b) salarios medios reales y c) IED. La estructura completa del modelo consta de: 14 variables endógenas, 20 exógenas, 5 transformaciones algebraicas y 5 identidades contables. Todos los métodos reportaron resultados muy similares, lo cual implica que la estimación de la primera etapa (en su forma reducida) es correcta, aunque por teoría MC3E genera estimadores asintóticamente más eficientes (Intriligator *et al.*, 1996: 375).

Por sus características extensivas, al igual que la minería, el empleo agropecuario (NE91) depende de manera importante de su producto (xvg91). El crecimiento de los salarios mínimos reales (WMR) incide negativamente sobre el empleo, pues representa el costo del factor trabajo, así como el costo de oportunidad para los campesinos de permanecer ocupados en el sector. La superficie cosechada (SCOS) es un factor productivo muy importante, debido a que una alta proporción de la actividad agrícola en México es extensiva en tierra. La alta inestabilidad financiera y los factores asociados al *riesgo moral* inciden de manera negativa sobre el producto y el empleo agropecuarios, lo que se consigna a través del efecto del crecimiento de la tasa de interés nominal de Cetes a 28 días (CETEN).

La industria minera se divide en dos grandes actividades: la minería propiamente dicha (MINSOLA) y la extracción de petróleo. Por lo tanto, en la especificación conjunta del empleo de la industria minera (NE92) se ha incluido el precio del petróleo (POIL) y la plataforma de exportación (XOIL); también se ha incorporado el rezago de la productividad media del sector. Por último, el tipo de cambio real (PRC) juega un papel fundamental por sus efectos en la modificación de los precios relativos con el exterior.

Por sus características dinámicas, la función del empleo manufacturero (NE93) es autorregresiva. Habitualmente se considera que en las funciones de empleo los costos laborales (COSLAB) deben tener signo negativo.

Conviene señalar que la calidad de los datos de empleo agregado y sectorial no es la deseable y eso bien puede generar varios problemas de estimación. Uno de ellos fue que el producto interno bruto no fuera significativo en la explicación de NE93, por lo que tuvimos que buscar una *proxy*, que resultó ser la inversión total (IFT). Consideramos que esta explicación es plausible en virtud de que la manufactura se asocia sensiblemente al resto de las actividades económicas. Otro problema estadístico se refiere a que la ecuación presentó problemas de autocorrelación serial que sólo pudieron resolverse con el procedimiento iterativo de Cochrane-Orcutt, el cual es utilizado ampliamente por Fair (2003) y Donihue (véase Pindyck y Rubinfeld, 1998: 163 y 442-461).⁴⁷

La inversión total en infraestructura (IFTC) tiene un peso muy fuerte en la generación de empleo en el sector de construcción (NE94), lo que refleja su carácter intensivo en tra-

⁴⁶ La especificación de cada ecuación está disponible a solicitud. Estas funciones se estimaron de manera *ad hoc*, en virtud de que no existen series sectoriales de acervos de capital.

⁴⁷ Con este procedimiento estadístico se incorpora información adicional a través de las variables instrumentales, con lo que la matriz de varianzas y covarianzas es diagonal. Ello significa que el *sesgo de Haavelmo* está ausente (Pindyck y Rubinfeld, *op. cit.*: 353). El coeficiente del componente autorregresivo (AR(1)) de la ecuación $\rho = 0.575$ hace que los residuos sean normales, estacionarios y libres de autocorrelación serial.

bajo.⁴⁸ La dinámica de la PEA tiene un efecto positivo sobre el empleo de la construcción debido al exceso de mano de obra no calificada que tiende a concentrarse principalmente en el sector agropecuario.⁴⁹ De nueva cuenta este resultado nos está reflejando una característica estructural muy importante de la economía mexicana: el desempleado agropecuario es el empleado en la construcción. Incluso existe una relación estacional muy clara, pues en el ciclo agrícola se presentan ‘tiempos muertos’ (periodos posteriores a la cosecha) que los campesinos aprovechan para emplearse principalmente en la construcción y en el comercio informal, lo cual se demuestra con el parámetro negativo del empleo del sector primario y su alta elasticidad (-1.69). Al igual que el caso de la agricultura, los salarios medios reales inciden de manera negativa en la ocupación del sector.

El empleo en el sector electricidad (NE95) es altamente inercial y se asocia al producto total (GDP).⁵⁰ Por las mismas razones teóricas que en funciones anteriores, se incluyó al salario medio real.

El empleo en los servicios (NESERV) se basa en buena medida en su propia dinámica (0.8) que lo asemeja a las características estructurales del sector eléctrico (0.7). Por otro lado, y en consonancia con la hipótesis kaldoriana (Kaldor, 1966) de que la industria es el motor del sistema económico, se incorporó la tasa de crecimiento del empleo del sector industrial en su conjunto (NE32).

Aunque no se realizó una desagregación del empleo en el sector servicios, la tercera parte del empleo generado en este sector es el que aporta comercio, restaurantes y hoteles.⁵¹ En general, hacia el sector servicios se dirigió 43.5% de la IED total entre 1994 y 2003. Por esa razón se le incorporó como un determinante del empleo del sector. Corregimos la autocorrelación serial de la misma manera que en el caso de la manufactura.

Por lo que se ha visto a lo largo de la especificación de nuestro sistema, los salarios medios reales (WDR) son fundamentales en la solución de nuestro modelo de empleo, de ahí que estén endogeneizados. Pero ello obedece también a que probamos que no son exógenamente débiles, por lo que es inadecuado tratar esta variable como predeterminada.⁵² En su determinación se consideró a los salarios mínimos reales (WMR) por su carácter de referencia en las negociaciones salariales. Por su parte, el tipo de cambio real (PRC) incide de manera negativa sobre los salarios reales. Esto es, las devaluaciones tienen efectos inflacionarios que deterioran la capacidad adquisitiva real en la medida que hay rigideces en la frecuencia de las negociaciones salariales.⁵³

De acuerdo con Meier (1984) y Dussel-Peters *et al.* (2003b), los flujos de capital externo tienen efectos positivos sobre los salarios medios reales, particularmente en aquellos pagados en los sectores de alta productividad de la manufactura y los servicios, aunque debe reconocerse que dicho efecto no puede generalizarse para los salarios de toda la

⁴⁸ El parámetro estimado de 0.874 es el más alto en todo el modelo para una relación similar.

⁴⁹ De acuerdo con INEGI (2004), en 2003 la PEA tuvo en promedio 8 años de estudio, lo que sugiere que su capacitación técnica es escasa y difícilmente le permite mejores oportunidades de trabajo. De acuerdo con el enfoque teórico que estamos adoptando, ésta sería la fuerza de trabajo que entraría a la primera categoría de empleos que hace Reich.

⁵⁰ Esta variable comprende varios factores muy relevantes. Por un lado al crecimiento demográfico (nueva demanda de energía para consumo de familias) y, en mayor grado, a la demanda generada por la dinámica del sector industrial y de servicios.

⁵¹ En un análisis realizado a nivel de las 73 ramas del Sistema de Cuentas Nacionales, Dussel-Peters (2003a) indica que los sectores más generadores de empleo entre 1988 y 2000 fueron principalmente los de bienes no transables: servicios comunales, sociales y personales, comercio, restaurantes, hoteles, transportes, construcción, almacenamientos y comunicaciones.

⁵² Véase prueba de exogeneidad en el apartado 4 del apéndice estadístico.

⁵³ Este efecto ha sido probado empíricamente entre otros por Ros (1995), Krugman y Taylor (1978) y por Castro *et al.* (2000: 119).

economía; sin embargo, por su peso en la contabilidad macroeconómica inciden en el agregado nacional. En congruencia con lo que establece la teoría económica convencional, la productividad media laboral (Z) resultó ser importante.⁵⁴

Tanto por su importancia crucial en la construcción de los escenarios prospectivos como porque también resultó no ser débilmente exógena, la IED tuvo que endogeneizarse. Su determinación incluye al PIB y a la apertura comercial. De acuerdo con Ros (1995) y Dussel-Peters (2003b), existe una relación positiva entre IED y las variables anteriores debido a que ejercen influencias positivas en cuanto a las expectativas de expansión del mercado, así como de mejor acceso de insumos y productos. Los costos laborales, y en específico el indicador de riesgo país, tienen fuertes efectos negativos sobre la IED. Por último, el tipo de cambio real tiene un papel positivo en la determinación de la IED debido a que las depreciaciones abaratan los costos domésticos de producción, principalmente el trabajo, y porque facilitan las exportaciones. El signo y el valor del parámetro indican que estos factores son más influyentes que los que encarecen los insumos importados.

11.4.1.4 TRES ESCENARIOS PROSPECTIVOS, 2004-2020

A) Supuestos

Como ya lo vimos en la sección metodológica, el empleo de modelos estructurales permite usar factores adicionales a través de las variables exógenas que nos permiten incorporar la intuición analítica para calibrar los escenarios. De esta suerte, las variables exógenas fueron asignadas de manera congruente con los objetivos macroeconómicos de estabilidad interna y externa que el gobierno mexicano ha venido manejando con insistencia desde hace varios años, lo que evita políticas expresamente expansivas y de apreciación pronunciada y por periodos largos.

Considerando la historia de México, calibramos los componentes financieros de la cuenta corriente y del balance financiero del sector público, de tal forma que no excedieran nunca el 4 y 1% como proporción del PIB, respectivamente. Los supuestos anteriores también buscan que las variables macroeconómicas claves como inflación, tasa de interés nominal y crecimiento del producto de México converjan (o por lo menos se acerquen lo más posible) con las de Estados Unidos. Asimismo, consideramos que la integración económica continúa su tendencia actual. Con esta información construimos tres escenarios globales. El primero –llamado *básico*– estima endógenamente a la IED; los otros dos escenarios la consideran exógena. El escenario *optimista* considera (arbitrariamente con el propósito de contrastar) un incremento anual de IED de 15% por arriba del *básico*, mientras que el escenario *pesimista* 15% por debajo.⁵⁵

⁵⁴ Este resultado se ha probado empíricamente en otros trabajos y para otros periodos, como en Castro *et al.* (*op. cit.*).

⁵⁵ Las diferencias principales entre estos dos escenarios responderían básicamente a la evolución de variables sociopolíticas y estructurales, que influirían a la IED. En el caso del escenario *optimista* estaríamos pensando en que se realicen exitosamente las reformas estructurales así como que mejore la inserción económica de México en el contexto de la globalización. Por el contrario, el escenario *pesimista* consideraría, además de que lo anterior no se consigue, importantes efectos de desviación de IED hacia los países de Asia y Europa del Este y el desplazamiento de exportaciones mexicanas en los mercados de Estados Unidos y Europa.

CUADRO 11.19 Principales supuestos de pronóstico (tasa promedio de crecimiento)

Variable/Año	2004-2020
Tipo de cambio nominal	5.30
PIB de Estados Unidos	2.66
Inflación de Estados Unidos	2.16
Precio del petróleo ¹	21.85
Plataforma de exportación ²	1.804
Tasa de interés a 28 días ³	5.78
Salario mínimo nominal	3.36
PEA ⁴	1.75

¹ Dólares por barril de la mezcla mexicana de exportación.

² Millones de barriles por día.

³ Puntos porcentuales al 2020.

⁴ Dato tomado de Conapo (2003a).

B) Resultados

El cuadro 11.20 muestra los resultados obtenidos de las simulaciones para los tres escenarios considerados anteriormente. En el *básico* la IED tiene un crecimiento promedio anual de 6.8% (tomando como dato inicial el de 2003, que fue de 10.73 mmdd),⁵⁶ lo que implica poco más que su duplicación al final del periodo, generando así múltiples beneficios macroeconómicos no sólo en términos de financiamiento de la cuenta corriente, sino de estimular el crecimiento total y, sobre todo, del producto por habitante. Solamente el escenario optimista nos permite pensar en avanzar adecuadamente en términos del desarrollo económico y de cerrar la brecha con Estados Unidos.

CUADRO 11.20 Resultados de prospección, 2004-2020 (TMCA)

Variable/Escenario	Básico	Optimista	Pesimista
PIB total	2.78	5.99	1.63
Agricultura	1.50	1.80	1.20
Industria	2.85	6.96	1.46
Minería	1.84	2.14	1.41
Manufacturas	2.43	7.45	1.53
Construcción	4.56	5.59	3.56
Energía eléctrica	4.15	8.23	2.68
Servicios	2.78	5.66	1.69
PIB per cápita	1.81	4.99	0.67
IED ¹	32.667	37.567	27.767
Empleo total	2.42	4.04	1.85
Agricultura	0.54	0.74	0.34
Industria	4.26	5.78	3.77
Minería	1.87	2.17	1.45
Manufacturas	2.06	5.38	0.79
Construcción	6.37	6.89	4.37
Energía eléctrica	2.53	5.27	1.56
Servicios	2.15	4.25	1.35
Salarios medios reales	1.13	3.67	-0.46

¹ En miles de millones de dólares al año 2020.

⁵⁶ Que es congruente y aun moderado, pues entre 1990 y 2003 la IED creció en promedio 11.4%.

En el cuadro 11.21 se muestran los resultados de los tres escenarios anteriores en términos de la configuración del empleo sectorial, del desarrollo económico y, en última instancia, de la viabilidad económica futura. Particularmente resalta el *pesimista*, en el que se vislumbra una enorme presión en los empleos de menor calidad, con lo cual se vería afectada de manera fundamental su productividad y, por tanto, sus remuneraciones. Pero quizá más importante resultaría la presión sobre el deterioro de los recursos naturales al crecer aún más la concentración demográfica en el sector primario y en las ciudades.

CUADRO 11.21 Empleo y producto. Evolución sectorial, 1940-2020												
Año	Agricultura		Minería		Manufactura		Construcción		Energía eléctrica		Servicios	
	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y	L_i/L	Y_i/Y
1940	65.4	20.2	1.8	5.9	9.0	16.1	1.8	1.8	0.2	0.6	21.9	55.2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2003	19.30	5.32	0.39	1.24	11.49	18.17	13.76	3.80	0.55	1.56	54.50	64.98
Básico												
2020	16.55	4.56	0.41	1.11	11.95	18.57	17.18	4.61	0.56	1.84	53.35	63.84
Optimista												
2020	13.68	3.07	0.34	0.75	14.76	24.22	14.20	3.11	0.63	1.92	56.39	60.61
Pesimista												
2020	17.74	5.27	0.44	1.28	10.96	16.58	18.41	5.33	0.54	1.81	51.91	64.66

L_i = Empleo sectorial.

L = Empleo total.

Y_i = Producto sectorial.

Y = Producto total.

Nota: La suma de las participaciones porcentuales no corresponde al 100% debido a que el PIB contabilizado por el lado de la oferta incluye los servicios bancarios imputados y los impuestos a la producción.

Fuentes: Mismas del cuadro 11.20 y cálculos propios al año 2020.

Los resultados numéricos que arroja el *escenario pesimista* advierten que se acentuarán peligrosamente las tendencias actuales en la composición del empleo y del producto sectoriales. Esto parecería un resultado obvio, sin embargo, reviste una gran importancia en términos de lo que ello implica en cuanto al empeoramiento absoluto y relativo del nivel de vida de amplios contingentes urbanos y rurales, y de la polarización social que –en sí misma– puede constituirse en una fuerte externalidad para el conjunto de la economía.

De cualquier modo, en los tres escenarios el sector agropecuario seguirá expulsando fuerza de trabajo; pero más aún en el escenario *optimista*, con lo que en este caso mejoraría su productividad global y reduciría notablemente las presiones sociales.

Sin embargo, el hecho de que el sector primario absorba –en ese escenario– a 13.7% de la población ocupada y sólo contribuya con 3.07% del producto total, contrasta drásticamente con la composición de los países desarrollados donde las proporciones son en promedio 5 y 8%, respectivamente. De suyo, esta situación continuará afectando la sustentabilidad ecológica y, por tanto, la reproducción social, por lo que la migración a Estados Unidos seguirá siendo una necesidad para la estabilidad interna, y la sola dinámica de la IED será insuficiente para pensar en escenarios estimulantes de bienestar.

Por otro lado, no hay que perder de vista que por la inercia y la composición demográfica actual, la PEA crecerá a niveles no observados en el pasado. A eso se le ha llamado en los círculos oficiales *bono demográfico*. Sin embargo, en ausencia de una política exitosa de crecimiento económico, ese *bono* puede convertirse en un factor crucial de inestabilidad social y económica, en donde la migración internacional desempeñaría un papel

fundamental, como lo fue en el caso de algunos países europeos desde el siglo XVII. En tal sentido, no podemos desconocer el papel de la migración en el desarrollo económico. Al respecto, debemos tener en cuenta que en los reportes históricos de todos los procesos de desarrollo han estado presentes los flujos de migración. Por ejemplo, entre 1846 y 1890 la migración europea transmarítima alcanzó aproximadamente 377,000 personas por año; y para 1891-1920 al menos un millón. Por lo tanto, entre 1846 y 1936 más de 50 millones de personas emigraron de Europa (Cipolla, 1978: 134). Para el caso concreto de la Gran Bretaña, Ferguson (2003) comenta que entre 1600 y 1950 más de 20 millones de personas emigraron a ultramar, con lo que contribuyeron de manera crucial al desarrollo económico de largo plazo de ese país a través de la creación de flujos de comercio y de transferencias de inversión y de riqueza.

De acuerdo con pronósticos recientes de migración (véase Solana, 2000), hacia el año 2030 más de 40 millones de mexicanos residirán en Estados Unidos. Actualmente, esta cifra es de 20 millones.

Por lo tanto, además de hacer lo conducente para estimular a la IED, adicionalmente será necesario definir políticas diversas que sean eficientes para reducir la población excedente del sector primario, y también para mejorar la inserción internacional a partir de la orientación de recursos físicos y humanos hacia los sectores vinculados directa o indirectamente a las actividades de servicios *simbólico-analíticos*. No parece haber otra alternativa si queremos pensar en un futuro más promisorio.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) El desequilibrio externo es un elemento central que restringe el crecimiento y, lastimosamente, limita la utilización de los recursos físicos y humanos disponibles.
- b) Las importaciones productivas de las últimas tres décadas han representado en promedio 90% del total, lo que explica la alta elasticidad ingreso de las importaciones y, por ende, la REC.
- c) Es imposible mantener por mucho tiempo un alto déficit de cuenta corriente, debido a la pérdida de reservas que ello conlleva y a la necesidad última de devaluar y ajustar a la baja la tasa de crecimiento.
- d) De acuerdo con la teoría estructuralista, el libre comercio, lejos de cumplir con las propiedades de convergencia que sostiene el *modelo Heckscher-Ohlin-Samuelson*, empobrece sistemáticamente a los países atrasados.
- e) La *ley de Thirlwall* establece que la tasa de crecimiento económico de largo plazo con equilibrio comercial de cualquier economía está determinada por la relación entre la tasa de crecimiento de las exportaciones y la elasticidad ingreso de las importaciones.
- f) La bondad de los análisis de sensibilidad basados en simulaciones de los modelos estructurales radica en que miden los efectos que se generan en todo el sistema económico y su duración.
- g) Los ingresos corrientes provenientes de los impuestos son inadecuados para las necesidades de una comunidad dinámica, con un rápido crecimiento de población y exigencias de desarrollo acelerado.
- h) No es lo mismo aplicar un impuesto al consumo que un impuesto al ingreso: ambos son negativos en términos de bienestar de la población pero el más lesivo es el que va directamente al consumo de un bien inelástico.
- i) Un incremento en los ingresos tributarios contribuiría a reducir el déficit fiscal y el déficit externo; con lo que se elevaría la capacidad de maniobra del gobierno y, por tanto, se reduciría la fragilidad fiscal. Todos estos factores actuarían en favor del crecimiento económico de largo plazo.
- j) La alta evasión fiscal en el pago de impuestos y la alta dependencia de los ingresos petroleros han determinado el rumbo económico mexicano.
- k) Los métodos de pronóstico denominados *naive* se refieren a extrapolar linealmente el pasado o el presente.
- l) El *método Delphi* se basa en promediar opiniones de expertos, quienes pueden o no utilizar econometría, pero que sirven a otros analistas o tomadores de decisiones como parámetros para hacer sus propios pronósticos.
- m) El pronóstico consiste en estimar numéricamente el valor futuro (fuera del rango de estimación y de la simulación histórica) de las variables endógenas del modelo.

- n) La econometría tradicional, tanto la metodología *Box-Jenkins* como la estructural, se basa en explicar lo mejor posible el pasado; pero eso no significa que logre el mismo resultado al pronosticar.
- o) Es importante tener en cuenta que muchas veces se deben estimar externa e individualmente alguna o varias variables muy volátiles que los modelos –por su periodicidad anual– no pueden registrar ante cambios abruptos.
- p) El hecho de que existan series mensuales permite evaluar si el resultado que arroja el modelo estructural se acerca o no a un resultado altamente probable.
- q) La incertidumbre, el cambio constante del entorno mundial, la evolución del consenso de pronósticos y la lectura propia que el pronosticador hace de todos estos factores, inciden en la construcción de escenarios y tratan de incorporarse sistemáticamente al modelo a través de los llamados *add factors*.

TÉRMINOS CLAVE

- análisis de política
- balanza comercial
- bien normal
- ciclos económicos
- crecimiento económico
- cuenta corriente
- déficit fiscal
- déficit público
- efecto ingreso
- efecto sustitución
- exogeneidad
- impuestos
- *ley de Engel*
- *ley de Thirlwall*
- método *Delphi*
- método *naive*
- modelo econométrico
- modelos ARIMA
- *policy makers*
- pronóstico
- raíces unitarias
- rango
- REC
- reforma fiscal
- simulación hacia delante
- sistema impositivo
- suavizamiento exponencial

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. ¿En qué consiste la REC?
2. Explique por qué es imposible mantener por un tiempo indefinido un déficit en la cuenta corriente de la balanza de pagos.
3. ¿Por qué es importante realizar ejercicios de política económica?
4. Explique los efectos que surgen en el mercado cuando se aplica un impuesto al consumo y al ingreso.
5. Mencione y ejemplifique cuáles son los principales métodos de pronóstico.
6. ¿Es suficiente con tener una buena simulación para que el modelo arroje un buen pronóstico?
7. ¿Cuál es el método más común de pronóstico en los modelos econométricos?
8. ¿Qué algoritmo regularmente se necesita para resolver un sistema? ¿Por qué?
9. ¿Por qué es importante estimar por separado las variables más volátiles?
10. ¿De qué manera repercuten las crisis de confianza de consumidores e inversionistas en la realización de pronósticos macroeconómicos?
11. ¿Cuál es la diferencia entre un escenario básico y un alternativo?
12. Realice un ejercicio de pronóstico con su modelo y discuta el marco probabilístico derivado del entorno.
13. Formalice un análisis de coyuntura que fundamente sus supuestos de pronóstico.
14. ¿Por qué es importante probar la exogeneidad de las variables?
15. Mencione los factores principales que pueden incidir en la volatilidad de las series que utilizará en su modelo.

ANEXO I

1. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN (MC3E), 1970-2003⁵⁷

Bloque de empleo

CUADRO 1A. Agricultura				
$LNE91 = C(1)+C(2)*LXVG91+C(3)*D(LWMR)+C(4)*LSCOS+C(5)*D(LCETEN)$				
	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(1)	-2.499	0.201	-12.435	0.000
C(2)	0.386	0.018	21.206	0.000
C(3)	-0.114	0.042	-2.687	0.008
C(4)	0.109	0.042	2.566	0.011
C(5)	-0.028	0.008	-3.485	0.001
R-squared	0.956	Mean dependent var.		1.779
Adjusted R-squared	0.948	S.D. dependent var.		0.071
S.E. of regression	0.016	Sum squared resid.		0.006
Durbin-Watson stat	1.750			

CUADRO 1B. Minería				
$LNE92 = C(6)+C(7)*LMINSOLA+C(8)*LZ92(-1)+C(9)*XOIL+C(10)*POIL+C(11)*LPRC$				
	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(6)	1.945	0.686	2.833	0.005
C(7)	0.861	0.102	8.446	0.000
C(8)	-1.038	0.059	-17.624	0.000
C(9)	0.266	0.038	7.019	0.000
C(10)	0.006	0.001	5.328	0.000
C(11)	0.334	0.050	6.680	0.000
R-squared	0.945	Mean dependent var.		-1.984
Adjusted R-squared	0.934	S.D. dependent var.		0.192
S.E. of regression	0.049	Sum squared resid.		0.061
Durbin-Watson stat	2.054			

CUADRO 1C. Manufacturas				
$LNE93 = C(12)+C(13)*LNE93(-1)+C(14)*LCOSLAB+C(15)*LIFT+[AR(1)=C(16)]$				
	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(12)	-2.893	0.246	-11.747	0.000
C(13)	0.251	0.057	4.433	0.000
C(14)	-0.135	0.028	-4.780	0.000
C(15)	0.296	0.023	13.050	0.000
C(16)	0.575	0.107	5.378	0.000
R-squared	0.986	Mean dependent var.		1.126
Adjusted R-squared	0.984	S.D. dependent var.		0.143
S.E. of regression	0.018	Sum squared resid.		0.008
Durbin-Watson stat	2.007			

⁵⁷ El prefijo L indica logaritmo y D la primera diferencia de la variable.

CUADRO 1D. Construcción

$$\text{LNE94} = \text{C}(17) + \text{C}(18) * \text{LIFTC} + \text{C}(19) * \text{LPEA} + \text{C}(20) * \text{LNE91} + \text{C}(21) * \text{LWMR}$$

	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(17)	-9.068	0.494	-18.357	0.000
C(18)	0.874	0.064	13.578	0.000
C(19)	0.850	0.117	7.254	0.000
C(20)	-1.689	0.276	-6.120	0.000
C(21)	-0.177	0.045	-3.955	0.000
R-squared	0.990	Mean dependent var		0.762
Adjusted R-squared	0.989	S.D. dependent var		0.409
S.E. of regression	0.043	Sum squared resid		0.050
Durbin-Watson stat	1.970			

CUADRO 1E. Energía eléctrica

$$\text{LNE95} = \text{C}(22) + \text{C}(23) * \text{LNE95}(-1) + \text{C}(24) * \text{LGDP} + \text{C}(25) * \text{LWDR}$$

	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(22)	-3.703	0.823	-4.500	0.000
C(23)	0.686	0.064	10.703	0.000
C(24)	0.266	0.061	4.346	0.000
C(25)	-0.065	0.026	-2.506	0.013
R-squared	0.997	Mean dependent var		-2.146
Adjusted R-squared	0.997	S.D. dependent var		0.303
S.E. of regression	0.017	Sum squared resid		0.008
Durbin-Watson stat	1.860			

CUADRO 1F. Servicios

$$\text{LNESERV} = \text{C}(26) + \text{C}(27) * \text{LNESERV}(-1) + \text{C}(28) * \text{D}(\text{LNE32}) + \text{C}(29) * \text{LIED} + [\text{AR}(1) = \text{C}(30)]$$

	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(26)	0.500	0.076	6.615	0.000
C(27)	0.796	0.033	24.454	0.000
C(28)	0.194	0.026	7.552	0.000
C(29)	0.034	0.006	5.336	0.000
C(30)	0.360	0.108	3.344	0.001
R-squared	0.998	Mean dependent var		2.543
Adjusted R-squared	0.997	S.D. dependent var		0.217
S.E. of regression	0.011	Sum squared resid		0.003
Durbin-Watson stat	1.679			

CUADRO 1G. Salarios medios reales

$$\text{LWDR} = \text{C}(31) + \text{C}(32) * \text{LWMR} + \text{C}(33) * \text{LPRC} + \text{C}(34) * \text{IED} + \text{C}(35) * \text{LZ}$$

	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(31)	-1.620	2.179	-0.743	0.458
C(32)	0.533	0.049	10.832	0.000
C(33)	-0.387	0.077	-5.040	0.000
C(34)	0.018	0.005	3.411	0.001
C(35)	1.033	0.205	5.041	0.000
R-squared	0.865	Mean dependent var		9.629
Adjusted R-squared	0.843	S.D. dependent var		0.166
S.E. of regression	0.066	Sum squared resid		0.107
Durbin-Watson stat	1.541			

CUADRO 1H. Inversión extranjera directa

$$\text{LIED} = \text{C}(36) + \text{C}(37) * \text{LGDP} + \text{C}(38) * \text{APECOM} + \text{C}(39) * \text{D}(\text{LCOSLAB}) + \text{C}(40) * \text{CCGDP} + \text{C}(41) * \text{PRC}$$

	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Probabilidad
C(36)	-34.240	3.033	-11.287	0.000
C(37)	2.542	0.215	11.811	0.000
C(38)	0.879	0.135	6.512	0.000
C(39)	-1.515	0.591	-2.563	0.011
C(40)	-6.769	2.007	-3.372	0.000
C(41)	0.764	0.239	3.195	0.001
R-squared	0.976	Mean dependent var		0.835
Adjusted R-squared	0.971	S.D. dependent var		1.191
S.E. of regression	0.202	Sum squared resid		0.979
Durbin-Watson stat	2.235			

2. RESIDUOS DE MC3E: RAÍCES UNITARIAS Y PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

CUADRO 2A Prueba de raíces unitarias

	ADF(1)	JB
NE91	-2.090 ¹	2.724 (0.256)
NE92	-2.274 ²	0.705 (0.703)
NE93	-3.706 ³	4.703 (0.095)
NE94	-2.117 ⁴	0.511 (0.774)
NE95	-4.42 ⁶	0.080 (0.961)
NESERV	-2.78 ⁹	1.118 (0.572)
WDR	-3.075 ⁵	1.859 (0.395)
IED	-3.29 ³	1.000 (0.606)

Prueba válida al 99% de significación. ADF, sin tendencia ni intercepto.

¹ Con tres rezagos.

² Dos rezagos.

³ Con intercepto.

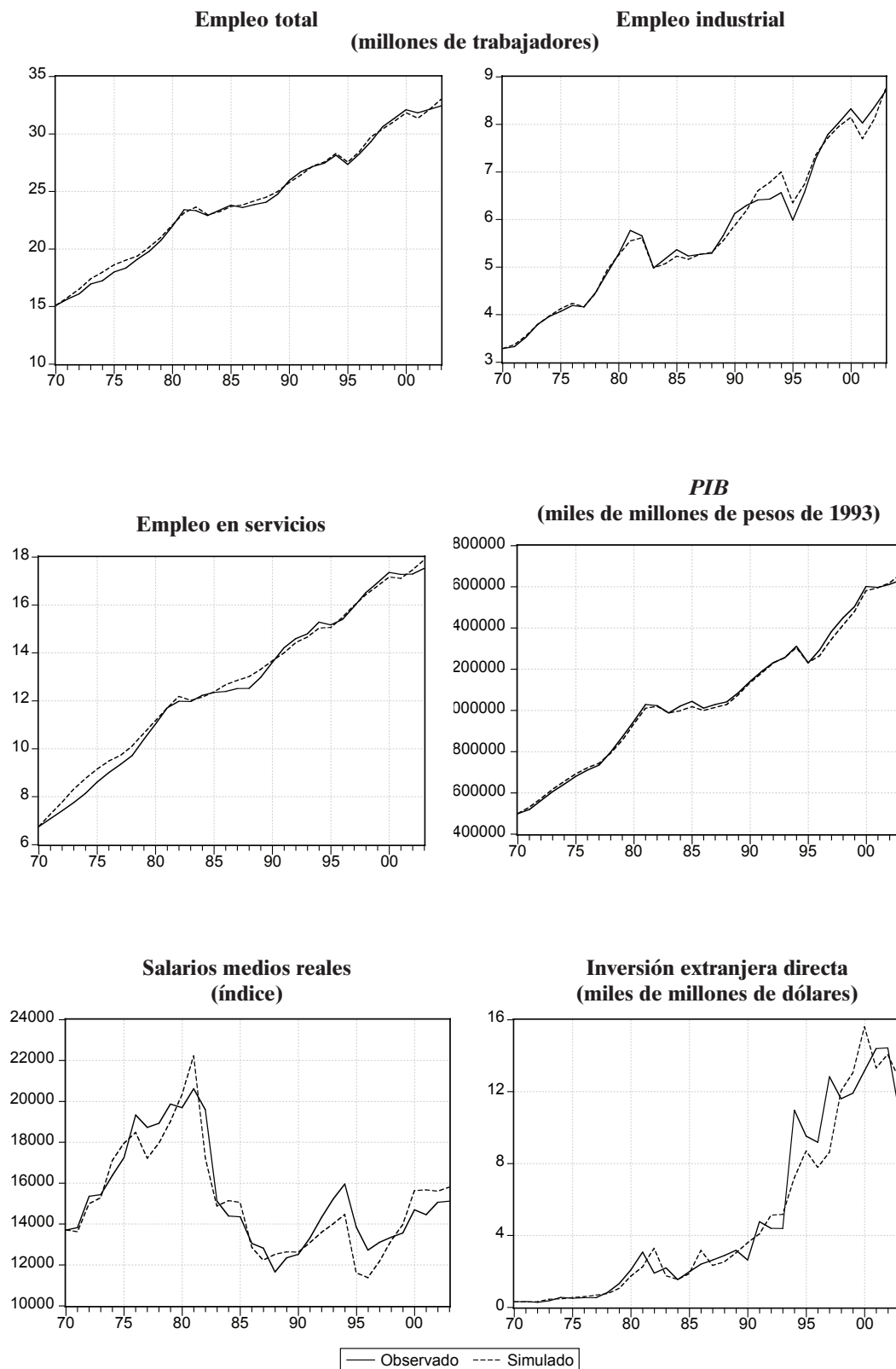
⁴ Válida al 95% de significación, con tendencia e intercepto.

⁵ Válida al 95%, con intercepto.

Los rezagos óptimos fueron seleccionados siguiendo el enfoque de reducción progresiva hasta obtener el mejor resultado observando la R^2 ajustada, criterios de Akaike (AIC) y Schwarz (SBIC), prueba F, correlación serial y HAC.

Para las pruebas ADF los valores críticos son los de MacKinnon.

3. SIMULACIÓN HISTÓRICA DINÁMICA, 1970-2003



4. EXOGENEIDAD DÉBIL

Uno de los problemas más importantes que atiende la econometría estructural moderna consiste en probar la exogeneidad de las variables involucradas en cualquier especificación. Con ello se pretende evitar la arbitrariedad en la asignación (*a priori*) entre endógenas y exógenas, práctica común en los modelos de la tradición de la *Comisión Cowles*. Con el procedimiento de Hendry, *de lo general a lo específico*, se pretende además evitar la exclusión de variables relevantes en el modelo.

La literatura econométrica contemporánea le ha asignado mucha importancia al cumplimiento de la *exogeneidad débil*, debido a que implica que la inferencia sobre el modelo condicional no supone pérdida de información relevante. Resulta importante considerar que este tipo de exogeneidad es una condición necesaria para obtener una estimación eficiente (Johansen, 1992: 321). Para probarlo realizamos las pruebas sugeridas por Charemza y Deadman (1999).

Por cuestiones de espacio y con objetivos meramente demostrativos, sólo presentamos las pruebas para dos variables fundamentales del sistema: IED y WDR.

Mediante la prueba de Wald se rechaza la hipótesis nula que indica el no aporte de información de IED en las funciones de WDR y de GDP en la de IED, por lo que se requiere su endogeneización. Este último resultado no debe extrañarnos dado que GDP está definida dentro del modelo como una identidad contable que se genera por la suma de los productos sectoriales.

CUADRO 4A Exogeneidad débil de IED en la función de WDR

	IED	WDR	Z
F (2,22)	10.960 (0.0)	4.253 (0.028)	4.335 (0.026)
χ^2 (2)	21.921 (0.0)	8.507 (0.014)	8.671 (0.013)

Prueba conjunta χ^2 (2) = 23.937 (0.001).

CUADRO 4B Exogeneidad débil de GDP en la función de IED

	GDP	IED	COSLAB
F (2,24)	12.4968 (0.0)	5.2115 (0.013)	4.5709 (0.042)
χ^2 (2)	24.9937 (0.0)	10.42312 (0.005)	4.5709 (0.032)

Prueba conjunta χ^2 (2) = 37.5757 (0.0).

5. DEFINICIÓN DE VARIABLES (NOMENCLATURA)

APECOM = Apertura comercial (suma de exportaciones e importaciones respecto al PIB).

CCGDP = Indicador del riesgo país (balanza de cuenta corriente/PIB).

COSLAB = Costos laborales (WDR/Z).

PEA = Población económicamente activa (millones de personas).

IED = Inversión extranjera directa (miles de millones de dólares).

GDP = Producto interno bruto (millones de pesos de 1993).

IFT = Inversión doméstica total (millones de pesos de 1993).

IFTC = Inversión total doméstica en infraestructura (millones de pesos de 1993).

MINSOLA = Producto de la industria minera, excluye extracción de petróleo (millones de pesos de 1993).

NE = Empleo total (millones de personas ocupadas registradas por el Sistema de Cuentas Nacionales de México).

NE32 = Empleo en el sector industrial ($NE92+NE93+NE94+NE95$).

NE91 = Empleo en el sector primario.

NE92 = Empleo en la industria minera.

NE93 = Empleo en el sector manufacturero.

NE94 = Empleo en la industria de la construcción.

NE95 = Empleo en electricidad y energía.

NESERV = Empleo en el sector servicios.

PRC = Tipo de cambio real (índice, 1993 = 1), donde $PRC = E (P^{US}/P^{MEX})$

E = Tipo de cambio nominal (pesos por dólar); P^{US} y P^{MEX} son los índices de precios al consumidor de Estados Unidos y México, respectivamente.

POIL = Precio de exportación del petróleo (dólar por barril de la mezcla mexicana, promedio anual).

SCOS = Superficie cosechada (índice, 1993 = 1).

CETEN = Tasa de interés nominal (puntos porcentuales de Cetes a 28 días, promedio anual).

XOIL = Plataforma de exportación de petróleo (millones de barriles por día, promedio).

WMR = Salarios mínimos reales (índice, 1993 = 1).

WDR = Salarios medios reales (índice, 1993 = 1).

XVG91 = Producto agrícola (millones de pesos de 1993).

XVG92 = Producto de la industria minera (millones de pesos de 1993).

Z = Productividad laboral media (GDP/NE).

Z92 = Productividad laboral media de la minería ($NE92/XVG92$).

CAPÍTULO 12

COINTEGRACIÓN Y VECTORES AUTORREGRESIVOS¹

Di por sentado que la teoría del crecimiento debería ser una parte integral de la macroeconomía pragmática, un modelo que debe aplicarse a nuestras propias economías

Robert M. Solow

Introducción

En los capítulos anteriores desarrollamos el enfoque tradicional de especificación, estimación y simulación de un sistema macroeconómico a través de la metodología de la *Comisión Cowles*. Sin embargo, no nos limitamos a presentar sus lineamientos básicos y generales, sino que incorporamos elementos conceptuales y estadísticos que fortalecen ese enfoque y conducen a la construcción de modelos más robustos y, por tanto, más poderosos.

Siguiendo con el objetivo central de este libro que es presentar la metodología de estimación y simulación de modelos de ecuaciones simultáneas, en este capítulo desarrollamos el enfoque de *cointegración* y de vectores autorregresivos (VAR) que ha ganado mucha popularidad en los últimos 15 años. Como se verá de inmediato, el procedimiento de *cointegración* de Johansen y la especificación de los vectores autorregresivos parten de un mismo razonamiento algebraico, por lo que se puede afirmar que son complementarios.

Como ya mencionamos en los capítulos 5 y 6, las fuertes críticas que se hicieron a los modelos macroeconómicos estructurales motivaron el desarrollo de metodologías alternas que pretendían resolver sus principales limitaciones. En específico, su carácter estático, los problemas de identificación, de exogeneidad, de simultaneidad y, en general, de pasar por alto las características estadísticas de las series de tiempo involucradas, debido al predominio que se le otorgó a la teoría económica, condujo al desarrollo y proliferación de la metodología de Sims (1980).

Este enfoque surgió con un sentido epistemológico inverso en cuanto a que le otorgó el peso preponderante a la naturaleza dinámica (memoria) de los datos y despreció –o al menos subordinó en un principio– los argumentos provenientes de la teoría económica.

Si bien es comprensible que en su origen se planteó que ésa era su característica y rasgo distintivos, con el tiempo le ha dado un mayor peso a la teoría económica y a las pruebas de correcta especificación, con el propósito de que se obtengan estimaciones más robustas y, por tanto, más equilibradas. Estos modelos han conducido a la construcción de los llamados VAR.

¹ Este capítulo fue elaborado en coautoría con Jorge Ramírez, y se enriqueció notablemente con los comentarios de Armando Sánchez, Julio López, Eduardo Candaudap y Alfredo Rodríguez. Por supuesto que la responsabilidad de los errores es únicamente nuestra.

12.1 LA NATURALEZA DE LOS MODELOS VAR

De inicio, esta metodología simplifica muchos de los supuestos y restricciones de los modelos estructurales en tanto que deja de existir la asignación (restricción) *a priori* entre variables endógenas y exógenas, y recupera la naturaleza dinámica de las series de tiempo. Este planteamiento es plausible si consideramos que dentro de un sistema complejo –cualquiera que éste sea– existe interdependencia en todo momento entre sus elementos constitutivos y, por lo tanto, es difícil establecer anticipadamente la condición de exogeneidad-endogeneidad partiendo tan sólo de los argumentos provenientes de la teoría económica.

De esta manera, el proceso de estimación se facilita al tratar a todas las variables que componen al sistema en un mismo nivel (como endógenas). Sin embargo, y aunque se niegue, en la mente del modelador siempre existirá una línea causal que establece canales de transmisión de efectos entre las variables. En la medida que su misma especificación hace que se trate de sistemas cerrados, es posible retroalimentarlos –lo que implica enriquecerlos– al aceptar la inclusión de variables estrictamente exógenas que añaden información desde el exterior del sistema y que permiten captar tendencias, factores estacionales, cambios estructurales y observaciones atípicas o simplemente información adicional.

El punto de partida de Sims es modelar un VAR general irrestricto (sin restricciones), que consiste en regresionar a cada variable no rezagada respecto a todas las demás con varios rezagos a partir de la siguiente expresión:²

$$Z_t = \sum_{i=1}^k A_i Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (12.1)$$

$$\text{donde } Z_t = \begin{bmatrix} y_t \\ x_t^* \end{bmatrix}$$

y_t , x_t^* están indicando endogeneidad en la especificación, sino una forma sencilla de diferenciar a las variables consideradas y que permite comparar fácilmente a esta metodología con la de la *Comisión Cowles*, cuya representación genérica se expresa en la siguiente ecuación:³

$$u_t' = y_t \Gamma + x_t \beta \quad (12.2)$$

Ésta es la representación estructural de un modelo tradicional y supone que el vector de errores cumple con las condiciones de buen comportamiento ya descritas en capítulos anteriores.

Por su parte, la ecuación (12.1) considera que ε_t un vector columna de errores aleatorios o innovaciones que se asume que están contemporáneamente correlacionados pero no autocorrelacionados, por lo que no tienen una matriz de covarianzas diagonal.⁴

Dado que el modelo VAR (12.1) sólo tiene variables rezagadas del lado derecho y, por definición, esas variables no están correlacionadas con el término de error, es consistente estimar ecuación por ecuación por MCO.

Con frecuencia –y como ya se mencionó– un VAR se puede completar cuando se le añaden variables como: intercepto, tendencias determinísticas (@trend) y *dummies* tradicionales y/o estacionales.

² De hecho, de aquí se deriva su nombre ya que se trata de una representación en la que todas las variables del lado derecho de la ecuación se expresan con múltiples rezagos ($t-i$), mientras que los términos de la izquierda se presentan en el momento t . Y el término vector se debe a que estamos tratando con tantos vectores como variables “endógenas” o no predeterminadas.

³ Véanse capítulos anteriores para la definición matricial.

⁴ El desarrollo siguiente se basa en Charemza y Deadman (*op. cit.*, capítulo 6).

Una manera general y muy didáctica de presentar matricialmente a (12.1) es la siguiente:

$$\begin{bmatrix} x_t \\ y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t-2} \\ y_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (12.3)$$

si los errores están correlacionados contemporáneamente:

$$E(\varepsilon_{1t}) = E(\varepsilon_{2t}) = 0; \quad E(\varepsilon_{1t}^2) = \sigma_{11}; \quad E(\varepsilon_{2t}^2) = \sigma_{22} \quad (12.4)$$

$$E(\varepsilon_{1t} \varepsilon_{2t}) = \sigma_{12} \quad (12.5)$$

En $\sigma_{12} \neq 0$ es donde radica centralmente el problema de autocorrelación entre errores, por lo que debe eliminarse para tener un buen análisis de sensibilidad y de política económica.⁵ Para eliminarlo; es decir, lograr que $\sigma_{12} = 0$ hay que *ortogonalizar* la matriz de varianzas y covarianzas. Charemza y Deadman (*ibid.*) –persiguiendo un objetivo didáctico– lo hacen por el método de sustitución, que consiste en los siguientes procedimientos:

1) Multiplicar el primer renglón de (12.3) por $\delta = \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}}$

$$\begin{bmatrix} \delta x_t \\ y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta a_1 & \delta b_1 \\ c_1 & d_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta a_2 & \delta b_2 \\ c_2 & d_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t-2} \\ y_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (12.6)$$

2) Restarlo al segundo renglón:

$$\begin{bmatrix} x_t \\ y_t - \delta x_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1^* & b_1^* \\ c_1^* & d_1^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2^* & b_2^* \\ c_2^* & d_2^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t-2} \\ y_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t}^* \\ \varepsilon_{2t}^* \end{bmatrix} \quad (12.7)$$

donde:

$$c_1^* = (c_1 - \delta a_1); \quad d_1^* = (d_1 - \delta b_1); \quad \varepsilon_{2t}^* = (\varepsilon_{2t} - \delta \varepsilon_{1t}), \quad i = 1, 2$$

3) Tomando esperanzas sobre el término de error:

$$E(\varepsilon_{1t} \varepsilon_{2t}^*) = E[\varepsilon_{1t}(\varepsilon_{2t} - \delta \varepsilon_{1t})] \quad (12.8)$$

$$\begin{aligned} &= E[(\varepsilon_{1t} \varepsilon_{2t}) - (\varepsilon_{1t} \delta \varepsilon_{1t})] \\ &= E\left[(\varepsilon_{1t} \varepsilon_{2t}) - (\varepsilon_{1t} \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}} \varepsilon_{1t})\right] \\ &= E\left[(\varepsilon_{1t} \varepsilon_{2t}) - (\frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}})(\varepsilon_{1t} \varepsilon_{1t})\right] \\ &= E\left[\sigma_{12} - (\frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}}) \sigma_{11}\right] \\ &= \sigma_{12} - \sigma_{12} = 0 \end{aligned}$$

Con lo que queda resuelto el problema inicial de correlación entre los errores. La idea central de la ortogonalización del error consiste en hacer independientes los errores entre ecuaciones y de esta manera usar las ecuaciones de (12.7) por separado para análisis de política.

⁵ Que en términos técnicos se le llama de impulso-respuesta y de descomposición de varianza.

12.2. VAR Y COINTEGRACIÓN

En términos de Charemza y Deadman (*ibid.*: 170), existe un estrecho vínculo entre *cointegración* y los VAR en virtud de que “le da a la *cointegración* una nueva dimensión” y le permite generalizar sus aplicaciones. De hecho, ambas metodologías parten del mismo principio, tal como se ve a continuación.

Sea el mismo VAR irrestricto inicial:

$$Z_t = \sum_{i=1}^K A_i Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (12.1)$$

En este momento se dejan de lado todas las variables determinísticas que pueden completar al VAR y con el fin de llegar a una transformación útil para derivar el procedimiento de *cointegración*, (12.1) puede representarse en primeras diferencias y después de varios manejos algebraicos, finalmente queda como lo prueba Johansen (1988, 1991):

$$\Delta Z_t = \Pi Z_{t-k} + \sum_{i=1}^{K-1} \Gamma_i \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_t, \quad \text{para } k \geq 2 \quad (12.9)$$

donde $\Pi = \sum_{i=1}^k A_i - I$, o también $-(I - A_1 - \dots - A_k)$;

$$\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^k A_j, \text{ o también } -I + A_1 + \dots + A_i$$

Otra representación de (12.1) en primeras diferencias es:

$$\Delta Z_t = \Pi Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{K-1} \Gamma_i^* \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (12.10)$$

donde $\Gamma_i^* = -(A_{i+1} + A_{i+2} + \dots + A_k)$; $i = 1, 2, \dots, k-1$

La transformación de (12.1) en (12.9) se puede hacer de dos maneras. La primera es como sugieren Charemza y Deadman (*ibid.*), que consiste en sumar $Z_{t-1}, \dots, Z_{t-k}$ y $A_1 Z_{t-2}, A_2 Z_{t-3}, \dots, A_{k-1} Z_{t-k}$ en ambos lados de (12.1).

La segunda manera es más sencilla y clara; consiste en el procedimiento siguiente:

1. Partimos inicialmente de (12.1) y generalizamos para $t-k$ periodos:

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + \dots + A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t$$

2. Restamos Z_{t-1} a toda la ecuación; es decir, a ambos lados. Esto es equivalente a sumar y restar Z_{t-1} del lado derecho, lo que no afecta la igualdad:

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + (Z_{t-1} - Z_{t-1}) + A_2 Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + \dots + A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t$$

Pero como nos interesa expresar al miembro de la izquierda en primera diferencia, pasamos a Z_{t-1} a la izquierda y el otro término Z_{t-1} servirá para factorizar a $A_1 Z_{t-1}$:

$$Z_t - Z_{t-1} = A_1 Z_{t-1} - Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + \dots + A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t$$

$$\Delta Z_t = (A_1 - I) Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + \dots + A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t$$

3. Aplicando un procedimiento semejante, sumamos y restamos exclusivamente del lado derecho $(A_1 - I)Z_{t-2}$ con lo que llegamos a una expresión en primeras diferencias con un rezago del lado derecho:⁶

$$\begin{aligned}\Delta Z_t &= (A_1 - I)Z_{t-1} + (A_1 - I)Z_{t-2} - (A_1 - I)Z_{t-2} + A_2 Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + \dots \\ &+ A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

Factorizamos términos que tengan Z_{t-2} y reordenamos:

$$\Delta Z_t = (A_1 - I)\Delta Z_{t-1} + (A_1 + A_2 - I)Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + \dots + A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t$$

reexpresando:

$$\begin{aligned}\Delta Z_t &= (A_1 - I)\Delta Z_{t-1} + (A_1 + A_2 - I)Z_{t-2} + \dots + (A_1 + A_2 + \dots + A_k - I)Z_{t-k} + \varepsilon_t \\ &= (A_1 - I)\Delta Z_{t-1} + (A_1 + A_2 - I)Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + A_4 Z_{t-4} + \dots + (A_1 + A_2 + A_3 \\ &+ \dots + A_k - I)Z_{t-k} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

Estas sumas se pueden representar de manera agregada como:

$$\left[I - (A_1 + A_2 + \dots + A_k)Z_{t-k} \right]$$

En términos de operador de rezagos se pueden expresar:

$$\left[I - (A_1 L + A_2 L^2 + \dots + A_k L^k) \right] Z_t$$

En ambas ecuaciones, (12.9) y (12.10), la matriz Π de coeficientes de las variables endógenas es idéntica y refleja el impacto de los valores rezagados de Z sobre ΔZ_t . En otras palabras, la matriz Π representa el ajuste dinámico permanente de las primeras diferencias de las variables respecto a sus niveles (*ibid.*:171-172).

Un aspecto central del análisis es la descomposición de las matrices ΠZ_{t-1} o ΠZ_{t-k} porque son la esencia del Teorema de Representación de Granger (TRG), el cual indica que si existe *cointegración*, existe necesariamente una representación de esta relación de largo plazo en una de corto plazo que corrige el error que le es consustancial y evita que las series cointegradas se dispersen en el tiempo (*ibid.*: 131). Este teorema también plantea lo inverso: la *cointegración* es una condición necesaria para que haya modelos de corrección de error. Estos modelos combinan teoría económica (al encontrar relaciones estables de largo plazo que establece la teoría) y el ajuste estadístico del desequilibrio que puede existir en el corto plazo.

Ahora, en cuanto al rango (r) de una matriz, este teorema establece que bajo ciertas condiciones generales:

- 1) Si el rango de la matriz Π es igual a n (número de las variables explicativas en el VAR), el vector Z_t es estacionario, lo que implica que todas las variables en $Z_t \sim I(0)$, por lo que se pueden estimar por MCO.
- 2) Si $r(\Pi) < n$, entonces existe una reparametrización de Π tal que $\Pi = \alpha \beta'$, donde α y β' son matrices de $(n \times r)$. La matriz β' se llama matriz de *cointegración* y tiene la siguiente propiedad:

$$\beta' Z_t \sim I(0), \text{ donde } Z_t \sim I(1)$$

⁶ Ello resulta de la suma de $(A_1 - I) Z_{t-1} - (A_1 - I) Z_{t-2}$.

Esto implica que las variables contenidas en Z_t se cointegran a través de los vectores $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$, que son las columnas de la matriz β o de *cointegración*.

La elección del número de variables y de los rezagos es fundamental, y podría decirse que es el mayor desafío práctico en la especificación de un VAR debido a que a medida que se incrementa el número de variables y de rezagos, tenderá a incrementarse el coeficiente de determinación (R^2), pero al mismo tiempo se reducirá el $\overline{R^2}$ y podrán aparecer problemas de autocorrelación y colinealidad, con lo cual se tendrán parámetros inconsistentes, además de que perdemos rápidamente grados de libertad, lo que en presencia de pocas observaciones puede conducir a estimaciones inconsistentes o incluso a la imposibilidad de hacer la estimación. Por ejemplo, si definimos un modelo de tres variables, con lo que tenemos un VAR (3), y se definen ocho rezagos (para cada variable de cada ecuación, obviamente), se tendrán 24 parámetros más la constante de regresión para cada vector, por lo que el modelo se conformará de 25 parámetros por variable.

Por otro lado, es muy común que muchos de estos parámetros no sean estadísticamente significativos, así como que otros –aun siendo significativos– tengan signos distintos a los que dicta la teoría económica.

Por lo tanto, la lectura de una regresión de un VAR no es directa como en el caso de una estimación tradicional. Lo que importará es que de manera conjunta cada variable (con sus correspondientes rezagos) sea significativa, lo cual se prueba con el estadístico de *Wald* a partir de la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0: C(1) = C(2) = \dots = C(k) = 0$$

De lo que se trata es de rechazar esta hipótesis, con lo cual estaremos probando que, en conjunto, a través de las pruebas F y χ^2 , los parámetros considerados son estadísticamente significativos y, por tanto, lo es la variable en términos genéricos. Las pruebas de *causalidad en el sentido de Granger* y la función de impulso respuesta complementarán esta parte de la evaluación estadística.

Otra consideración muy importante en la estimación de un VAR es que la combinación lineal de todas las variables sea estacionaria, de lo contrario deberán aplicarse primeras diferencias o tasas de crecimiento a las series originales. En principio, ello sugiere que todas las variables consideradas sean del mismo orden de integración.

Si suponemos ahora que nuestro VAR está especificado sólo por dos variables (x, y) con cuatro rezagos, el modelo se expresa como:

$$x_t = \alpha + \sum_{j=1}^4 \beta_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \gamma_j y_{t-j} + \varepsilon_{1t}$$

$$y_t = \alpha' + \sum_{j=1}^4 \theta_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \lambda_j y_{t-j} + \varepsilon_{2t}$$

y para el caso del modelo del PIB de México que estimaremos más adelante con cuatro rezagos y sin variables predeterminadas, se expresa de la siguiente forma:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^4 \alpha_1 y_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \alpha_2 q_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \alpha_3 y_{t-i}^{us} + \sum_{i=1}^4 \alpha_4 y_{t-i}^d + \sum_{i=1}^4 \alpha_5 m_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (12.11)$$

$$q_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_1 y_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_2 q_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_3 y_{t-i}^{us} + \sum_{i=1}^4 \beta_4 y_{t-i}^d + \sum_{i=1}^4 \beta_5 m_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (12.12)$$

$$y_{t-i}^{us} = \gamma_0 + \sum_{i=1}^4 \gamma_1 y_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \gamma_2 q_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \gamma_3 y_{t-i}^{us} + \sum_{i=1}^4 \gamma_4 y_{t-i}^d + \sum_{i=1}^4 \gamma_5 m_{t-i} + \varepsilon_{3t} \quad (12.13)$$

$$y_t^d = \delta_0 + \sum_{i=1}^4 \delta_1 y_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \delta_2 q_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \delta_3 y_{t-i}^{us} + \sum_{i=1}^4 \delta_4 y_{t-i}^d + \sum_{i=1}^4 \delta_5 m2_{t-i} + \varepsilon_{4t} \quad (12.14)$$

$$m2_t = \eta_0 + \sum_{i=1}^4 \eta_1 Y_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \eta_2 q_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \eta_3 y_{t-i}^{us} + \sum_{i=1}^4 \eta_4 y_{t-i}^d + \sum_{i=1}^4 \eta_5 m2_{t-i} + \varepsilon_{5t} \quad (12.15)$$

12.3 UN MODELO DE CRECIMIENTO DEL PIB DE MÉXICO⁷

12.3.1 INTRODUCCIÓN

En el análisis económico aplicado es fundamental contar con instrumentos estadísticos que contrasten con facilidad los argumentos que dicta la teoría económica. Por su gran importancia para el análisis macroeconómico, es necesario definir especificaciones estadísticamente robustas y parsimoniosas que den cuenta de nuestras variables de interés, las cuales, en lo que resta del capítulo, son el PIB de México, su crecimiento y sus principales determinantes.

Es indiscutible que el carácter que ha adoptado la inserción de la economía mexicana en el proceso de globalización se explica, en gran medida, por su estructura productiva. Sin embargo, su alta dependencia de ingresos petroleros y de las exportaciones de maquila no le han reducido su vulnerabilidad a los choques externos, capturados principalmente por la evolución de los términos de intercambio⁸ y por el ritmo de la economía de Estados Unidos.

Mucho se ha discutido sobre la estrecha relación que la actividad económica de nuestro país, medida por el crecimiento del PIB, guarda con la economía de Estados Unidos. Incluso se argumenta ampliamente que desde el inicio del TLC (enero de 1994) el crecimiento de México depende cada vez más de esa variable, al grado de aseverarse que prácticamente han desaparecido los instrumentos internos de estímulo al crecimiento, por lo que cabría pensar que lo único que les queda a las autoridades económicas es administrar los equilibrios macroeconómicos internos y dejar el resto a la evolución de la economía estadounidense. Este argumento se ha reforzado al añadirse dos hechos importantes: *a*) la institucionalización de la autonomía del Banco Central en 1993 y *b*) que formalmente se ha seguido un régimen de tipo de cambio flexible desde 1995.

Nuestra hipótesis sustenta que las aseveraciones anteriores no se cumplen en la práctica y que a pesar de las restricciones institucionales ya referidas, la demanda interna y las variables monetarias *m2* y el tipo de cambio son determinantes positivos importantes del crecimiento del PIB de México.

Si bien es recomendable utilizar funciones de producción para estimar los determinantes convencionales del crecimiento de largo plazo, en países como México es muy difícil utilizar esta metodología, en virtud de que no existen series oficiales de acervos de capital y los datos de población ocupada disponibles no son confiables debido, entre otras cosas, a que presentan heterogeneidades importantes en términos conceptuales y de congruencia para series largas, por lo cual es necesario buscar especificaciones *ad hoc* básicamente por

⁷ Este modelo se presentó en una versión preliminar en la reunión del Proyecto LINK (Facultad de Economía, UNAM, México, D.F., 16-20 de mayo).

⁸ El análisis de esta variable y de sus efectos sobre el crecimiento económico se presentó en los capítulos 7 y 11.

el lado de la demanda que nos permitan sortear con solvencia estas limitaciones y avanzar así en el análisis económico.

En tal sentido, es posible estimar una forma reducida de la demanda agregada que captura las características estructurales de la economía mexicana desde 1980. Se demuestra que esa especificación es robusta y está cointegrada,⁹ y que a partir de su reparametrización en un VAR en la forma reducida y en una ecuación de corrección de error nos permite detectar los determinantes de largo y corto plazos, respectivamente. A partir de ello es posible hacer análisis de política económica y realizar pronósticos.

12.3.2 CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Para cumplir con nuestros objetivos especificamos una función de demanda agregada –en su forma reducida– utilizando variables tanto reales como monetarias. Esta especificación considera que se trata de una economía pequeña y abierta, con libre movilidad de capitales y con tipo de cambio flexible:

$$Y = f(Q, Y^{us}, Y^d, M2)^{10} \quad (12.16)$$

donde Y = PIB de México; Q = tipo de cambio real;¹¹ Y^{us} = PIB industrial de EU; Y^d = demanda interna: inversión más consumo totales; $M2$ = agregado monetario $M2$.¹²

Esta especificación recupera las variables que tienen mayor incidencia en una función convencional de demanda agregada, como:

- El “efecto arrastre” comercial y productivo que genera la economía de EU básicamente explicado por su producción industrial. Como ya se mencionó, muchos analistas le otorgan el mayor peso explicativo a esta variable. En lo que sigue de este capítulo contrastamos empíricamente su peso específico.
- Los “efectos sustitución e ingreso” generados por los cambios en los precios relativos y por la política cambiaria. Al haber modificaciones de los precios relativos y/o depreciaciones cambiarias se generan inevitablemente presiones inflacionarias, ante lo cual los agentes económicos tratarán de sustituir aquellos bienes que subieron relativamente de precio y que, por lo general, son los bienes finales de importación o aquellos que aunque sean de producción doméstica su precio se determina en los mercados mundiales.¹³ Al sustituirlos tratan que no se vea afectado su ingreso real y, por lo tanto, su restricción presupuestal. Cuando no es posible sustituirlos, entonces operará el efecto ingreso en forma negativa. Por lo tanto, el primer efecto, el de sustitución, opera para compensar o definir el segundo.
- $M2$ captura la evolución de la política monetaria sobre el PIB y otras variables importantes, con lo que en principio se asume que no hay neutralidad monetaria.
- La demanda interna o “efecto absorción” se condensa con la inclusión del consumo y la inversión totales. Hay que advertir que aquí se ha incluido a la inversión y al consumo públicos porque ejercen un importante efecto de demanda interna, no obstante que su contribución relativa en el PIB ha caído de manera muy relevante desde prin-

⁹ Lo que se demuestra a través de dos métodos estadísticos distintos (Engle-Granger, 1987 y Johansen, 1992).

¹⁰ Los signos arriba de las variables indican el sentido de las derivadas parciales

¹¹ El tipo de cambio real se calculó a partir de la siguiente especificación: $TCN^*(P^{eu}/P^{mex})$, TCN = tipo de cambio nominal (pesos por US dólar), P^{eu} y P^{mex} = INPC de EU y México, respectivamente.

¹² Todas las variables se expresan en términos reales sin desestacionalizar. Las variables domésticas se obtuvieron de INEGI (www.inegi.gob.mx) y de Banco de México (www.banxico.gob.mx), y la producción industrial de EU se obtuvo de ECONSTATS (www.econstats.com).

¹³ Es el caso de los *commodities*.

cipios de la década de 1980. Hacia 1981 representaban el 20.85%, mientras que hacia 2003 tan sólo el 14.1%.

Como se ha podido ver, nuestra función de demanda agregada se deriva de las variables reales y monetarias más relevantes que determinan el equilibrio del mercado real (curva IS) y del mercado monetario (curva LM), que puede reexpresarse en un espacio euclidiano precio-producción con la habitual pendiente negativa. Como se sabe, el enfoque convencional de oferta y demanda agregadas acepta implícitamente la existencia de equilibrio de mercados, pero aquí lo entenderemos como la existencia de *congruencia* entre las decisiones de consumo de los agentes económicos y las posibilidades efectivas de la oferta agregada de la economía. El término *congruencia de decisiones* es clave, y no implica limpieza de mercados ni pleno empleo. Cuando ocurre lo contrario –esto es, incompatibilidad o desajuste entre las decisiones de los agentes económicos–, habrá alteraciones en el tipo de cambio nominal y en los precios domésticos que a la larga producirán ajustes reales en las demás variables. Por otro lado, la relación positiva entre ingreso y tipo de cambio real que hemos definido en (12.16) sugiere, en principio, que se cumple la condición *Marshall-Lerner*, la cual es congruente con el equilibrio de la demanda y la oferta agregadas para el largo plazo.

12.3.3 ESTIMACIÓN

Con la finalidad de encontrar una relación que represente adecuadamente la dinámica del PIB es necesario encontrar una ecuación de equilibrio de largo plazo entre las variables definidas. Como ya se indicó, esta especificación debe tener un fuerte sentido económico que también esté sustentado por la estadística y por los datos, todo lo cual tendrá que probarse empíricamente. Para tal fin probamos la existencia de *cointegración* con las metodologías propuestas por Engle y Granger (EG, 1987) y por Johansen (1988 y 1991). Al final de este apartado hacemos un contraste crítico de los resultados.¹⁴

En virtud de que no existen series trimestrales de producción anteriores, nuestro periodo de estimación y análisis es 1980.1-2004.3, el cual ofrece observaciones balanceadas de las variables involucradas. Después de realizar varias pruebas y estimaciones, decidimos recortar el periodo de estimación a 1981.1-2004.3 en virtud de que al incluir los trimestres previos no encontramos evidencia de causalidad en el sentido de Granger en la mayoría de las variables, además de que había problemas con los signos de los parámetros estimados. Esto puede deberse a que las primeras observaciones son atípicas y generaban muchos problemas de varianza. Por tal razón hicimos una búsqueda heurística para todo el periodo muestral y escogimos este subperiodo que fue el que arrojó resultados estadística y económicamente robustos.

Todas las estimaciones se realizaron con los logaritmos de las variables, por lo que se expresan en minúsculas y los parámetros indican elasticidades constantes.

Con la prueba de *cointegración* pretendemos demostrar que hay al menos una relación de equilibrio estable de largo plazo entre las variables seleccionadas y, con ello, eliminar la posibilidad de proponer una relación espuria (Hendry, 1980 y Granger y Newbold, 1974).

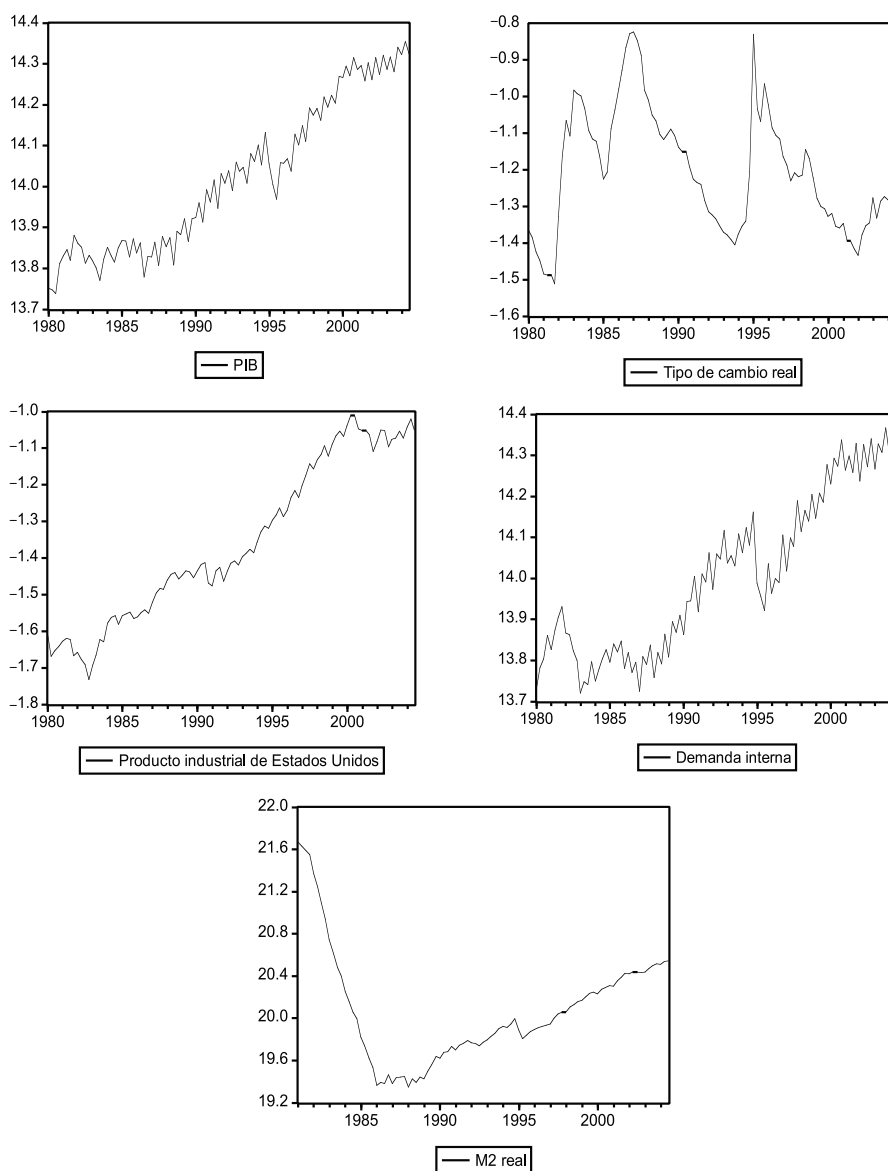
Antes de iniciar con cualquier procedimiento de estimación, es indispensable conocer las características estadísticas de las series de tiempo involucradas. Éste es un buen comienzo que permite advertir los problemas estadísticos a enfrentar más tarde. Para ello, una buena recomendación es graficar cada una de las series y también reportar sus estadísticos básicos (véanse gráfica 12.1 y cuadro 12.1).

¹⁴ Es conveniente señalar que ambos métodos son pertinentes en presencia de series I(1). De hecho, el método de Johansen es específico para el caso en que todas las variables especificadas son I(1) y el de EG para series que son del mismo orden de integración.

Con excepción de q y $m2$, las demás series muestran una clara tendencia en el tiempo, las pruebas de raíz unitaria reportan que todas son $I(1)$ con lo que, en principio, tenemos ecuaciones balanceadas y, por tanto, es plausible aplicar cualquiera de los métodos de estimación señalados (Enders, 1995: 374).

Por otro lado, en ese mismo cuadro se reporta que, con excepción de q , las demás series (en niveles) no se distribuyen normalmente debido a que presentan altos estadísticos de kurtosis, lo cual significa que la distribución de los datos es en esencia leptokúrtica y no presenta problemas de sesgo. Una forma muy directa e intuitiva de probar la simetría en la distribución consiste en comparar la media y la mediana. Cuando sus valores coinciden no tenemos problemas de sesgo (Mukherjee *et al.* 1998:91). En principio, debemos advertir que al no tener series normalmente distribuidas, es posible que este mismo problema se reproduzca en las estimaciones y que ello afecte la eficiencia de los estimadores.

GRÁFICA 12.1 Comportamiento histórico de las series, 1980.1-2004.3



CUADRO 12.1 Estadísticas básicas de variables y pruebas de raíces unitarias en niveles y primeras diferencias 1980.1-2004.3

	y	$\Delta(y)$	q	$\Delta(q)$	y^{us}	$\Delta(y^{us})$	y^d	$\Delta(y^d)$	$m2$	$\Delta(m2)$
Media	14.02	0.01	-1.20	0.00	-1.36	0.01	14.01	0.01	20.15	-0.01
Mediana	14.01	0.00	-1.22	-0.01	-1.41	0.01	13.99	0.01	20.00	0.01
Desv. est.	0.18	0.04	0.17	0.07	0.22	0.02	0.20	0.06	0.63	0.07
Sesgo	0.32	0.19	0.36	2.23	0.16	-0.73	0.33	-0.21	1.19	-1.02
Kurtosis	1.73	1.98	2.42	13.87	1.67	3.04	1.82	2.23	3.96	3.18
JB	8.28 (-0.02)	4.86 (0.09)	3.49 (-0.17)	563.80 (0.00)	7.72 (-0.02)	8.90 (0.01)	7.58 (-0.02)	3.11 (0.21)	27.14 (0.00)	17.21 (0.00)
ADF	3.061	-5.35 ^{1*}	-2.072	-8.61 ^{2*}	-2.62	-4.13 ^{3*}	-2.98	-4.12 [*]	-0.273	-2.00 ^{4*}
DF-GLS	-1.824	-4.67 ^{5*}	-1.855	-8.52 ^{2*}	-1.69	-3.62 ^{**}	-2.62	-2.74 ^{6*}	-1.36	-2.56 ^{6*}
PP	4.22	-20.92 ^{7*}	-0.445	-8.61 ^{8*}	-0.546	-10.78 ^{***}	2.78	-24.63 ^{***}	-2.627	-6.16 ^{9*}
KPSS	299.278	0.02 ^{5*}	4.105	0.11 ^{2*}	1.44	0.12 ^{****}	2.47	0.05 ^{****}	12.52	1.88 ^{9*}

Las pruebas de raíz unitaria en niveles no son significativas al 95% de confianza; ADF (Dickey-Fuller aumentada) con cinco rezagos, tendencia e intercepto; DF-GLS (Dickey-Fuller con mínimos cuadrados generalizados) con cinco rezagos, tendencia e intercepto; PP (Phillips-Perron) con seis rezagos, sin intercepto ni tendencia; KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin) con cinco rezagos, tendencia e intercepto.

¹ Sin intercepto ni tendencia.

² Sin rezagos e intercepto.

³ Con cinco rezagos, sin intercepto ni tendencia.

⁴ Con cuatro rezagos.

⁵ Sin rezagos.

⁶ Con cinco rezagos e intercepto.

⁷ Con cinco rezagos, tendencia e intercepto.

⁸ Con cuatro rezagos e intercepto.

Las pruebas de raíz unitaria en primeras diferencias son válidas al 99% de confianza.

* ADF con cuatro rezagos, sin intercepto ni tendencia.

** DF-GLS con cuatro rezagos, tendencia e intercepto.

*** PP con cuatro rezagos e intercepto.

**** KPSS con cuatro rezagos e intercepto.

^{1*} Con cinco rezagos e intercepto.

^{2*} Sin rezagos, sin intercepto ni tendencia.

^{3*} Con cuatro rezagos e intercepto.

^{4*} Con cuatro rezagos, sin intercepto ni tendencia, válida al 95% de significancia.

^{5*} Con cinco rezagos, tendencia e intercepto.

^{6*} Prueba no significativa.

^{7*} Con cinco rezagos.

^{8*} Sin rezagos, tendencia ni intercepto.

^{9*} Con tendencia e intercepto.

Todas las especificaciones contienen los rezagos y las variables necesarias (tendencia y constante) que evitan problemas de correlación serial y heteroscedasticidad.

12.3.3.1 PROCEDIMIENTO DE ENGLE Y GRANGER

De acuerdo con el procedimiento de *cointegración* propuesto por EG (1987), estimamos una ecuación estática (todas las variables se expresan en el tiempo t) por MCO, a la cual se le denomina *regresión de cointegración*.¹⁵ Se debe verificar que los parámetros sean estadísticamente significativos y tengan el signo correcto determinado por la teoría económica. El

¹⁵ La especificación de la regresión es la siguiente:

$>LS \ y \ c \ q \ y^{us} \ y^d \ m2.$

siguiente paso es crucial y consiste en verificar que los residuos generados por la regresión de *cointegración* sigan un proceso estacionario. De ser así, podemos afirmar que las series consideradas en nuestra especificación original mantienen una relación estable o de equilibrio de largo plazo y, por tanto, que están cointegradas. Sin embargo, ello no nos permite hablar de causalidad ni de endogeneidad-exogeneidad. Esto se probará más adelante al utilizar la metodología VAR preservando la misma especificación.

La prueba de *cointegración* de EG parte de una relación lineal de equilibrio de largo plazo, definida por:

$$x_{1t} = \alpha x_{2t} + u_t, \quad (12.17)$$

es la constante de *cointegración* y en el caso de dos o más variables es el vector cointegrador. Despejando u_t de (12.17):

$$u_t = x_{1t} - \alpha x_{2t} \quad (12.18)$$

Si $u_t \sim I(0)$, entonces podremos decir que las series originales están cointegradas.

EG proponen siete métodos para evaluar la estacionariedad de los residuos.¹⁶ Sin embargo, las formas más comunes de evaluación son a partir de las regresiones de *Dickey-Fuller* (DF) para ecuaciones univariadas y de *Dickey-Fuller Aumentada* (ADF) para ecuaciones multivariadas.

El ejemplo más común y sencillo se realiza con el procedimiento DF, para el cual es necesario hacer la siguiente regresión:

$$\Delta u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12.19)$$

En donde se evalúan dos hipótesis extremas:

H_0 : existencia de una raíz unitaria ($\rho = 1$) o de no *cointegración*.

H_A : hay *cointegración* de las variables definidas en la primera regresión ($\rho = 0$), por lo que los residuos siguen un proceso estacionario.

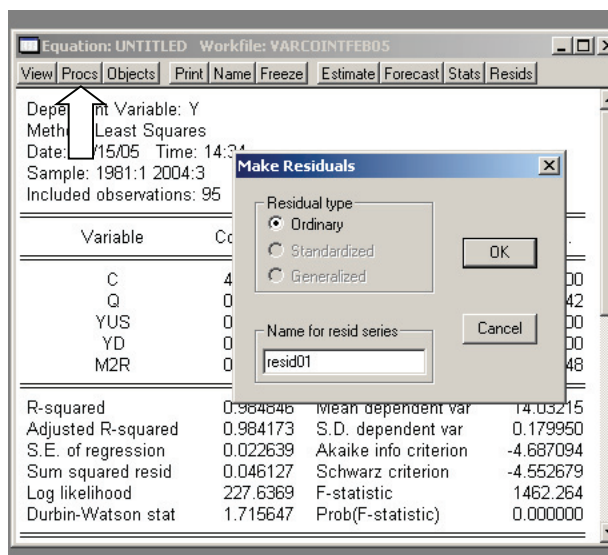
Esta prueba de hipótesis utiliza los valores de Dickey y Fuller.¹⁷

En nuestra estimación todos los coeficientes son significativos, y con el signo correcto; sin embargo se observaron problemas de correlación serial de orden 2, 3 y 4 y cambio estructural para diversos periodos de acuerdo con las pruebas CUSUM y CUSUM-Q (véase el cuadro 12.6).

Para llegar a estos resultados realizamos el procedimiento siguiente. Una vez hecha la estimación de la ecuación principal por MCO, generamos los residuos de la ecuación. En la barra de herramientas se selecciona el comando *Procs*, con lo cual aparece un menú donde se elige el comando *Make residuals*; en seguida aparece una ventana en la cual se asignará un nombre a los residuos, por ejemplo, *resid01*.

¹⁶ a) por el contraste de DW; b) por la regresión de Dickey-Fuller (DF); c) a partir de la regresión DF aumentada; d) utilizando un VAR restringido; e) con un VAR restringido aumentado; f) a partir de un VAR irrestricto y g) utilizando un VAR irrestricto aumentado.

¹⁷ Davidson y Mackinnon (1993) y Charemza y Deadman (1999), entre otros, también proponen valores críticos especialmente diseñados para evaluar esta prueba.

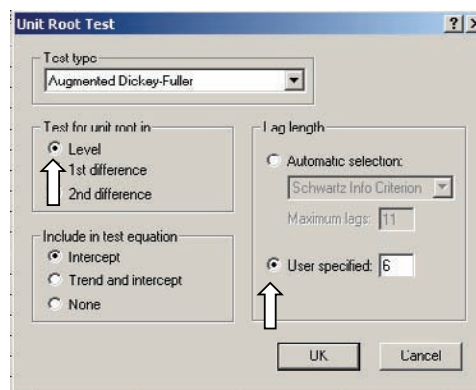
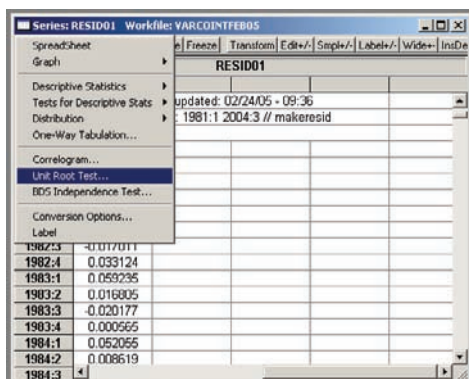


Una vez generados los residuos se procede a hacer la prueba de hipótesis. Para ello es necesario obtener los estadísticos t de las pruebas de raíces unitarias DF o ADF y contrastarlos con los valores críticos adecuados.

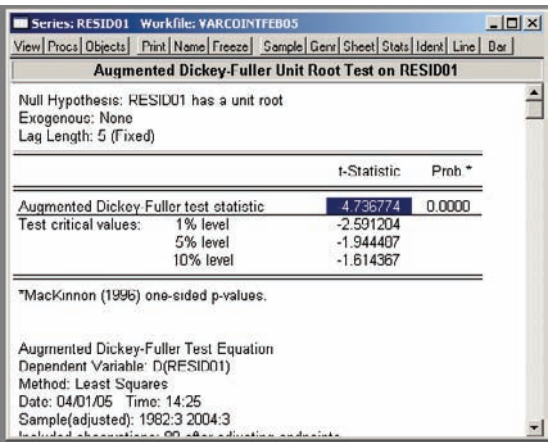
En lo que respecta a nuestra estimación para obtener el t estadístico de la prueba ADF es necesario considerar lo siguiente:

- Dentro de la ventana donde se muestra la serie generada *resid01* se debe elegir la opción *View* y luego la instrucción *Unit Root Test*.
- Dentro de este submenú es necesario considerar una serie de opciones para resolver la prueba. Primero, que el tipo de prueba sea *Augmented Dickey-Fuller*, después que la prueba se aplique en niveles y, por último, cerciorarnos de elegir la opción de longitud de rezagos (*lag length*) en el apartado correspondiente a *User specified*. Con esta opción es posible ir evaluando los rezagos uno a uno hasta obtener el número óptimo utilizando alguna de las opciones que ofrece la prueba, tal como *intercepto*, *intercepto y tendencia* o *sin intercepto ni tendencia*. Hay que destacar que el número óptimo de rezagos será el que minimice los estadísticos de información de *Akaike* y *Schwarz* y que no presente correlación serial ni heteroscedasticidad.

Debido a que esta prueba es muy sensible al número de rezagos, es plausible iniciar con 6.



Una vez resuelta la prueba aparece una ventana con el t estadístico y será el que se contrastará con los valores críticos adecuados.



En nuestro ejercicio se utilizan los valores críticos propuestos por Charemza y Deadman (1999: 129 y apéndice), en los cuales la distribución del estadístico DF depende del número de los coeficientes estimados y no sólo del número de observaciones.

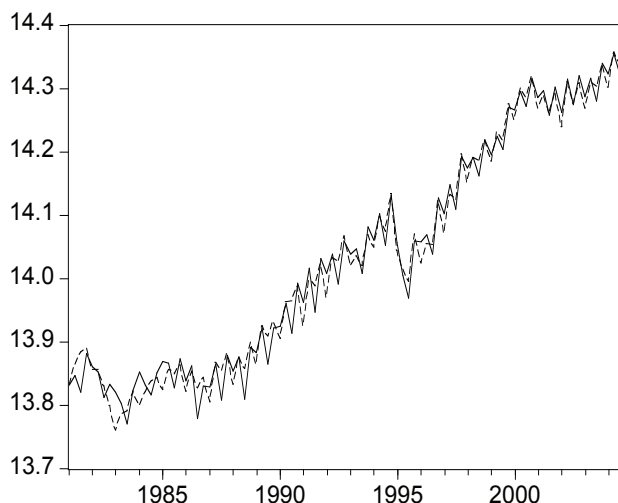
CUADRO 12.2 Prueba ADF de <i>cointegración</i>	
	t-estadístico
ADF (5)	-4.736

Sin intercepto ni tendencia; válida al 99% de significancia, valores críticos: 5.12 (*lower*) y 4.75 (*upper*) (omitiendo el signo negativo).

La elección de los valores críticos se realiza por el siguiente procedimiento: *a)* primero se debe tener en cuenta el número de observaciones (n) y el número de coeficientes estimados (m);¹⁸ *b)* en la elección se debe considerar que existen tablas con valores críticos para intervalos de confianza al 99, 95 y 90% de significancia, con intercepto y sin intercepto. La prueba ADF se corrió sin intercepto. Si el valor de t generado por la prueba ADF está por debajo del primer valor crítico (*lower*), se rechaza la hipótesis nula de no *cointegración*; si el valor está por arriba del segundo valor crítico (*upper*), se acepta; y si se encuentra dentro del intervalo de los dos valores críticos (intervalo de incertidumbre), entonces no se podrá rechazar ni aceptar la hipótesis nula (Charemza y Deadman, 1999: 130). De lo anterior se aprobó la existencia de *cointegración*.

Por otro lado, la ecuación estimada reporta un ajuste excelente para todo el periodo de análisis, aunque habría que destacar que hasta 1987 no logra reproducir con toda precisión los datos observados, pero a partir de 1993 es notable la bondad de ajuste; incluso mejor que la estimación propuesta por el procedimiento de *cointegración* de Johansen.

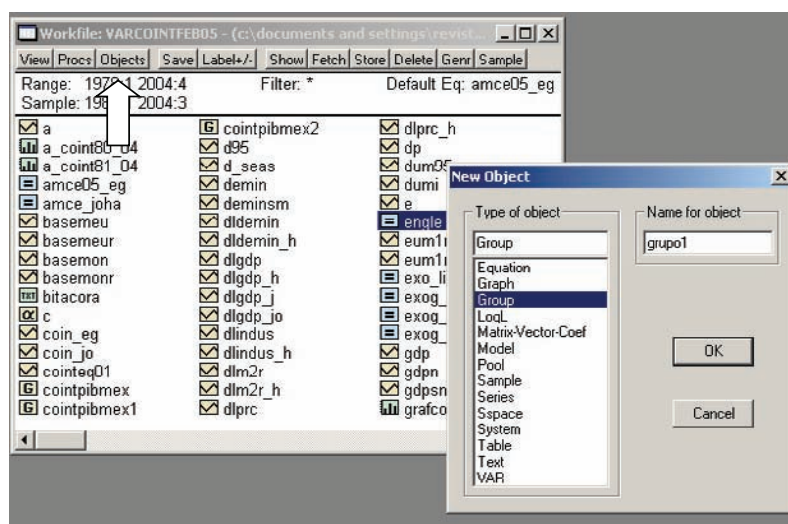
¹⁸ Para nuestro modelo $n = 95$ y $m = 5$.

GRÁFICA 12.2 Bondad de ajuste de la ecuación de *cointegración* por el método EG, 1981.1-2004.3

12.3.3.2 PROCEDIMIENTO DE JOHANSEN

Para realizar la prueba de *cointegración* a partir de este procedimiento se requiere calcular algoritmos muy complejos, por ello es necesario utilizar un software especializado.¹⁹ Nosotros utilizamos el programa Eviews 4.1.

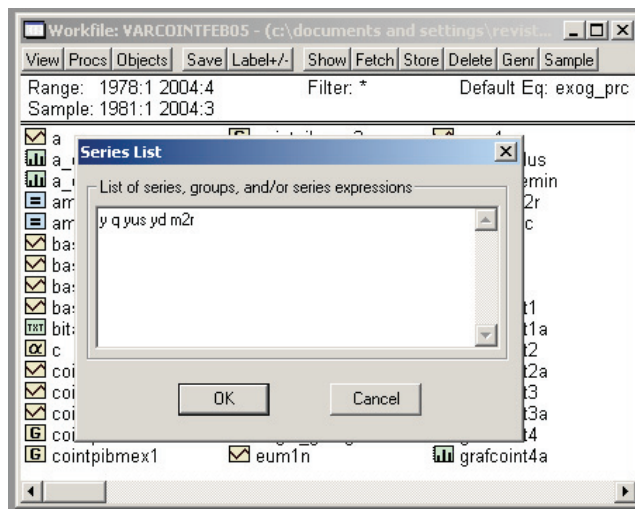
Es recomendable generar un grupo con las variables a utilizar debido a que nos ahorra tiempo al permitirnos un ágil manejo para la repetición de las diversas pruebas estadísticas. En la barra de comandos de la plantilla de trabajo se debe presionar el comando *Objects*; a continuación se despliega un menú en donde se debe seleccionar la opción *Group*, además de elegir un nombre para el objeto, por último se presiona OK.²⁰



¹⁹ Al respecto, en Charemza y Deadman (1999: 176-178) puede verse una explicación muy general debido a su alto grado de complejidad.

²⁰ Para ejecutar cualquier instrucción es necesario presionar el botón OK.

A partir de esta instrucción aparecerá una nueva ventana en donde se deben escribir las variables de nuestro modelo. Es necesario teclear primero la variable que consideramos endógena y luego el resto: y , q , y^{us} ; y^d y $m2$.



Una vez ingresadas las series, se procede a realizar la prueba de *cointegración*. De la barra de comandos del recuadro generado en el paso anterior, se elige el comando *View* y luego la opción *Cointegration Test*.

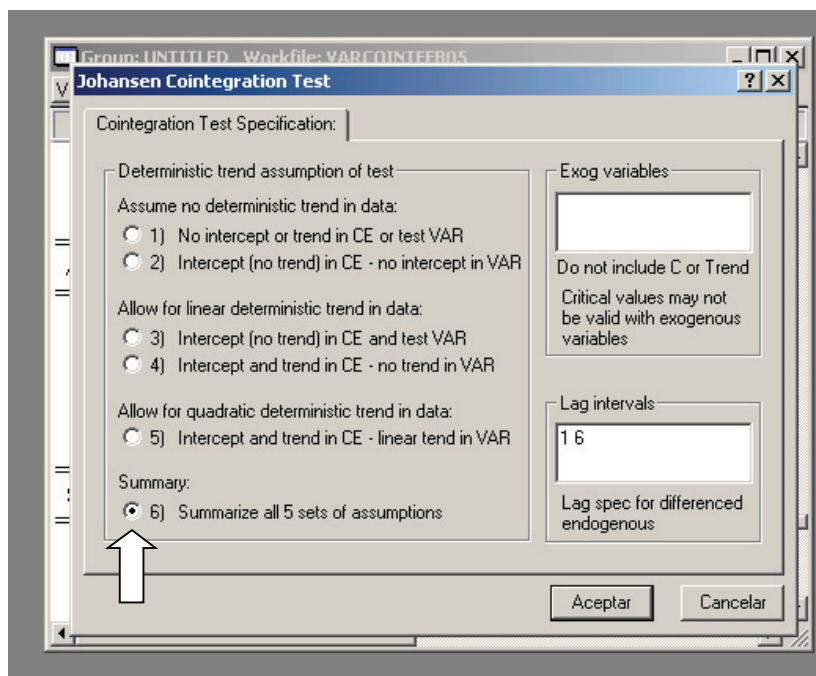
Group: UNTITLED Workfile: VARCOINTEB05									
		name	Freeze	Transform	Edit+/-	Smpl+/-	InsDel	Transpose	Title
Group Members									
Spreadsheet									
Dated Data Table		Q		YUS		YD		MZF	
Graph		-1.484557		-1.626771		13.82666		21.0	
Multiple Graphs		-1.488035		-1.619618		13.87327		21.0	
		-1.488024		-1.623141		13.90424		21.0	
Descriptive Stats		-1.511443		-1.666418		13.93167		21.0	
Tests of Equality...		-1.327771		-1.657979		13.86727		21.0	
N-Way Tabulation...		-1.162447		-1.675978		13.86280		21.0	
Correlations		-1.064607		-1.690908		13.82346		21.0	
Covariances		-1.107903		-1.731885		13.79999		20.0	
Principal Components...		-0.982705		-1.693206		13.71973		20.0	
		-0.992226		-1.664812		13.74809		20.0	
Correlogram (1) ...		-0.997412		-1.622069		13.74126		20.0	
Cross Correlation (2) ...		-1.032775		-1.629803		13.79656		20.0	
Cointegration Test...		-1.092215		-1.578205		13.74914		20.0	
Granger Causality...		-1.116139		-1.562512		13.77969		20.0	
		-1.122094		-1.558044		13.80434		20.0	
Label		-1.161733		-1.581332		13.82582		19.0	
1985:1	13.86888	-1.225472		-1.557855		13.79526		19.0	
1985:2	13.86663	-1.206170		-1.552886		13.84041		19.0	
1985:3									

A continuación se desplegará otro menú con diversas especificaciones que pueden ser consideradas para evaluar la prueba.

Es importante destacar que los resultados dependerán centralmente del número de rezagos, por lo que se recomienda ir evaluándolos uno a uno, tal como ya hemos hecho.

Para elegir la longitud de los rezagos y la opción de especificación se debe seleccionar la opción 6 (como se muestra en la ventana siguiente), la cual muestra un concentrado

de los valores de los criterios de *máxima verosimilitud*, de *información de Akaike* y de *Schwarz*.



Se recomienda iniciar con 6 rezagos para datos trimestrales e ir evaluando rezago por rezago hasta llegar a uno, así como tener cuidado de ir reportando los resultados. En el cuadro 12.3 se presenta una relación de los rezagos y las opciones de tendencia que da el programa para la solución de la prueba, junto con los valores correspondientes a los criterios estadísticos de *máxima verosimilitud*, *Akaike* y *Schwarz*.

En el caso del logaritmo de *máxima verosimilitud* se busca aquél que maximice su valor; mientras que en los otros dos, el que lo minimice.

Si bien éstos son los principios que deben **guiar la búsqueda** de la especificación, **no hay reglas escritas preestablecidas** ya que muchas veces no todos los criterios coinciden en torno a la mejor asignación. Nuevamente, la teoría económica puede darnos una orientación, pero la mejor selección la hace el modelador a partir de ponderar y seleccionar los criterios.

El *Criterio de Información de Akaike* (CIA o AIC, por sus siglas en inglés) se define como:

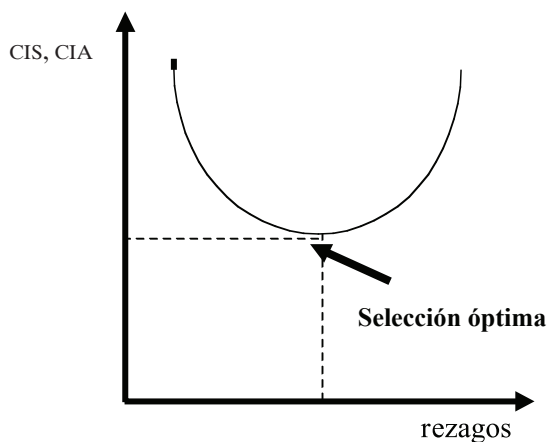
$$\text{CIA} = \log \left(\frac{\sum \hat{\varepsilon}_i^2}{N} \right) + \frac{2k}{N}$$

El *Criterio de Información de Schwarz* (CIS o SIC, por sus siglas en inglés) se define como:

$$\text{CIS} = \log \left(\frac{\sum \hat{\varepsilon}_i^2}{N} \right) + k \frac{\log N}{N}$$

Como se ve, ambos criterios penalizan la pérdida de grados de libertad.

GRÁFICA 12.3 Criterios de minimización de *Schwarz* y *Akaike*



Para el caso concreto de nuestro VAR tenemos los siguientes resultados.

CUADRO 12.3 Contraste de criterios de información					
Rezagos	Sin tendencia		Tipo de tendencia		
	Sin intercepto	Sin tendencia	Tipo de modelo		
		Con intercepto	Lineal	Lineal	Cuadrática
	Sin tendencia	Sin tendencia	Con intercepto	Con intercepto	Con intercepto
			Sin tendencia	Con tendencia	Con tendencia
Máxima verosimilitud					
6				1230.439	1230.439
5				1222.423	1222.423
4				1211.237	1211.237
3				1197.415	1197.415
2				1152.350	1152.350
1				1083.925	1083.925
Criterio de Akaike					
6				-22.550*	
5				-22.695*	
4				-22.745*	
3			-22.707*		
2				-22.213*	
1				-21.327*	
Criterio de Schwarz					
6	-17.963*	-17.963*			
5	-18.882*	-18.882*			
4	-19.831*	-19.831*			
3	-20.137*				
2	-20.427*	-20.427*			
1				-19.980*	

Como se puede observar en el cuadro anterior, los estadísticos de información difieren notablemente, ya que el estadístico de *máxima verosimilitud* sugiere que la estimación debe realizarse con seis rezagos con intercepto y tendencia lineal, lo cual corresponde a la opción cuatro. Otra alternativa de solución que arroja este criterio indica que la prueba se puede realizar con los mismos rezagos, pero incluyendo intercepto y tendencia cuadrática. Sin embargo, al hacer las estimaciones con estas especificaciones no obtuvimos los signos esperados ni tampoco una simulación histórica adecuada.

En el caso del *criterio de Akaike*, se encontró que el número óptimo de rezagos era cuatro, con intercepto y tendencia lineal.

Por último, la especificación que sugirió el *criterio de Schwarz* (sin intercepto ni tendencia) generó los mismos problemas; pero al estimar con intercepto y con tendencia y dos rezagos (que corresponde a la opción dos), obtuvimos finalmente dos vectores de *cointegración* al 99% de confianza así como consistencia teórica y estadística.

La *cointegración* se comprueba al contrastar que los estadísticos de *la traza* y del *Max-Eigen* sean mayores a los valores críticos al 95 y 99% de confianza. De hecho, el programa reporta automáticamente el número de vectores de *cointegración* que se encontró con la especificación.

En lo que respecta al segundo estadístico (*Max-Eigen*), se observa la existencia de tres vectores de *cointegración* válidos al 95% de significancia, pero ninguno al 99%.

CUADRO 12.4 Evaluación de los estadísticos de la traza y Max-Eigen

Unrestricted Cointegration Rank Test

Hypothesized		Trace	5 Percent	1 Percent
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Critical Value
None **	0.335931	110.4500	76.07	84.45
At most 1 **	0.289840	71.55993	53.12	60.16
At most 2 *	0.208375	39.04477	34.91	41.07
At most 3	0.105952	16.84636	19.96	24.60
At most 4	0.063246	6.206734	9.24	12.97

*(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5% (1%) level

Trace test indicates 3 cointegrating equation(s) at the 5% level

Trace test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 1% level

Hypothesized		Max-Eigen	5 Percent	1 Percent
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Critical Value
None *	0.335931	38.89002	34.40	39.79
At most 1 *	0.289840	32.51516	28.14	33.24
At most 2 *	0.208375	22.19840	22.00	26.81
At most 3	0.105952	10.63963	15.67	20.20
At most 4	0.063246	6.206734	9.24	12.97

*(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5% (1%) level

Max-eigenvalue test indicates 3 cointegrating equation(s) at the 5% level

Max-eigenvalue test indicates no cointegration at the 1% level

El procedimiento de Johansen es más poderoso en la prueba de *cointegración*, debido a que no plantea una elección *a priori* entre variables endógenas y exógenas, y porque estima con precisión el número de relaciones de *cointegración*, a la vez que permite encontrar –dentro de la misma estimación– la ecuación de corrección de error.

Un aspecto crucial es que si con el procedimiento de Johansen encontramos más de un vector de *cointegración*, es posible que la división endógeno-exógeno sea imperfecta; esto es, que alguna o varias variables no sean exógenamente débiles, por lo que entonces se requerirá de un sistema de ecuaciones para tener la información adecuada y un modelo más robusto (Charemza y Deadman, *op. cit.*: 178).

Seleccionamos el primer vector de *cointegración* normalizado, que reporta resultados plausibles.

y	q	y^{us}	y^d	$m2$	C
1.000000	-0.091945	-0.220841	-0.768408	-0.005259	-3.562830
	(0.02035)	(0.03037)	(0.03992)	(0.00369)	(0.58462)

En virtud de que encontramos dos vectores de *cointegración* al 99%, la matriz α es de dimensión 5×2 ; esto es, tiene dos vectores de coeficientes de ajuste. Al primer vector de *cointegración* de la matriz β le corresponde el siguiente vector α :²¹

$\Delta(y)$	-0.586194
	(0.22654)
$\Delta(q)$	-0.219517
	(0.78445)
$\Delta(y^{us})$	0.364784
	(0.19713)
$\Delta(y^d)$	0.070956
	(0.28227)
$\Delta(m2)$	-0.509787
	(0.43522)

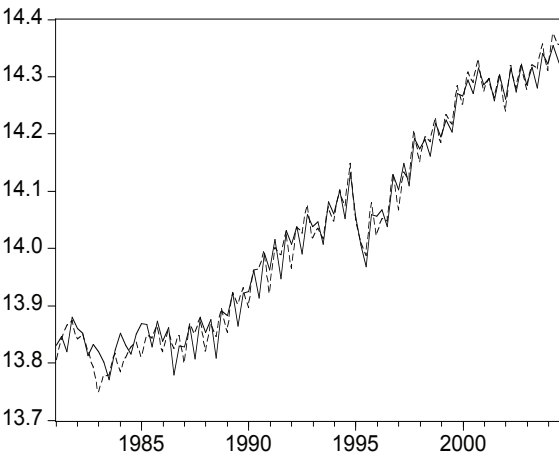
El elemento α_{11} ($\Delta(y) = -0.5862$) establece que existe corrección de error para el primer vector de *cointegración* y mide la velocidad de ajuste promedio (periodo a periodo).

Para ver la capacidad de reproducción del proceso generador de información (*PGI*) de la ecuación estimada procedemos a tomar el vector de *cointegración* normalizado, despejado en términos de y , y lo graficamos contra la variable observada a partir de la siguiente instrucción:

<PLOT y $3.5628+0.0919*q+0.2208*yus+0.7684*yd+0.0052*m2$

El programa graficará el *PIB* observado y el que se generó de la ecuación de *cointegración* y a partir de ese contraste evaluamos visualmente el grado de ajuste de nuestra estimación.

GRÁFICA 12.4 Bondad de ajuste de la ecuación de *cointegración* de Johansen, 1980.1-2004.3



²¹ El error estándar está entre paréntesis.

Como se observa en la gráfica 12.4, al igual que con el método de EG, esta estimación logra un buen ajuste no sólo porque capta la tendencia histórica de la serie sino porque también lo hace con mucha precisión para todos los quiebres de la muestra. De ahí que podemos aceptar que este modelo estadístico –al igual que el de EG– es una aproximación plausible al PGI.

12.3.4 ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CORRECCIÓN DE ERROR

En esta sección estimamos el mecanismo de corrección de error a partir de las ecuaciones de *cointegración* calculadas por los dos procedimientos y posteriormente evaluamos su robustez.

12.3.4.1 PROCEDIMIENTO ENGLE-GRANGER

Para generar la ecuación de corrección de error (ECE) se debe especificar un VAR *ad hoc* en diferencia que contenga los residuos generados en la regresión de *cointegración* con rezago y debe pasar todas las pruebas de correcta especificación de modo tal que permita realizar pronóstico de corto plazo con alto grado de confiabilidad.

En la especificación es plausible agregar variables *dummy* que ayuden a captar periodos u observaciones atípicas (*outlayers*).²² Como lo indica el *procedimiento de lo general a lo particular* de Hendry, comenzamos especificando un VAR (6, 6, 6, 6, 6) y, tomando en cuenta el grado de significancia estadística, eliminamos variables. Al final la especificación de la ECE resultó ser la siguiente:

CUADRO 12.5 Especificación de la ECE

Dependent Variable: D(LGDP)

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1981:3 2004:3

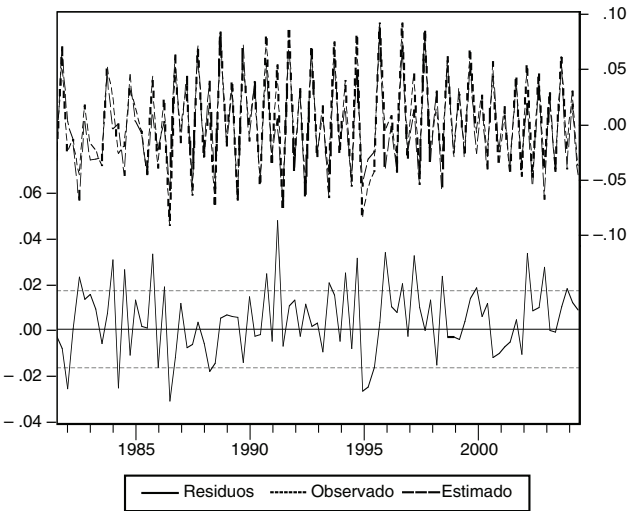
Included observations: 93 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID01(-1)	-0.496908	0.127953	-3.883508	0.0002
D(y (-4))	0.483204	0.067239	7.186325	0.0000
D(y (-5))	0.259696	0.090910	2.856626	0.0054
D(q (-1))	-0.132065	0.027110	-4.871429	0.0000
D(y ^{us} (-1))	0.172951	0.093884	1.842173	0.0690
D(y ^d (-3))	-0.258439	0.054155	-4.772257	0.0000
D(y ^d (-5))	-0.167004	0.071810	-2.325618	0.0225
D(m2 (-2))	0.101466	0.033903	2.992782	0.0036
D(m2 (-5))	-0.092870	0.034683	-2.677702	0.0089
DUMCE	-0.010565	0.006149	-1.718132	0.0895
R-squared	0.878466	Mean dependent var		0.005129
Adjusted R-squared	0.865288	S.D. dependent var		0.044672
S.E. of regression	0.016396	Akaike info criterion		-5.282258
Sum squared resid	0.022313	Schwarz criterion		-5.009936
Log likelihood	255.6250	Durbin-Watson stat		2.164982

²² Es el caso de la variable DUMCE que es cero para todo el periodo excepto para: 1982.4, 1988.1, 1991.2, 1991.3, 1993.2 1993.3, 1995.1, 1995.2 y 1997.1.

La ecuación estimada cumple satisfactoriamente con todos los supuestos de correcta especificación –incluyendo al parámetro de corrección de error, RESID01(-1)– y además muestra una excelente bondad de ajuste, tal como se observa en la gráfica 12.5. Así, podemos concluir que esta ecuación es una buena aproximación al PGI y, por lo tanto, un instrumento adecuado para pronosticar la dinámica de corto plazo del PIB de México.

GRÁFICA 12.5 Ajuste histórico del vce a partir del método de Engle-Granger



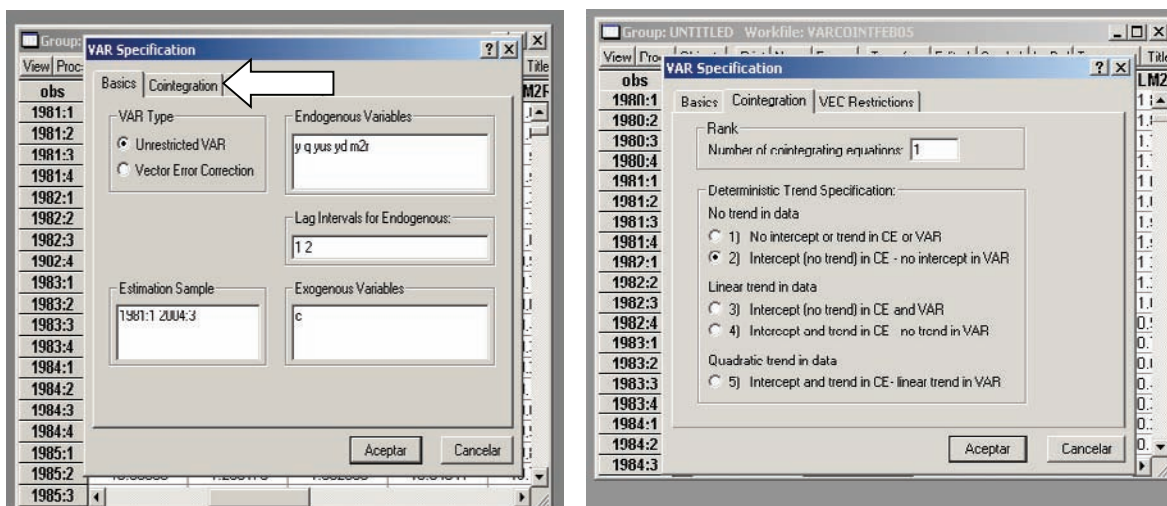
12.3.4.2 PROCEDIMIENTO DE JOHANSEN

Conviene mencionar que el software Eviews 4.1 genera automáticamente la ECE al estimar *cointegración* por este método. Para recuperar nuestro grupo de series seleccionamos la opción *Procs* y luego el comando *Make Vector Autoregression*, como se muestra a continuación.

Group: GRUPO1 Workfile: VARCOINTFEB05								
View	Make Equation...		Transform	Edit+/-	Smpl+/-	InsDel	Transpose	Title
o1	Make Vector Autoregression...			YUS	YD			M2
o1	Resample...			YUS	YD			
1981:1	13.84618	-1.488035	-1.626771	13.82666	21.1			
1981:2	13.84618	-1.488035	-1.619618	13.87327	21.1			
1981:3	13.81957	-1.488024	-1.623141	13.90424	21.1			
1981:4	13.88057	-1.511443	-1.666418	13.93167	21.1			
1982:1	13.86088	-1.327771	-1.657979	13.86727	21.1			
1982:2	13.85154	-1.162447	-1.675978	13.86280	21.1			
1982:3	13.81224	-1.064607	-1.690908	13.82346	21.1			
1982:4	13.83202	-1.107903	-1.731885	13.79999	20.1			
1983:1	13.81979	-0.982705	-1.693206	13.71973	20.1			
1983:2	13.80186	-0.992226	-1.664812	13.74809	20.1			
1983:3	13.77018	-0.997412	-1.622069	13.74126	20.1			
1983:4	13.82273	-1.032775	-1.629803	13.79656	20.1			
1984:1	13.85200	-1.092215	-1.578205	13.74914	20.1			
1984:2	13.83076	-1.116139	-1.562512	13.77969	20.1			
1984:3	13.81596	-1.122094	-1.558044	13.80434	20.1			
1984:4	13.85043	-1.161733	-1.581332	13.82582	19.1			
1985:1	13.86888	-1.225472	-1.557855	13.79526	19.1			
1985:2								

Aparecerá una ventana en la cual se deberá elegir la opción *Vector Error Correction*. En la opción *Lag Interval for Endogenous* se debe verificar que esté especificada la misma longitud de rezagos con la que se realizó la estimación de *cointegración*, de lo contrario la prueba arrojará resultados diferentes.

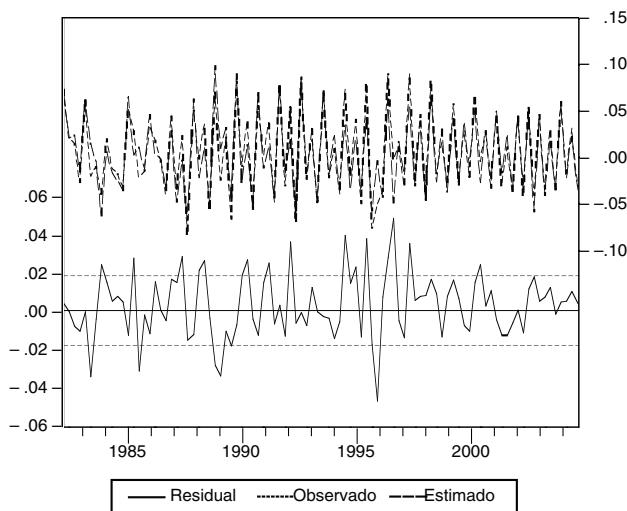
Después se debe elegir la ficha *Cointegration* y aparecerá otro submenú y se debe elegir la misma opción con la que se corrió la prueba de *cointegración*.



Con esta opción el programa genera automáticamente un vector de corrección de error (VCE) para cada una de las ecuaciones de *cointegración*. A este conjunto de vectores²³ se le denomina modelo vectorial de corrección de error (MVCE).

Obtenido el VCE procedemos a evaluar su ajuste histórico y la significancia estadística de sus parámetros. Véanse la gráfica 12.6 y el cuadro 12.5.

GRÁFICA 12.6 Ajuste histórico del VCE a partir de la ecuación de Johansen



²³ Que para nuestro caso concreto son sólo dos a partir del 99% de significancia estadística.

El ajuste de esta ecuación es aceptable a nivel visual, pero también se observa que no logra captar *outlayers* importantes, como en algunos trimestres de 1982, 1988, 1995 y 1996. Pero al evaluar la ecuación rigurosamente detectamos que se violan algunos supuestos de correcta especificación, como homocedasticidad y estabilidad estructural, además de que algunos de sus regresores no son estadísticamente significativos (véase el cuadro 12.6). Sin embargo, por la rapidez en su obtención no se le puede despreciar como una alternativa “económica” de estimación del VCE.

CUADRO 12.6 Evaluación de ecuaciones				
	Ecuaciones de <i>cointegración</i>		Ecuaciones de corrección de error	
	Johansen	Engle-Granger	Johansen	Engle-Granger
C	3.563 (6.09)	4.962 (8.50)	---	---
MCE (U_{t-1})	---	---	-0.308 (-4.59)	-0.497 (-3.88)
Δy_{t-1}	---	---	-0.457 (-5.63)	---
Δy_{t-2}	---	---	-0.430 (-4.34)	---
Δy_{t-4}	---	---	---	0.483 (7.19)
Δy_{t-5}	---	---	---	0.260 (2.86)
q	0.092 (4.52)	0.052 (2.29)	---	---
Δq_{t-1}	---	---	-0.181 (-5.88)	-0.132 (-4.87)
Δq_{t-2}	---	---	-0.152 (-4.34)	---
y^{us}	0.221 (7.27)	0.268 (8.35)	---	---
$\Delta y^{\text{us}}_{t-1}$	---	---	0.115 (1.01)	0.173 (1.84)
$\Delta y^{\text{us}}_{t-2}$	---	---	0.165 (1.49]	---
y^{d}	0.768 (19.25)	0.662 (16.09)	---	---
$\Delta y^{\text{d}}_{t-1}$	---	---	-0.090 (-0.95)	---
$\Delta y^{\text{d}}_{t-2}$	---	---	0.499 (7.08)	---
$\Delta y^{\text{d}}_{t-3}$	---	---	---	-0.258 (-4.77)
$\Delta y^{\text{d}}_{t-5}$	---	---	---	-0.167 (-2.33)
m2r	0.005 (1.43)	0.011 (1.95)	---	---
$\Delta m2r_{t-1}$	---	---	-0.077 (-1.69)	---
$\Delta m2r_{t-2}$	---	---	0.128	0.101

(Continúa)

CUADRO 12.6 (Continuación)

			(2.93)	(2.99)
$\Delta m2r_{t-5}$	---	---	---	-0.093
				(-2.68)
DUMCE	---	---	---	-0.011
				(-1.72)
R²	---	0.985	0.850	0.878
Adj. R²	---	0.984	0.836	0.865
S.E.	---	0.023	0.018	0.016
D.W.	---	1.716	1.784	2.165
J-B	2.750 (0.253)	3.445 (0.179)	0.397 (0.819)	0.478 (0.787)
LM(1)	---	1.880 (0.174)	1.785 (0.185)	0.699 (0.405)
LM(2)	---	34.213 (0.000)	2.281 (0.108)	3.071 (0.052)
LM(3)		35.362 (0.000)	1.824 (0.149)	2.212 (0.093)
LM(4)		41.617 (0.000)	1.752 (0.147)	2.759 (0.033)
ARCH(1)	---	3.025 (0.085)	0.001 (0.971)	0.319 (0.574)
ARCH(2)	---	1.769 (0.176)	0.969 (0.383)	0.296 (0.745)
WHITE(n.c.)	---	2.342 (0.025)	1.818 (0.030)	0.766 (0.738)
WHITE(c)	---	1.466 (0.149)	1.252 (0.304)	1.321 (0.207)
RESET(1)	---	1.877 (0.174)	0.062 (0.804)	3.614 (0.061)
RESET(2)	---	Matriz singular	2.877 (0.061)	2.442 (0.093)
CUSUM		1990.4-2004.3	---	---
CUSUM-Q	---	1992.1-1999.1	1996.1-1999.1	---
N-Step	---	---	1993.4, 1995.2 1995.4 y 1996.1	---

Adicional a las pruebas anteriores, es conveniente evaluar estadísticamente el ajuste histórico de las cuatro ecuaciones estimadas a través de un indicador homogéneo, para con ello tomar una decisión en cuanto a las mejores estimaciones generadas por los dos métodos de *cointegración*.

En principio, habría que decir que de acuerdo con los resultados estadísticos y las gráficas de las estimaciones es imposible –en este momento– distinguir cuál de los dos métodos arroja el mejor ajuste, no obstante que por los estadísticos de prueba ya hemos adelantado algunas conclusiones.

En las ecuaciones de *cointegración* es difícil hacer un contraste estadístico directo entre los métodos de EG y Johansen a partir de las pruebas convencionales de correcta especificación, aunque ambos resultados se presentan como altamente plausibles. De hecho, resulta sorprendente que los parámetros estimados por ambos métodos son muy parecidos en magnitudes y presentan los mismos signos. Esto puede tomarse como un indicador importante de la consistencia de la especificación teórica que hicimos inicialmente y que se sustenta en los datos.

Para el caso de los VCE, se observa que los dos métodos generan resultados también altamente parecidos, no obstante que son especificaciones diferentes. En particular llama la atención que el término de corrección de error es extraordinariamente semejante (-0.497, -0.308 y -0.586) por EG, Johansen y por el coeficiente de ajuste α_{11} , respectivamente.

Por otro lado, es conveniente destacar que la elasticidad más alta de los modelos de *cointegración* es la que corresponde a la demanda interna, lo cual indica que hay mucho margen de maniobra sobre el crecimiento económico a través de variables que incentivan el consumo y la inversión.

En segundo lugar de importancia está el producto industrial de Estados Unidos con una elasticidad que fluctúa entre 0.221 y 0.268.

El tipo de cambio real presenta el signo positivo esperado (lo que demuestra empíricamente el cumplimiento de la *Condición Marshall-Lerner*) y el agregado monetario presenta la elasticidad más baja de todas las variables consideradas.

Por último, la *prueba de desigualdad de Theil* (véase el cuadro 12.7) nos permite evaluar el ajuste histórico de las regresiones, con lo cual tendremos todos los elementos suficientes para seleccionar los modelos más adecuados de largo y corto plazos.

En el cuadro siguiente se presenta este coeficiente y sus desagregaciones respectivas. Queda muy claro que para los datos disponibles que hemos considerado, el método de EG genera los mejores modelos estadísticos. Eso se comprueba con los altos valores del *coeficiente de covarianza* (UC) que comprende a la parte no sistemática del error de simulación, mientras que la parte sistemática que corresponde al *error de sesgo* (UM) es prácticamente despreciable.

CUADRO 12.7 Coeficientes de Theil y proporciones de desigualdad				
	THEIL	UM	US	UC
Ecuaciones de cointegración				
Johansen	0.00084	0.000	0.051	0.949
Engle-Granger	0.00079	0.000	0.004	0.996
Ecuaciones de corrección de error				
Johansen	0.197	0.017	0.034	0.949
Engle-Granger	0.179	0.057	0.026	0.917

12.3.5 EXOGENEIDAD

Uno de los asuntos más delicados que atiende la econometría estructural moderna consiste en probar la exogeneidad de las variables especificadas. Como se analizó en el capítulo 6, con ello se pretende evitar la arbitrariedad en la asignación (*a priori*) entre variables endógenas y exógenas y, de esta manera, probar que los datos permiten hacer una estimación correcta. Recordemos que la asignación inicial de exogeneidad es una consideración proveniente de la teoría económica pero su validación final es un asunto empírico.

Punto crucial es la exogeneidad débil que nos permite saber si la información que estamos incorporando en la especificación es la correcta y suficiente; en particular, que la especificación que hemos hecho del modelo condicional es adecuada, con lo que es plausible aceptar que se obtiene una estimación eficiente.

Por tal razón, antes de pasar a la reparametrización de la ecuación de *cointegración* en un modelo VAR, probaremos el cumplimiento de exogeneidad débil a partir de los comandos que ofrece el Eviews 4.1.²⁴

Para ello es necesario utilizar la misma especificación que se hizo en la ecuación de *cointegración*, sólo que ahora añadiendo una restricción en el VCE. De hecho, esta restricción se aplica a la matriz α o de coeficientes de ajuste y supone que su elemento *i-ésimo* (que es al que se impone la condición de exogeneidad) es cero. De cumplirse, se acepta la hipótesis nula de que la variable representada por ese elemento es exógena respecto al vector de *cointegración* β . Esto significa que no hay información relevante en los demás elementos o variables de ese vector que contribuya a explicar su comportamiento.

De esta forma, en la ventana de la prueba de Johansen (*Johansen Cointegration Test*) escogemos la opción de imponer restricciones a la matriz α (en su primera relación de *cointegración*) de la manera siguiente para la primera variable (*y*):

$$A(1,1) = 0$$

²⁴ Recordemos que en el capítulo 6 se hizo esta prueba manualmente a partir de la especificación de varios VAR's.

Para la segunda variable (q) de la misma ecuación de *cointegración* lo hacemos con la siguiente definición:

$$A(2,1) = 0$$

y así sucesivamente, obteniendo los siguientes resultados:

CUADRO 12.8 Pruebas de exogeneidad débil

	χ^2
$A(1,1) = 0$	2.390 (0.122)
$A(2,1) = 0$	0.062 (0.800)
$A(3,1) = 0$	1.995 (0.158)
$A(4,1) = 0$	0.045 (0.833)
$A(5,1) = 0$	0.391 (0.532)

Con los valores probabilísticos obtenidos de la χ^2 podemos aceptar H_0 en el sentido de que cada variable en lo individual es débilmente exógena respecto a β , con lo cual también podemos aceptar que el proceso marginal no contiene información útil para estimar el modelo condicional; esto significa, dicho de otro modo, que la inferencia de éste puede realizarse eficientemente a partir de las variables consideradas y que no necesitamos definir ecuaciones adicionales para tener una estimación más eficiente del PIB.

12.4 VECTORES AUTORREGRESIVOS

Una vez que hemos demostrado que la especificación que hicimos del PIB de México es una correcta aproximación al PGI, tanto de corto como de largo plazos, procedemos a hacer una reparametrización de esa ecuación a través de un vector autorregresivo, con el cual podremos hacer introspección muy útil.

No obstante que la propuesta original de Sims (1980) era crear un modelo estadístico con un peso muy fuerte en su memoria histórica²⁵ y con débil basamento en la teoría económica, el análisis de *cointegración* que hemos hecho previamente resuelve con solvencia este desequilibrio.

12.4.1 ESTIMACIÓN DEL VECTOR AUTORREGRESIVO (VAR)

Una de las interrogantes más comunes que se hace el modelador de VAR's es si las variables deben estimarse en niveles o en diferencias una vez que conoce su grado de integración. Es fácil confundirse y tomar una decisión equivocada. Sin embargo, es importante tener en cuenta que si las series en niveles presentan el mismo orden de integración, es muy probable que exista entonces en su memoria histórica información relevante que explique adecuadamente el fenómeno de estudio, por lo cual no es necesario diferenciar las series originales. Al respecto, Sims (1980) y Enders (1995: 301) sugieren no diferenciar las series, a pesar de que tengan raíz unitaria, bajo el argumento de que al hacerlo se pierde información importante, concerniente a los comovimientos entre los datos y a los

²⁵ Al considerar prioritariamente a los valores rezagados de la misma variable y de otras que deberían contener información útil.

fenómenos económicos que en verdad ocurrieron y que son representados por los datos. De esta manera, el hecho de que existan observaciones atípicas o movimientos abruptos en las variables, refleja que ocurrieron hechos importantes que deben captarse en la especificación a través de una selección adecuada de variables y no obviarlas al normalizar los datos aplicando alguna transformación algebraica. Las pruebas de los residuos nos permitirán conocer con precisión si nuestro VAR está cointegrado o no.

Otro factor relevante a considerar en la modelación de un VAR irrestricto es que sólo las variables rezagadas influyen en los resultados, ya que en estas variables estará contenida centralmente la información relevante de las series; aunque –como ya se dijo– no se descarta la utilización de variables exógenas que añadan información importante.

Debido a su enorme importancia, al igual que en las estimaciones anteriores, es necesario evaluar uno a uno cada rezago, hasta encontrar el número óptimo. Para ello se vuelve indispensable la contrastación de los criterios de información estadística con los resultados que genera cada especificación.

Para la estimación del VAR fue necesario incorporar constante, una variable de tendencia determinista²⁶ y también una *dummy* (denominada DP), que asociamos a los periodos en que se gestaron grandes recesiones económicas.²⁷ Es importante destacar que esta variable ayudó a resolver la falta de normalidad en las series originales, factor trascendente al que hicimos alusión al principio del capítulo.

Una vez que nos encontramos en la ventana de especificación del VAR se debe tener cuidado de elegir la opción de VAR irrestricto (*Unrestricted VAR*).²⁸

Al igual que en los procedimientos anteriores, para determinar la longitud de rezagos se debe comenzar por 6, especificando las variables exógenas a utilizar.

The image shows a software window titled "VAR Specification". It has three tabs: "Basics", "Cointegration", and "VEC Restrictions". The "Basics" tab is active. Inside, there are four main sections:

- VAR Type:** Two radio buttons. "Unrestricted VAR" is selected, and "Vector Error Correction" is unselected.
- Endogenous Variables:** A text box containing the variables "y q yus yd m2".
- Lag Intervals for Endogenous:** A text box containing the values "1 6".
- Estimation Sample:** A text box containing the date range "1981:1 2004:3".
- Exogenous Variables:** A text box containing the variables "c @trend dp".

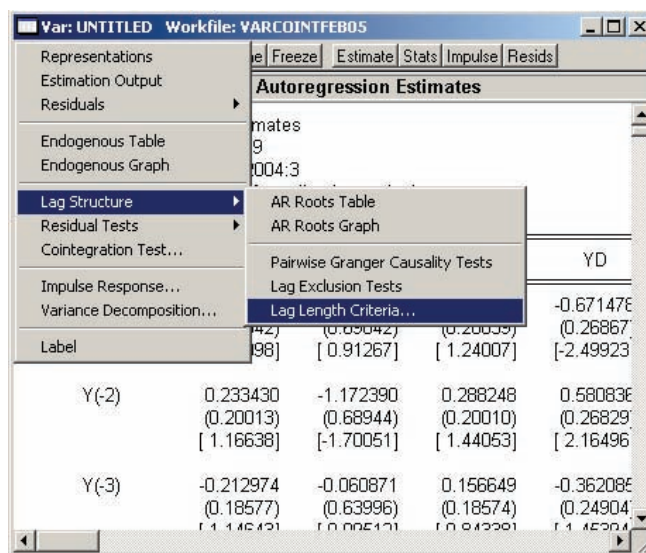
 At the bottom right of the window are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

A continuación aparecerán los primeros resultados del VAR. En esta ventana seleccionaremos la opción *View* y luego el comando *Lag structure* seguido del comando *Lag length criteria*.

²⁶ Este tipo de variables las genera automáticamente el programa utilizando el comando *@trend*.

²⁷ 1982.1, 1986.4 y 1995.1.

²⁸ Nuevamente, es importante verificar que el periodo muestral de estimación coincida con la utilizada en las ecuaciones de *cointegración* y del VCE.



Una vez realizado lo anterior se desplegará un concentrado en el cual se presenta una serie de criterios para ayudar a elegir la longitud óptima de rezagos.

Var: UNTITLED Workfile: VARCOINTEB05

VAR Lag Order Selection Criteria

Endogenous variables: Y Q YUS YD M2

Exogenous variables: C @TREND DP

Date: 04/07/05 Time: 10:40

Sample: 1981:1 2004:3

Included observations: 89

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	569.5739	NA	2.66E-12	-12.46233	-12.04290	-12.29327
1	963.0098	716.1418	6.77E-16	-20.74179	-19.62330	-20.29096
2	1064.123	172.6874	1.23E-16	-22.45220	-20.63465	-21.71960
3	1125.229	97.49510	5.58E-17	-23.26357	-20.74697*	-22.24920
4	1170.978	67.85202	3.61E-17	-23.72983	-20.51418	-22.43370*
5	1204.409	45.82768*	3.14E-17*	-23.91931*	-20.00460	-22.34140
6	1223.754	24.34403	3.85E-17	-23.79223	-19.17846	-21.93255

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Se presentan otros criterios estadísticos relevantes como la *prueba LR* que nos indica la significancia conjunta de cada modelo con sus diferentes rezagos. Esta prueba únicamente se reporta cuando se agrega una constante dentro de la especificación. Y, por último, los criterios de *error de predicción final* (FPE) y de *información de Hannan-Quinn*, los cuales se evalúan de la misma forma que los criterios de *Akaike* y *Schwarz*.

Un criterio que se ha dejado de lado pero que también es relevante es el $\bar{R}^2$. Este estadístico nos puede ayudar a determinar o desempatar.

Por principio de cuentas, sabemos que en la medida que añadimos variables explicativas o rezagos, necesariamente la R^2 deberá aumentar por la sencilla razón de que esta-

mos incorporando información (pertinente o no) que estará asociada (adecuadamente o no) a la variable a explicar. Sin embargo, en la medida que seguimos este procedimiento, perdemos rápidamente grados de libertad y corremos el riesgo de incurrir en colinealidad y autocorrelación. Por ello es que esta prueba castiga la incorporación de variables, tal como se observa en la siguiente expresión:

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{N - 1}{N - k}$$

donde: N = observaciones, k = variables independientes, R^2 = coeficiente de determinación.

Se ve con claridad que a medida que añadimos rezagos (k) disminuye R^2 . De esta forma, una regla de oro consiste en incorporar rezagos hasta que este coeficiente alcanza un máximo.

La evaluación de los estadísticos que se presentan en la ventana anterior es muy sencilla puesto que el programa elige automáticamente los valores óptimos asignándoles un asterisco. En el caso del $\bar{R}^2$ es necesario resolver el VAR para cada longitud de rezagos y reportarlo hasta determinar su valor máximo.

De acuerdo con lo anterior, se deduce que el mejor orden de rezagos para nuestro VAR es cinco, ya que es donde coincidió la mayoría de los criterios. Sin embargo, la estimación reportó dos graves problemas. Primero, la falta de normalidad en los residuos que, al igual que las series originales, es generada por el alto coeficiente de kurtosis. El segundo corresponde a la autocorrelación serial de cuarto y quinto órdenes. Los factores anteriores definieron que la especificación final del VAR fuera de cuatro rezagos.

Se debe recordar que los modelos VAR estiman individualmente cada vector, por lo que se deben evaluar los grados de libertad por separado. De esta manera, en el caso de nuestro sistema, en cada vector hay $n = 95$ y $k = 23$, lo que implica que tenemos 72 grados de libertad; es muy importante no sumar las k de todos los vectores para restarlas al número de observaciones, ya que al hacer esto es probable que nos resulten grados de libertad negativos, lo cual implicaría una aberración estadística.

A continuación se presenta la estimación del VAR generada con la especificación final.

CUADRO 12.9 Estimación del VAR

Sample: 1981:1 2004:3

Included observations: 95

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

	y	q	y^{us}	y^d	$m2$
$y(-1)$	0.009320 (0.15474) [0.06023]	1.479219 (0.50984) [2.90133]	0.358199 (0.15562) [2.30180]	-0.481151 (0.20306) [-2.36949]	-1.069183 (0.33355) [-3.20544]
$y(-2)$	0.260185 (0.15199) [1.71182]	-0.684880 (0.50080) [-1.36757]	0.051512 (0.15286) [0.33700]	0.766587 (0.19946) [3.84329]	0.600283 (0.32764) [1.83215]
$y(-3)$	-0.054516 (0.14304) [-0.38112]	0.429650 (0.47131) [0.91162]	-0.235033 (0.14385) [-1.63382]	-0.311471 (0.18771) [-1.65930]	-1.215392 (0.30834) [-3.94171]
$y(-4)$	0.545508 (0.14699) [3.71117]	-0.664619 (0.48432) [-1.37228]	0.439425 (0.14783) [2.97257]	0.015743 (0.19290) [0.08161]	-0.426552 (0.31686) [-1.34620]

(Continúa)

CUADRO 12.9 (Continuación)

$q(-1)$	-0.116133 (0.02841) [-4.08813]	0.781407 (0.09360) [8.34840]	-0.031558 (0.02857) [-1.10461]	-0.198966 (0.03728) [-5.33720]	-0.163511 (0.06124) [-2.67021]
$q(-2)$	0.016923 (0.04204) [0.40259]	-0.042693 (0.13850) [-0.30825]	0.073297 (0.04227) [1.73386]	-0.004214 (0.05516) [-0.07639]	0.202090 (0.09061) [2.23030]
$q(-3)$	0.084100 (0.04197) [2.00383]	0.247494 (0.13828) [1.78974]	-0.058082 (0.04221) [-1.37608]	0.125712 (0.05508) [2.28249]	-0.007713 (0.09047) [-0.08525]
$q(-4)$	-0.022626 (0.03602) [-0.62812]	-0.363653 (0.11869) [-3.06399]	0.008267 (0.03623) [0.22821]	-0.016441 (0.04727) [-0.34782]	-0.028773 (0.07765) [-0.37056]
$y^{us}(-1)$	0.194968 (0.12042) [1.61901]	-0.725816 (0.39679) [-1.82924]	1.007398 (0.12111) [8.31811]	0.533230 (0.15803) [3.37417]	0.511474 (0.25959) [1.97033]
$y^{us}(-2)$	-0.073631 (0.18518) [-0.39762]	1.127776 (0.61015) [1.84834]	-0.221760 (0.18623) [-1.19076]	-0.539688 (0.24301) [-2.22081]	-0.761713 (0.39918) [-1.90819]
$y^{us}(-3)$	-0.003152 (0.17672) [-0.01784]	-0.771253 (0.58226) [-1.32457]	0.090950 (0.17772) [0.51175]	0.106045 (0.23191) [0.45728]	0.871611 (0.38093) [2.28809]
$y^{us}(-4)$	-0.075286 (0.10711) [-0.70290]	0.364461 (0.35291) [1.03272]	-0.102159 (0.10772) [-0.94839]	-0.019218 (0.14056) [-0.13673]	-0.127189 (0.23089) [-0.55087]
$y^d(-1)$	0.325526 (0.12278) [2.65120]	-0.829436 (0.40456) [-2.05021]	-0.223924 (0.12348) [-1.81340]	0.868893 (0.16113) [5.39249]	0.824395 (0.26468) [3.11474]
$y^d(-2)$	0.089964 (0.12958) [0.69427]	0.270538 (0.42696) [0.63364]	-0.121817 (0.13032) [-0.93477]	-0.105070 (0.17005) [-0.61788]	-0.606507 (0.27933) [-2.17131]
$y^d(-3)$	-0.307848 (0.11178) [-2.75399]	-0.755479 (0.36831) [-2.05119]	0.258899 (0.11242) [2.30299]	-0.316616 (0.14669) [-2.15836]	0.588299 (0.24096) [2.44148]
$y^d(-4)$	-0.129094 (0.10132) [-1.27408]	0.622410 (0.33385) [1.86435]	-0.383708 (0.10190) [-3.76558]	0.347224 (0.13297) [2.61138]	0.393800 (0.21841) [1.80301]
$m2(-1)$	-0.044034 (0.05556) [-0.79249]	0.006541 (0.18308) [0.03573]	0.086880 (0.05588) [1.55475]	-0.039722 (0.07292) [-0.54475]	1.006898 (0.11978) [8.40658]

(Continúa)

CUADRO 12.9 (Continuación)

$m2(-2)$	0.157207 (0.07279) [2.15961]	-0.367562 (0.23985) [-1.53247]	-0.068864 (0.07321) [-0.94066]	0.088665 (0.09553) [0.92816]	0.214099 (0.15692) [1.36442]
$m2(-3)$	-0.062562 (0.07759) [-0.80632]	0.272120 (0.25565) [1.06443]	0.007371 (0.07803) [0.09447]	0.024790 (0.10182) [0.24346]	-0.418797 (0.16725) [-2.50397]
$m2(-4)$	-0.032635 (0.05075) [-0.64310]	0.047577 (0.16720) [0.28454]	-0.018871 (0.05104) [-0.36976]	-0.069070 (0.06659) [-1.03717]	0.170802 (0.10939) [1.56140]
C	3.254089 (1.64155) [1.98233]	2.166859 (5.40874) [0.40062]	-2.501667 (1.65089) [-1.51535]	2.902616 (2.15421) [1.34742]	13.82000 (3.53855) [3.90556]
@TREND	0.001162 (0.00063) [1.84669]	0.000682 (0.00207) [0.32889]	0.000708 (0.00063) [1.11796]	0.000561 (0.00083) [0.67928]	0.002924 (0.00136) [2.15514]
DP	-0.016901 (0.01045) [-1.61736]	0.243968 (0.03443) [7.08575]	-0.002450 (0.01051) [-0.23317]	-0.036851 (0.01371) [-2.68724]	-0.020212 (0.02253) [-0.89729]
R-squared	0.994797	0.932769	0.996315	0.992289	0.997274
Adj. R-squared	0.993207	0.912226	0.995189	0.989932	0.996442
Sum sq. resids	0.015838	0.171942	0.016019	0.027275	0.073594
S.E. equation	0.014831	0.048868	0.014916	0.019463	0.031971
F-statistic	625.7140	45.40596	884.8761	421.1247	1197.498
Log likelihood	278.4140	165.1384	277.8753	252.5947	205.4468
Akaike AIC	-5.377137	-2.992387	-5.365795	-4.833572	-3.840985
Schwarz SC	-4.758830	-2.374080	-4.747488	-4.215265	-3.222678
Mean dependent	14.03215	-1.194488	-1.345084	14.01626	20.08162
S.D. dependent	0.179950	0.164946	0.215048	0.193977	0.535959
Determinant Residual Covariance	1.57E-17				
Log Likelihood (d.f. adjusted)	1163.776				
Akaike Information Criteria	-22.07949				
Schwarz Criteria	-18.98796				

Ya advertimos que es muy difícil realizar inferencia estadística a partir de los coeficientes estimados debido a que muchos no son estadísticamente significativos y otros tienen signos encontrados, por ello es necesario hacer los análisis de impulso respuesta y de descomposición de varianza.

Sin embargo, y como ejemplo, podemos evaluar rápida y ágilmente la significancia de los coeficientes estimados para el primer vector (y), debido a que concentra nuestro análisis econométrico y de política económica.

Como se mencionó, muchos de los coeficientes de los parámetros estimados en el VAR no son significativos. Sin embargo, el hecho de que algunos de los parámetros no sean significativos no implica que no aporten información para explicar y .

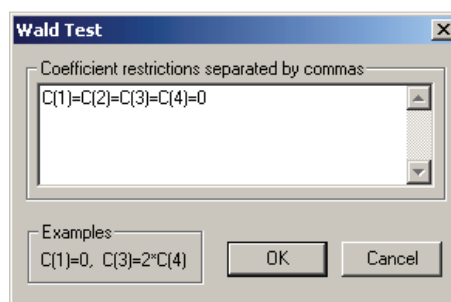
El ejercicio de evaluación se realizó con la prueba de *Wald*, que consiste en realizar una prueba de significancia estadística F para cada conjunto de coeficientes de la misma

variable. La hipótesis nula propone que cada variable en conjunto no aporta información para explicar a y .

Para realizar este ejercicio se estima el vector y , por separado, utilizando MCO. Esto se logra tecleando en la barra de comandos la siguiente instrucción:²⁹

LS y $y(-1)$ $y(-2)$ $y(-3)$ $y(-4)$ $q(-1)$ $q(-2)$ $q(-3)$ $q(-4)$ $y^{us}(-1)$ $y^{us}(-2)$ $y^{us}(-3)$ $y^{us}(-4)$ $y^d(-1)$ $y^d(-2)$ $y^d(-3)$ $y^d(-4)$ $m2(-1)$ $m2(-2)$ $m2(-3)$ $m2(-4)$ C @trend DP

Una vez estimado el vector, se corrobora que los resultados son los mismos que los obtenidos en el modelo VAR.³⁰ A continuación se debe seleccionar en la barra de herramientas la opción *View* y luego el menú *Coefficient Test* y, finalmente, el comando *Wald Coefficient Restriction*.³¹ De esta manera se aplicará la prueba para cada conjunto de coeficientes, reportando el valor y la probabilidad de la prueba F .



Una vez obtenidos los estadísticos F y su probabilidad (véase el cuadro 12.10), se procede a evaluar la prueba. De esta forma, si la probabilidad de $F > 0.05$ se aceptará la hipótesis nula, y el caso contrario sucederá si $F < 0.05$. En los resultados obtenidos se puede observar que con la excepción de y^{us} se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que cada variable con sus respectivos rezagos contiene información importante para explicar a la variable y .³² Sin embargo, y^{us} no debe eliminarse debido a que para periodos más cortos resulta significativa.³³

CUADRO 12.10 Prueba de Wald

	F estadístico
y	4.354 (0.003)
q	6.767 (0.000)
y^{us}	1.219 (0.310)
y^d	7.793 (0.000)
$m2$	4.591 (0.002)

²⁹ Que corresponde exactamente a la especificación del VAR conjunto.

³⁰ Lo cual no debe extrañarnos porque la estimación del VAR se hace ecuación por ecuación.

³¹ Es importante considerar antes de elaborar esta prueba que el programa asigna para cada coeficiente estimado un valor $C(i)$, $i = 1, 2, \dots, 23$, número que corresponde a los parámetros que integran el vector. Los rezagos de la variable y estarán denotados por los valores $C(1)$, $C(2)$, $C(3)$ y $C(4)$; los de la variable q por $C(5)$, $C(6)$, $C(7)$ y $C(8)$, y así sucesivamente para las demás variables.

³² Este resultado se aborda con mayor detalle en el apartado de *causalidad en el sentido de Granger*.

³³ Tal es el caso del periodo 1985.1-2004.3 en que la misma prueba arroja $F: 2.80$ (0.03), con lo cual se acepta que y^{us} aporta información relevante.

Llama la atención que iniciando la prueba desde 1985 resulta estadísticamente significativa, lo que está reflejando que en ese momento ocurrió un fenómeno económico de relevancia que vinculó de manera importante a las variables y y y^{us} . En nuestro caso, esto se explica porque a partir de 1985 comenzó el proceso de liberalización comercial de México y la coincidencia del ciclo económico con el de Estados Unidos.

Posteriormente, evaluamos la estabilidad dinámica del VAR a través del valor de sus raíces características. Como ya se planteó en capítulos anteriores, parte importante de la especificación de un modelo es que sea dinámicamente estable, lo que significa que ante una perturbación o choque aleatorio, las variables regresen a su trayectoria de equilibrio de largo plazo. Esto representa una solución convergente; de lo contrario tenemos un modelo explosivo, que no tiene sentido económico. De esta manera, la estabilidad del VAR es crucial para el análisis de sensibilidad que se hace a través de las pruebas de *impulso respuesta* y de *descomposición de varianza*.

Para verificar la estabilidad del VAR es necesario que las raíces características λ_n del sistema sean menores a uno en valor absoluto: $|\lambda_n| < 1$, al igual que en el caso de la solución de los modelos estructurales.

Para realizar esta prueba se debe realizar el siguiente procedimiento. En la ventana de resultados del VAR, se debe presionar la opción *View* de la barra de comandos y elegir el submenú *Lag Structure*. En éste debemos elegir el comando *AR Root Table*. Los resultados muestran que el VAR es estable y que, por lo tanto, es adecuado para realizar análisis de sensibilidad y de política económica (véase el cuadro 12.11).

CUADRO 12.11 Raíces características	
Variables endógenas: y q y^{us} y^d $m2$	
Variables exógenas: C @TREND DP	
Rezagos: 1 4	
Raíz	Modulus
-0.985515	0.985515
-0.001006 - 0.976381i	0.976382
-0.001006 + 0.976381i	0.976382
0.907347 + 0.039819i	0.908220
0.907347 - 0.039819i	0.908220
0.886139 - 0.091273i	0.890828
0.886139 + 0.091273i	0.890828
0.768456 - 0.287477i	0.820468
0.768456 + 0.287477i	0.820468
-0.774912	0.774912
-0.718788	0.718788
0.220337 + 0.677542i	0.712469
0.220337 - 0.677542i	0.712469
-0.363991 - 0.565005i	0.672101
-0.363991 + 0.565005i	0.672101
0.486286 + 0.365566i	0.608369
0.486286 - 0.365566i	0.608369
0.447048	0.447048
-0.050527 + 0.368542i	0.371989
-0.050527 - 0.368542i	0.371989
Ninguna raíz está fuera del círculo unitario, por lo que el VAR satisface la condición de estabilidad. ³⁴	

Como se ve, hay tantas raíces características como variables explicativas en cada vector.³⁴

Con la finalidad de probar la pertinencia de nuestra especificación, en cuanto a no tener una relación espuria, es indispensable verificar que los residuos generados por el VAR

³⁴ En esta solución no participan las variables que asignamos como exógenas: C, @trend y DP.

sigan un proceso estacionario. Para tal efecto es necesario evaluarlos utilizando las pruebas de raíces unitarias que hemos utilizado. Los resultados de los residuos de los cinco vectores autorregresivos son estacionarios, por lo que nos permiten afirmar que tenemos un modelo bien especificado.

CUADRO 12.12 Raíces unitarias y distribución de los residuos del VAR

	y	q	y^{us}	y^d	$m2$
ADF	-9.009	-9.984	-9.011	-8.036	-9.306
DF-GLS	-8.807	-8.785	-2.426*	-7.405	-9.223
PP	-9.009	-9.984	-9.011	-8.036	-9.306
KPSS	0.034	0.056	0.107	0.105	0.026
JB	4.566 (0.102)	7.281 (0.026)	4.078 (0.130)	1.445 (0.485)	0.720 (0.698)

Pruebas válidas al 99% de significancia y sin rezagos.

* Prueba no significativa.

ADF y PP sin intercepto ni tendencia.

DF-GLS con tendencia e intercepto.

KPSS con intercepto.

A continuación se observó que el VAR no presentara problemas de no normalidad, autocorrelación ni heteroscedasticidad (véanse los cuadros 12.13 y 12.14).³⁵ Para ello, fue necesario previamente ortogonalizar los residuos de la matriz de varianzas y covarianzas, y empleamos el procedimiento de Urzúa.

CUADRO 12.13 Prueba de normalidad

Ortogonalización: Covarianza de residuos (Urzúa)

H_0 : los residuos son normales

Muestra: 1981:1 2004:3

Observaciones incluidas: 95

Componente	Sesgo	χ^2	df	Prob.
1	-0.190838	0.614036	1	0.4333
2	0.321844	1.746444	1	0.1863
3	-0.241143	0.980417	1	0.3221
4	-0.123269	0.256194	1	0.6127
5	-0.063261	0.067474	1	0.7951
conjunta		3.664565	5	0.5986

Componente	Kurtosis	χ^2	df	Prob.
1	1.980841	4.237186	1	0.0395
2	2.277943	2.014038	1	0.1559
3	1.801338	5.976448	1	0.0145
4	1.490293	9.696702	1	0.0018
5	1.557136	8.821654	1	0.0030
conjunta		30.74603	5	0.0000

(Continúa)

³⁵ La prueba de normalidad se lleva a cabo de manera similar a la anterior. En la barra de comandos se presiona *View*, seguido del submenú *Residual Test*, en donde se elegirá *Autocorrelation Residual Test*, la manera de evaluación es igual que en el caso de MCO: se busca aceptar la hipótesis nula de que los errores se distribuyen normalmente, lo que implica que la probabilidad del estadístico JB sea superior a 0.05, lo que significa la aceptación de nuestra hipótesis al 95% de confianza.

CUADRO 12.13 (Continuación)

Componente	JB	Df	Prob.
1	4.851222	2	0.0884
2	3.760482	2	0.1526
3	6.956865	2	0.0309
4	9.952897	2	0.0069
5	8.889128	2	0.0117
conjunta	122.4442	105	0.1174

En el caso de la prueba LM de correlación serial se debe proceder a elegir el submenú *Residual Test* y elegir la opción *Autocorrelation LM Test*.

CUADRO 12.14 Prueba de correlación serial

H0: No hay correlación serial en el rezago de orden h

Muestra: 1981:1 2004:3

Observaciones incluidas: 95

Rezagos	Estadístico-LM	Prob
1	30.55056	0.2043
2	20.11517	0.7408
3	28.98106	0.2647
4	22.99007	0.5781
5	26.13334	0.4005
6	35.10755	0.0863

Probabilidades de χ^2 con 25 df.

Un factor relevante a considerar dentro de la correcta especificación de nuestro VAR es la *causalidad en el sentido de Granger*.

El hecho de que exista *cointegración* entre series I(1) sólo indica asociación de largo plazo entre ellas, pero no refiere nada a la relación de causalidad. Por ello la prueba de *causalidad de Granger* busca determinar estadísticamente si el pasado de la variable x contiene información que preceda al comportamiento de la variable y y que, por tanto, contribuya a explicarla. Para tal efecto se utiliza el siguiente modelo:³⁶

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \alpha_{2i} \Delta x_{t-i} + u_{1t} \quad (12.20)$$

$$\Delta x_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{2i} \Delta x_{t-i} + u_{2t} \quad (12.21)$$

En (12.20) se busca probar la significancia estadística de las α_{2i} a través de una prueba F. Las hipótesis son:

³⁶ El lector interesado puede revisar el artículo de Loría y Brito (2004) en que se presentan con mucho mayor rigor el tema de la *cointegración*, cambios estructurales y causalidad de Granger.

$H_0: \alpha_{21} = \alpha_{22} = \alpha_{23} = \dots = \alpha_{2i} = 0$, que rechaza la existencia de *causalidad en el sentido de Granger*.

$H_1: \alpha_{21} = \alpha_{22} = \alpha_{23} = \dots = \alpha_{2i} \neq 0$, es decir, que al menos un α_{2i} es estadísticamente significativo al 95% de confianza, por lo que se acepta la existencia de este tipo de causalidad.

El mismo procedimiento de contraste se aplica en (12.21) para los β_{it} . Se asume que u_{it} y u_{2t} no están correlacionados.

La *causalidad en sentido de Granger* dentro del programa se prueba con el siguiente proceso: en el submenú *Lag Structure*, se elige *Pairwise Granger Causality Test*. En el cuadro 12.15 se presentan los resultados para las cinco ecuaciones generadas por el VAR. En la primera ecuación se contrasta la hipótesis nula de que tanto en lo individual como en conjunto las variables q , y^{us} , y^d y $m2$ son exógenas en el sentido de Granger respecto a y . Y se procede del mismo modo para las demás ecuaciones.

CUADRO 12.15 Prueba de causalidad de Granger			
Variable dependiente		χ^2	Prob.
(1) y	q	27.0680	0.0000
	y^{us}	4.87580	0.3003
	y^d	31.1717	0.0000
	$m2$	18.3637	0.0010
	Conjunta	222.5689	0.0000
(2) q	y	9.0581	0.0597
	y^{us}	4.1299	0.3887
	y^d	7.9080	0.0950
	$m2$	10.0383	0.0398
	Conjunta	29.1778	0.0228
(3) y^{us}	y	29.5172	0.0000
	q	3.4507	0.4854
	y^d	22.8723	0.0001
	$m2$	3.6590	0.4541
	Conjunta	121.4718	0.0000
(4) y^d	y	27.2836	0.0000
	q	50.6108	0.0000
	y^{us}	12.0000	0.0174
	$m2$	2.3378	0.6739
	Conjunta	215.6791	0.0000
(5) $m2$	y	38.1633	0.0000
	q	8.1711	0.0855
	y^{us}	18.4192	0.0010
	y^d	26.7598	0.0000
	Conjunta	91.8084	0.0000

El valor crucial que permite aceptar o rechazar H_0 es el que reporta la probabilidad de la chi cuadrada.

Evaluamos la exogeneidad individual y conjunta de las cinco variables consideradas en el VAR a través de los estadísticos reportados en el cuadro 12.15, y reforzamos este análisis con los resultados de sensibilidad que arrojan los gráficos de impulso respuesta de la sección siguiente. Ello nos permite corroborar la pertinencia de nuestro enfoque teórico de demanda agregada.

Nos concentraremos en las ecuaciones (1), (2), (4) y (5) del cuadro anterior debido a que constituyen el centro de nuestro enfoque analítico, que combinaremos con el análisis visual de la gráfica 12.7.

Destaca que de la primera ecuación sólo el PIB industrial de Estados Unidos no causa al PIB de México, con lo cual se podría refutar severamente el argumento inicial de este capítulo, en cuanto a que la actividad de la economía estadounidense es el principal factor de influencia sobre la economía mexicana. Sin embargo, tenemos que ser muy cautos en este momento y recordar que hasta mediados de la década de 1980 la economía mexicana era una economía esencialmente cerrada y protegida tanto en materia comercial como financiera. Por lo que si acotamos el análisis a partir de 1986.1 observamos que sí existe causalidad,³⁷ lo cual se debe a que en esos años operaron cambios estructurales abruptos en la economía mexicana, en gran medida generados por decisiones de política económica. Por un lado, está el ingreso de México al GATT y el comienzo de un intenso proceso de desgravación arancelaria unilateral a favor de las importaciones procedentes de EU. Unos cuantos años después también se inició una rápida reforma bancaria y financiera que liberalizó a estos sectores.³⁸ Tomados en conjunto, estos factores hicieron que a partir de la segunda mitad de la década de 1980 México se integrara rápidamente al ciclo económico de EU. De acuerdo con Mejía (1999), antes de estos procesos México tenía un ciclo económico contrario al de EU, incluso era el menos asociado a la evolución del PIB per cápita de las economías más grandes de América Latina. En apoyo a esta hipótesis, Torres (2000) utiliza un filtro *HP* y prueba que desde 1987 los ciclos económicos de México y Estados Unidos están asociados.

Un segundo resultado importante que se desprende del análisis de *causalidad en el sentido de Granger* y de *impulso respuesta* es que $m2$ es causal positivo del PIB y negativo del tipo de cambio real. Hay que mencionar que estos resultados son totalmente congruentes con nuestro enfoque teórico.

Revisemos la gráfica 12.7 con fines analíticos y consideremos que inicialmente nuestra economía se encuentra en un equilibrio estable en el punto a , que no corresponde al del pleno empleo. De hecho, no hay ninguna razón ni teórica ni empírica que así haga suponerlo. La expansión monetaria (de $m2$), en principio, desplaza plenamente a las curvas LM y y^{da} hasta el punto b , pero que no es de equilibrio por situarse fuera de las curvas IS y de oferta agregada, respectivamente. El desequilibrio monetario tiene que corregirse con una reducción de la tasa de interés que estimulará a la inversión y al consumo privados, por lo que es posible considerar que habrá una expansión importante de la demanda agregada que presionará por partida doble a los precios y a la balanza comercial. El primer factor provocará una apreciación del tipo de cambio real, que –a su vez– será una presión adicional sobre las reservas internacionales. Por su parte, el desequilibrio monetario inicial hará que la recta q_0q_0 se desplace a la derecha hasta q_1q_1 . En la medida que comiencen a operarse los ajustes correspondientes en precios, tasa de interés y tipo de cambio, la economía se desplazará hacia el punto b en la gráfica 12.7a y hacia b' en 12.7b.

El punto b' es transitorio y, por tanto, no sostenible ya que el desequilibrio externo está creciendo y en algún momento debe corregirse. En este sentido, el ajuste cambiario que deberá operarse implica pasar de b' a c , con lo cual estaremos ahora en un equilibrio estable

³⁷ Para este periodo el valor del parámetro y^{us} en la prueba de *causalidad en el sentido de Granger* reportó $\chi^2 = 14.788$ (0.005).

³⁸ Para ver una descripción histórica detallada y analítica de estos procesos véase Aspe (1993).

con un nivel de actividad superior al inicial pero, de igual forma, con niveles más altos de precios, tasa de interés y tipo de cambio real.

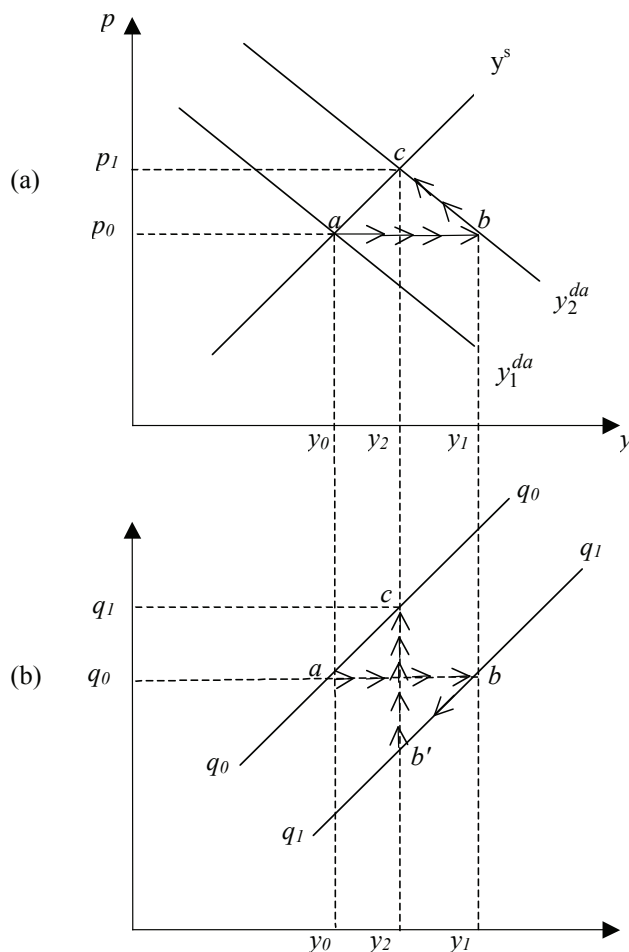
Todo este análisis teórico se comprueba empíricamente con los resultados de las gráficas 12.8 de *impulso respuesta*.

Este mecanismo de transmisión es totalmente congruente con el modelo *Mundell-Fleming* que consigna que con un régimen de tipo de cambio flexible las variaciones de los agregados monetarios de alta potencia inciden de manera directa sobre el producto e inversamente sobre el tipo de cambio real.

Ya hemos demostrado en éste y en otros trabajos³⁹ que en México se cumple la *Condición Marshall-Lerner*, por lo que existe una relación positiva y causal bidireccional entre q y y , que se demuestra en las ecuaciones (12.15.1) y (12.15.2).

Así, aunque la depreciación cambiaria tenga inicialmente efectos inflacionarios y, por tanto, contractivos en la demanda agregada, después de algunos periodos se recuperará la actividad económica, principalmente por la corrección en la balanza comercial.

GRÁFICA 12.7 Efectos de la política monetaria expansiva



Nota: Elaboración propia basada en Rivera Bátiz y Rivera Bátiz (1994), capítulo 17.

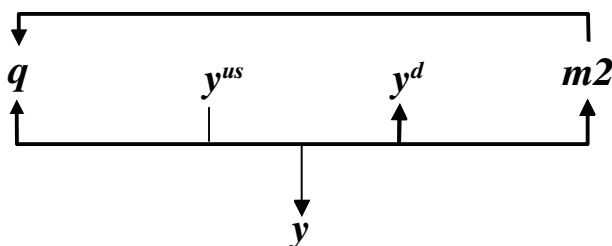
³⁹ Citados en capítulos previos.

El argumento teórico que proviene del modelo *Mundell-Fleming* y su validación empírica permiten confirmar la gran importancia de la política monetaria en la evolución de la economía mexicana en los últimos 25 años y, con ello, refutar contundentemente el carácter neutral que le atribuye la nueva escuela clásica.

Las relaciones causa-efecto indican que el Banco Central ha tenido una gran incidencia sobre la actividad económica, vía control de agregados monetarios, tasa de interés y paridad cambiaria.

De acuerdo con estos aspectos teóricos y con la *causalidad que en el sentido de Granger* tienen las variables, el diagrama siguiente resume la relación causal que existe en el modelo.

ESQUEMA 12.1 Causalidad del modelo de demanda agregada



Analicemos con cierto cuidado otras relaciones que se detectamos en el modelo.

De la ecuación 12.15.2 se desprende que el PIB también incide sobre el tipo de cambio real, aunque su grado de confianza se encuentre ligeramente debajo de 95%, lo que indica que en la práctica los movimientos de y inciden en q tal como se observó en la gráfica 12.7, y que se refuerza teóricamente a partir del argumento de que una elevación del ritmo de la actividad económica debe acompañarse de un tipo de cambio real más competitivo (depreciado), tal como lo indica la recta qq para evitar problemas de balanza de pagos. Este argumento se ha demostrado una y otra vez en todos los procesos de crecimiento en América Latina y explica el porqué de los ciclos económicos. Dicho en otros términos, el crecimiento económico generalmente se acompaña de fuertes procesos de apreciación cambiaria que rápidamente deterioran la balanza de pagos y que llevan a la postre a la aplicación de programas de ajuste cuyo factor común es la recesión y fuertes ajustes cambiarios. Por ello, los procesos de crecimiento de la región deberían acompañarse de depreciaciones cambiarias compensatorias para evitar los tradicionales desequilibrios externos.

No tiene sentido económico contrastar la endogeneidad del PIB industrial de EU respecto a las variables macroeconómicas de México, a pesar de que los resultados estadísticos indiquen o sugieran la existencia de endogeneidad. Los resultados que consigna la ecuación (12.15.3) bien pueden indicar que existe alguna relación dinámica entre las series, pero el análisis económico sensato impide apoyar este resultado.

Por último, (12.15.5) también indica relaciones causales muy importantes. Por un lado, la endogeneidad de $m2$ respecto a y sugiere la validación de la hipótesis de que el crecimiento económico incentiva la expansión de los activos monetarios, tal como lo establece la tradicional función de demanda monetaria por motivos de transacción y precaución.

El hecho de que q no cause a $m2$ refuerza de nueva cuenta las hipótesis que hemos planteado anteriormente en relación con los mecanismos de transmisión de la política monetaria a la cambiaria y no a la inversa.

Destaca que el efecto del PIB sobre $m2$ es negativo,⁴⁰ lo cual puede explicarse por la relación directa que existe entre y y q que hace que el crecimiento económico se asocie a depreciaciones cambiarias que a su vez tienen efectos inflacionarios, por lo que los saldos reales tienden a reducirse. Esto también se observa en las gráficas 12.7 y 12.8.

Por su parte, el crecimiento industrial de EU provoca una expansión de $m2$ en virtud del efecto de arrastre sobre el PIB que se opera a través del superávit de la balanza comercial y de su monetización. El incremento de la demanda interna tiene un ligero efecto expansivo sobre el agregado monetario que dura alrededor de ocho trimestres y luego tiende a disiparse. Como era de esperarse, todas las variables tienen un fuerte comportamiento autorregresivo, destacando por su estacionalidad y y y^d .

12.4.2 ANÁLISIS IMPULSO RESPUESTA

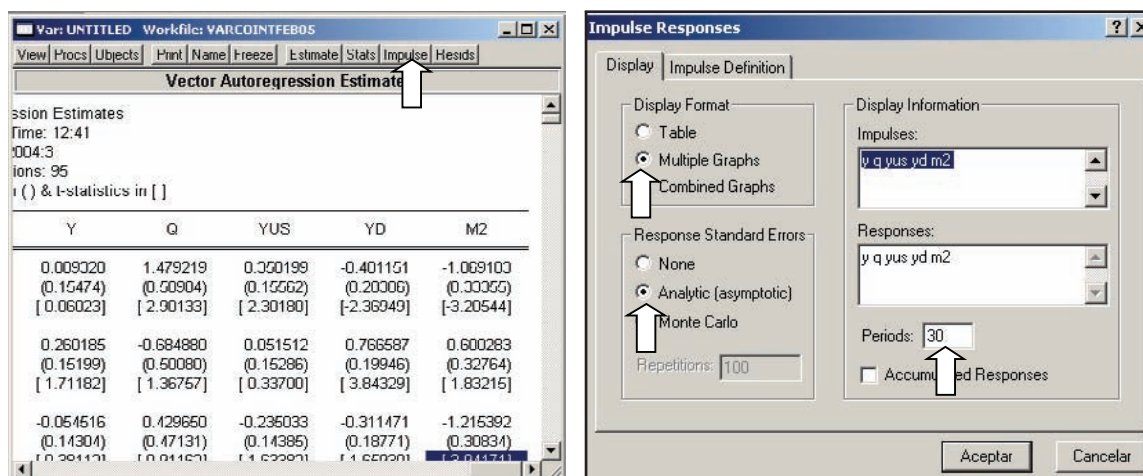
Como hemos visto anteriormente, este instrumento es sumamente útil para evaluar la congruencia y la sensibilidad dinámica de las variables especificadas en el modelo. Por tal razón, es muy eficiente para evaluar y proponer políticas económicas. Sin embargo, hay que tener mucho cuidado de no trabajar en presencia de errores correlacionados; esto es, con covarianzas distintas de cero, ya que en ese caso no es posible precisar la respuesta de las variables ante impulsos de variables específicas (Pindyck y Rubinfeld, 2001). Por ello es que es necesario hacer triangular la matriz de varianzas y covarianzas, como ya se demostró anteriormente.

El análisis *impulso respuesta* indica la respuesta dinámica de la variable dependiente en el sistema del VAR ante choques en los términos de error o innovaciones de todas las variables endógenas, excluyendo los efectos de las variables que expresamente asignamos como exógenas.

Para hacer este análisis es necesario realizar el siguiente procedimiento. Una vez que se obtiene la estimación del VAR se verifican las opciones que ofrece el programa. Primero se debe seleccionar la opción *Impulse*. En el menú *Display Format* se elige el comando *Multiple Graphs*. En la parte de *Response Standard Errors* se elige la opción *Analytic*. Por último se define la longitud del choque. Se recomienda utilizar varias decenas para modelos trimestrales con la finalidad de observar con precisión la evolución de los choques así como la estabilidad dinámica del VAR. Esta propiedad implica que las perturbaciones que sufren las variables deben desaparecer asintóticamente; de lo contrario –esto es, si continúan indefinidamente– estamos en presencia de una mala especificación que condujo a que al menos hubiera una raíz característica mayor a la unidad. Por lo tanto, este análisis es otra forma de contrastar no sólo la congruencia teórica (económica) del modelo, sino también su correcta especificación estadística.

El ejemplo siguiente constituye una forma intuitiva de comprender lo anterior. Si tenemos un sistema estable en equilibrio –en los términos conceptuales ya definidos anteriormente–, una perturbación hará que el sistema salga de su trayectoria de equilibrio y después de algunos periodos vuelva a él. No tiene sentido económico pensar en que ante una perturbación –cualquiera que sea– el sistema explote, ya que esto significaría que nunca más volvería a ubicarse en otro equilibrio. Serán las fuerzas económicas de los mercados, la acción de los agentes y/o la intervención de las instituciones económicas las que impedirán que eso ocurra. Por tanto, es importante pensar siempre que un sistema económico tendrá que contar con un equilibrio dinámico estable y ello tendría necesariamente que ser captado por un modelo macroeconómico.

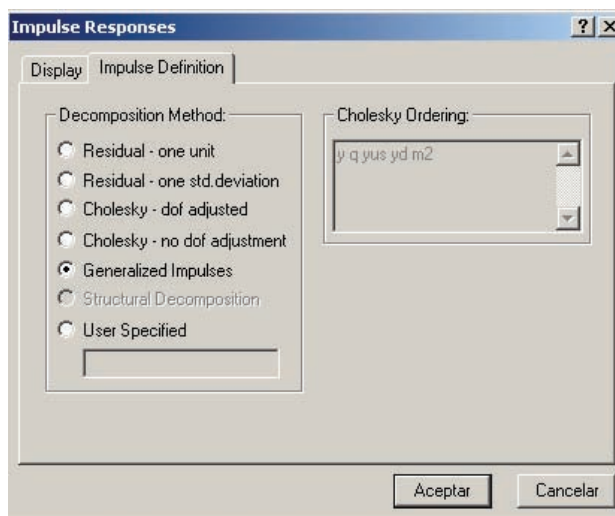
⁴⁰ Esto se ve en el análisis gráfico de impulso respuesta. El análisis de causalidad de Granger sólo permite detectar precedencia estadística y, por tanto, contribución en la explicación de una variable por otra. El signo lo reporta la primera prueba.



Una característica de este análisis es que si se aplica la metodología original de Cholesky, el orden en la asignación de las variables es muy importante, ya que influye directamente sobre los resultados. Es decir, el modelo resuelve siguiendo la línea de causalidad que se asignó en la especificación; por lo que un cambio en la presentación de las ecuaciones bien podría conducir a simulaciones distintas. Ante esta consideración se debe ser cuidadoso en mantener siempre el mismo orden de las series desde el principio.

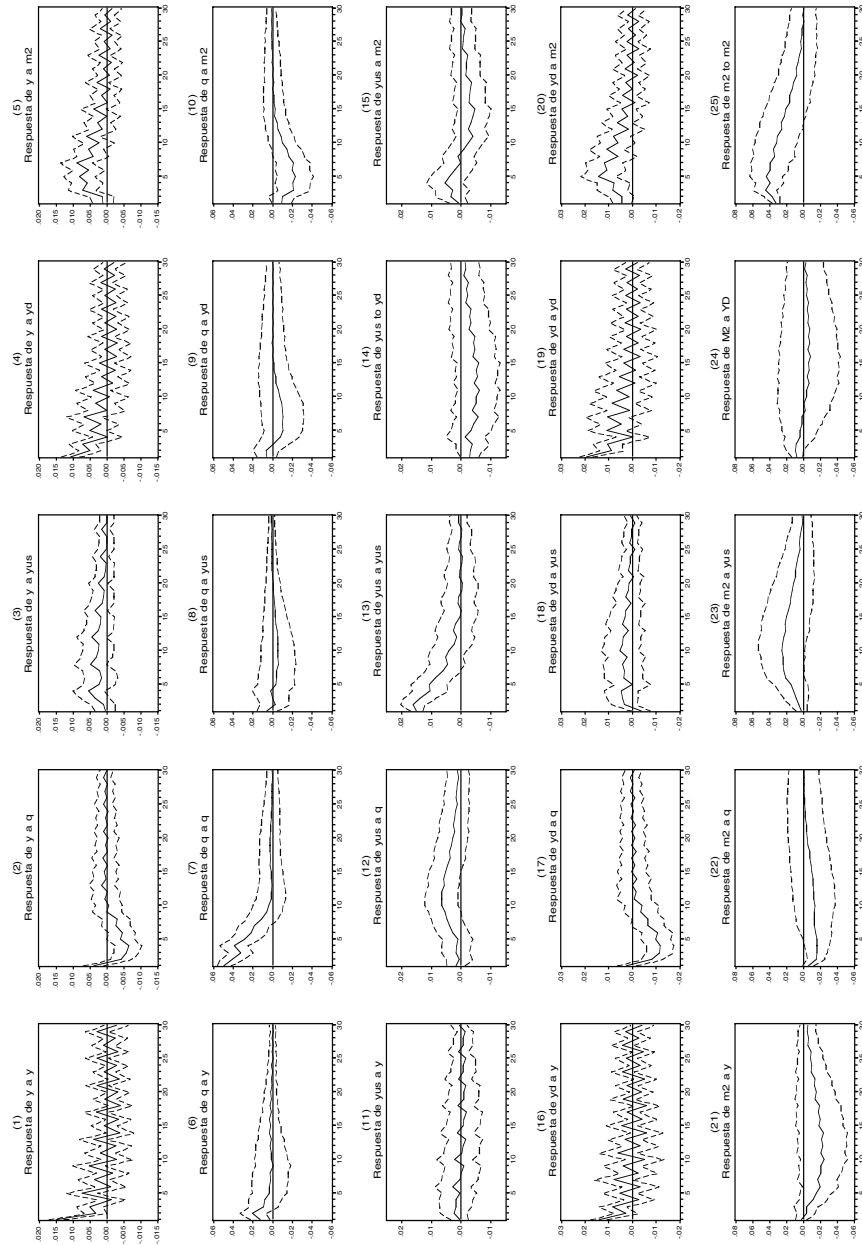
Sin embargo, este problema puede solventarse resolviendo el modelo con la metodología de Pesaran y Shin (1998), que se llama comúnmente de *impulsos generalizados* y es recomendable si no se sabe a ciencia cierta el canal más preciso de transmisión de los choques entre las variables. De hecho, es prácticamente imposible conocerlo, aunque se tenga un buen fundamento teórico. La forma específica en que se suceden los choques y se transmiten de una variable a otra es un fenómeno esencialmente empírico; es decir, aunque hay generalidades, también hay importantes particularidades para cada economía y para periodos específicos, por lo que no es posible establecer *a priori* y de manera correcta un orden adecuado que proceda exclusivamente de la teoría económica. Por ello es recomendable sortear este problema al utilizar esta metodología de ortogonalización de los errores.

Se realiza el siguiente procedimiento. En el menú anterior se debe elegir el apartado *Impulse Definition* y luego la opción *Generalized Impulses*.



GRÁFICA 12.8 Análisis impulso respuesta

Response to Generalized One S.D. Innovations ± 2 S.E.



Los resultados que obtuvimos son congruentes con nuestro enfoque teórico convencional de oferta y demanda agregadas en contexto de libre movilidad de capitales y régimen cambiario flexible, y también reportan estabilidad dinámica.

12.4.3 ANÁLISIS DE DESCOMPOSICIÓN DE VARIANZA

La *descomposición estructural de varianzas* es un complemento muy importante del análisis *impulso respuesta*, ya que nos permite medir, en diferentes horizontes del tiempo, el porcentaje de volatilidad que registra una variable por los choques de las demás. Es decir, indica la proporción del efecto que tienen todas las perturbaciones de las variables sobre las demás en forma dinámica. De esta manera es posible asignarle un peso específico a cada una en cuanto a la volatilidad que le genera a la variable endógena en cuestión para cada momento del tiempo. Para hacer este análisis debemos regresar a la ventana del VAR y en la opción *View* del menú *Tools*, seleccionamos la instrucción *Variance Decomposition*. Después, en el menú *Display Format* seleccionamos las opciones *Table; Standard Errors, None*.

CUADRO 12.16 Análisis de descomposición de varianza

Descomposición de varianza de y :

Periodo	Error estándar	y	q	y^{us}	y^d	$m2$
1	0.015	100	0	0	0	0
5	0.026	47	25	9	9	10
10	0.031	38	22	12	14	15
15	0.033	36	19	13	15	17
20	0.035	38	17	14	15	16
25	0.036	39	17	13	15	16
30	0.036	40	16	13	15	16

Descomposición de varianza de q :

Periodo	Error estándar	y	q	y^{us}	y^d	$m2$
1	0.049	7	93	0	0	0
5	0.095	8	76	1	10	5
10	0.110	6	64	3	20	8
15	0.113	6	61	4	22	8
20	0.113	6	61	4	22	8
25	0.114	6	61	4	22	8
30	0.114	6	60	4	22	8

Descomposición de varianza de y^{us} :

Periodo	Error estándar	y	q	y^{us}	y^d	$m2$
1	0.015	0	1	99	0	0
5	0.031	1	1	90	2	6
10	0.038	2	8	70	15	6
15	0.044	1	16	53	24	5
20	0.047	2	18	48	28	4
25	0.048	2	18	46	29	4
30	0.048	2	19	45	30	4

Descomposición de varianza de y^d :

(Continúa)

CUADRO 12.16 (Continuación)

Periodo	Error estándar	y	q	y^{us}	y^d	$m2$
1	0.019	52	0	5	43	0
5	0.039	20	37	7	29	7
10	0.050	17	32	8	32	11
15	0.054	18	29	9	32	12
20	0.055	20	27	9	31	12
25	0.056	22	26	9	30	12
30	0.057	23	25	9	30	12

Descomposición de varianza de $m2$:

Periodo	Error estándar	y	q	y^{us}	y^d	$m2$
1	0.032	1	5	1	6	87
5	0.097	4	10	6	20	60
10	0.152	12	6	16	26	42
15	0.180	16	5	19	25	35
20	0.192	18	4	20	25	32
25	0.195	19	4	20	25	32
30	0.195	20	4	20	24	31

Orden de Cholesky: y q y^{us} y^d $m2$

Hay que advertir que, en la *metodología de Cholesky*, este análisis y el análisis de *impulso respuesta* dependen de la ordenación que se haya hecho en las variables. Sin embargo, al seguir el *procedimiento de Pesaran y Shin* se evita cualquier alteración en la sensibilidad generada por este factor.⁴¹ A continuación enumeramos los principales resultados de nuestro modelo:

1. Todas y cada una de las variables tienen un fuerte comportamiento autorregresivo, destacando q en primer lugar, y en último y^d , en virtud de que después de 25 trimestres el 60% de la varianza de la primera variable se sigue explicando por ella misma; mientras que en la segunda tan sólo el 30%.
2. En nuestra ecuación central (y) destaca que sus propios rezagos pierden rápidamente capacidad explicativa, al pasar del 100% en el periodo 1 al 36% en el periodo 15. No ocurre así con las demás variables, destacando q , que resulta ser la de mayor peso de todas las variables involucradas en la primera ecuación, con lo cual se subraya y se corrobora una vez más la importancia de una política cambiaria adecuada para estimular el crecimiento económico, lo que se ha demostrado en capítulos anteriores empleando otras metodologías. Vinculando este resultado con el análisis de descomposición de varianza de $m2$, se demuestra el peso prácticamente despreciable de q en su explicación⁴² y, por el contrario, el fuerte peso de y^{us} y y^d , que en conjunto explican casi el 45% de la variación porcentual de $m2$ entre los periodos 10 y 25.
3. Otra manera de contrastar la correcta especificación de nuestro modelo consiste en revisar la magnitud del error estándar de cada ecuación para los periodos considerados. Destaca que la mejor especificación de acuerdo con este criterio es la ecuación de y , seguida de y^{us} . Llama la atención este último resultado debido a que ya comentamos que carece de sentido económico atribuirle causalidad a las variables que presumiblemente lo expliquen.
4. Por el contrario, destaca que el mayor error estándar tanto en nivel absoluto como en evolución se ubica en la ecuación de $m2$, que crece seis veces entre el primero y el último periodos.

⁴¹ De cualquier manera, lo probamos empíricamente y demostramos que aun cambiando el orden en la especificación, los resultados no se alteraron al seguir el procedimiento de *Pesaran y Shin*.

⁴² De tan sólo 4.7 y 4.1% en los periodos 15 y 25.

12.5 MODELOS ESTRUCTURALES vs. VAR

Esta última sección del libro se dedica a hacer algunas reflexiones finales entre ambas metodologías.

Como se ha mencionado a todo lo largo del texto, en el análisis econométrico aplicado no hay recetas preconcebidas ni tampoco fórmulas mágicas que resuelvan todos los problemas que le interesan al modelador. Hay, en todo caso, alternativas diversas para tratar de resolver problemas diversos.

El objetivo central de este libro ha sido desarrollar las mejores alternativas disponibles y más usadas para la solución de sistemas que necesariamente requieren de la estimación de varias ecuaciones para su mejor comprensión y análisis.

De esta manera, transcurrimos del análisis estructural convencional originalmente propuesto por la *Comisión Cowles*, incorporándole pruebas adicionales para generar modelos más robustos en el aspecto estadístico hasta llegar a la metodología relativamente reciente de los vectores autorregresivos estructurales que pretenden equilibrar los argumentos estadísticos con los provenientes de la teoría económica.

Hemos destacado por separado las potencialidades de cada metodología y ahora toca hacerlo en forma comparativa para que el analista tenga los elementos a favor y en contra de estas metodologías y así elabore su proyecto econométrico de la manera que le convenga, en la medida que mejor resuelva sus problemas prácticos. Solamente él, al definir su problema concreto de investigación, encontrará la manera más adecuada de abordarlo utilizando una u otra metodología o una combinación de ambas.

Como se habrá podido ver, los VAR tienen un gran poder de introspección y gracias a la tecnología informática generan, con relativa facilidad, pruebas estadísticas robustas que permiten buenas especificaciones. Sin embargo, presentan limitaciones serias para el trabajo macroeconómico aplicado “duro” de pronóstico frecuente y de largo plazo. Esto se debe a que en virtud de que son esencialmente endogámicos,⁴³ después de algunos periodos sus predicciones tienden a hacerse “planas”; esto es, generan resultados que carecen de variaciones⁴⁴ y sólo reproducen tendencias. Es posible que la falta de retroalimentación de variables exógenas genere este resultado. Sin embargo, para el pronóstico de corto plazo son muy eficientes, en virtud de su carácter autorregresivo.

Por otro lado, cuando se hacen pronósticos profesionales es necesario que el modelador incorpore *add factors* a través de las variables exógenas que permiten calibrar las salidas numéricas generadas mecánicamente por el modelo. Por su propia naturaleza, los VAR no pueden incorporar estos factores, lo cual le quita el toque humano a los pronósticos. Sólo puede hacerse a través de las variables que se definen como estrictamente exógenas pero que por su inclusión no pueden manejarse, como en el caso de los modelos estructurales. Esto es, a estas variables no se les puede asignar un sentido económico que permita incorporar factores adicionales a las variables estructurales.

Por otra parte, debe quedar muy claro que cuando queremos estimar y reproducir un sistema macroeconómico compuesto por muchas variables y bloques de ecuaciones, estos modelos VAR no son los más adecuados en virtud del problema que tienen en cuanto a la falta de grados de libertad y a la imposibilidad de manejar las identidades contables.

Sin embargo, ésta no es una razón para no usarlos. Al contrario, su gran introspección permite hacer de manera sencilla y parsimoniosa análisis muy pertinentes y profundos sobre las variables de interés, los cuales contribuyen a darles una base adicional que fortalece el análisis de los modelos macroeconómicos estructurales.

En conclusión, debemos decir que ambas metodologías presentan virtudes y limitaciones y será el modelador el encargado de utilizar lo mejor de cada una para resolver de la mejor manera sus retos de investigación.

⁴³ Debido a que se retroalimentan internamente.

⁴⁴ Que en el análisis trimestral son muy comunes.

IDEAS CENTRALES DEL CAPÍTULO

- a) La metodología de los modelos VAR simplifica muchos de los supuestos y restricciones de los modelos estructurales.
- b) Bajo esta metodología deja de existir la asignación (restricción) *a priori* entre variables endógenas y exógenas, y recupera la naturaleza dinámica de las series de tiempo. Asimismo, esta alternativa pretende resolver el problema de la identificación de los modelos estructurales.
- c) Un modelo VAR sólo tiene variables rezagadas del lado derecho y, por definición, esas variables no están correlacionadas con el término de error.
- d) Un VAR se puede completar añadiendo variables exógenas como: intercepto, tendencias determinísticas (@trend) y *dummies* tradicionales y/o estacionales.
- e) El teorema de representación de Granger indica que si existe *cointegración*, existe necesariamente una representación de esta relación de largo plazo en una de corto plazo, misma que corrige el error que le es consustancial y evita que las series cointegradas se dispersen en el tiempo.
- f) La *cointegración* es una condición necesaria para que haya modelos de corrección de error.
- g) La *cointegración* entre series puede ser evaluada a partir de las metodologías propuestas por Engle y Granger y Johansen.
- h) Las pruebas de *causalidad en el sentido de Granger*, de *impulso respuesta* y de *descomposición de varianzas* complementan el análisis de los modelos VAR.
- i) Algunos criterios de información que nos ayudan a evaluar tanto la longitud óptima de rezagos, así como la mejor especificación para la prueba de cointegración de Johansen son: *Akaike*, *Schwarz*, *Hannan-Quinn* y *máxima verosimilitud*.
- j) Es importante destacar que los criterios de información deben guiar la búsqueda de la especificación, aunque no hay reglas escritas preestablecidas ya que muchas veces no todos los criterios coinciden en torno a la mejor asignación.
- k) La *prueba de desigualdad de Theil* permite evaluar el ajuste de distintos modelos para elegir cuál es el más adecuado.
- l) El supuesto de *exogeneidad* nos permite eliminar y evitar la arbitrariedad en la asignación (*a priori*) entre variables endógenas y exógenas.
- m) La *exogeneidad débil* nos permite saber si la información que estamos incorporando en la especificación es la correcta y suficiente para explicar el fenómeno económico bajo estudio.
- n) Para que un VAR sea dinámicamente estable es necesario que las raíces características λn del sistema sean menores a uno en valor absoluto: $|\lambda n| < 1$.
- o) El hecho de que exista *cointegración* entre series $I(1)$ sólo indica asociación de largo plazo entre ellas, pero no refiere nada a causalidad.
- p) La prueba de *causalidad de Granger* busca probar estadísticamente si el pasado de la variable x contiene información que preceda al comportamiento de la variable y .
- q) El análisis de impulso respuesta es un instrumento sumamente útil para evaluar la congruencia y la sensibilidad dinámica de las variables especificadas en el modelo.
- r) La *descomposición estructural de varianzas* nos permite corroborar y medir, en diferentes horizontes del tiempo, el porcentaje de volatilidad que registra una variable generada por choques en cada una de las variables endógenas.

TÉRMINOS CLAVE

- análisis de descomposición de varianzas
- análisis impulso respuesta
- *causalidad en el sentido de Granger*
- *cointegración*
- *condición Marshall-Lerner*
- *criterios de información (Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn)*
- ecuación (vector) de corrección de error
- estadístico de la traza
- estadístico Max-Eigen
- *modelo Mundell-Fleming*
- normalidad y heteroscedasticidad
- procedimiento de Engle y Granger
- procedimiento de Johansen
- proceso estacionario
- raíces características
- raíces unitarias
- regresión de *cointegración*
- *teorema de representación de Granger*
- VAR

ACTIVIDADES PARA EL LECTOR

1. Explique en qué consiste la metodología de los modelos VAR.
2. Numere las principales diferencias entre la metodología de los modelos estructurales clásicos y la de los VAR.
3. ¿Qué es *cointegración*?
4. ¿En qué consiste un proceso estacionario?
5. ¿Cuál es la diferencia entre ruido blanco y proceso estacionario?
6. Mencione las principales metodologías para evaluar *cointegración*.
7. Describa el proceso para realizar la prueba de *cointegración* a partir de la metodología propuesta por Johansen.
8. Mencione la condición esencial para generar una ecuación o vector de corrección de error.
9. ¿Qué papel juega la *prueba de desigualdad de Theil* en el proceso de elección de un modelo?
10. ¿Por qué es importante validar el supuesto de *exogeneidad*?
11. ¿Qué implica la presencia de *exogeneidad débil* dentro de la especificación de un VAR?
12. ¿Qué busca comprobar la prueba de *causalidad de Granger*? ¿Por qué es importante?
13. ¿Qué implica tener raíces características mayores a uno dentro de la estimación del VAR?
14. ¿En qué consiste el *análisis de impulso respuesta*?
15. ¿Para qué sirve el *análisis de descomposición de varianza*?
16. Usted ha estimado un modelo estructural como consecuencia del trabajo que realizó en los capítulos precedentes. Conviértalo ahora en un VAR cointegrado y siga los procedimientos estadísticos de este capítulo. Discuta sus resultados y compare las ventajas y desventajas de ambos modelos.