

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE ECONOMIA



LOS MODELOS ECONOMICOS
Un Modelo Multisectorial Aplicado a México

TESIS

QUE EN OPCION AL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
PRESENTA

RITA SAUCEDO FLORES

MONTERREY, N. L.

ABRIL DE 1976

T
HB74

.M3

S2

C.1

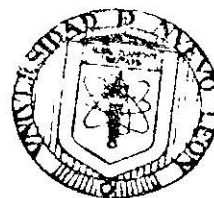
JAN



1080064270

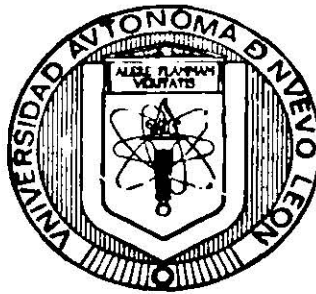
182
5255 m
e.2

KARDEX



BIBLIOTECA CONDOMINO MEYER L.
FACULTAD DE ECONOMIA U.N.L.
MONTERREY, N. L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE ECONOMIA



LOS MODELOS ECONOMICOS
Un Modelo Multisectorial Aplicado a México

T E S I S
QUE EN OPCION AL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
PRESENTA
RITA SAUCEDO FLORES

MONTERREY, N. L.,

ABRIL DE 1976

T
HB74
.M3
S2



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



UANL

FONDO
TESIS LICENCIATURA

Guardo enorme agradecimiento a la Sra. Aurora Cepeda de Leal por su excelente y racional trabajo mecanográfico, el cual realizó con espiritu compañeril inestimable, proporcionándome así un gran apoyo.

R.S.F.

I N D I C E

		Página
INTRODUCCION		
CAPITULO I:	LOS MODELOS ECONOMICOS. CONCEPTO	1
	A.- Las matemáticas en el análisis económico	1
	B.- Concepto de modelo económico	6
	C.- Proceso de construcción de los modelos económicos	12
CAPITULO II:	LA CLASIFICACION DE LOS MODELOS EN ECONOMIA	14
	A.- Modelos microeconómicos	19
	B.- Modelos macroeconómicos	19
	C.- Características matemáticas de los modelos	20
CAPITULO III:	UN MODELO MULTISECTORIAL	22
	A.- Exposición de un modelo multisectorial	23
	B.- Solución del modelo	25
	C.- Posibilidades de estimación del modelo	30
CAPITULO IV:	APLICACION DEL MODELO SECTORIAL CON LOS DATOS DE MEXICO	34
	CONCLUSIONES	42
	BIBLIOGRAFIA	43

I N T R O D U C C I O N

El uso de las matemáticas en la teoría económica ha ampliado los límites de la misma teoría, contribuyendo al surgimiento de la economía matemática; condujo a la construcción de modelos económicos con diversos grados de complejidad cuyos objetivos comprenden desde la descripción de un fenómeno simple y aislado o la de toda una economía, hasta el dictado de medidas de política económica para un sector o para todos los que intervienen en la actividad económica.

El avance de la teoría económica y de su capacidad para explicar los fenómenos que constituyen su estudio se ha visto acelerado por el que las matemáticas y la estadística han presentado. Sin embargo, esa capacidad de explicación ampliada se concreta, de todos modos, a descubrimientos de nuevos aspectos sobre los fenómenos estudiados, no a diferentes elaboraciones que contemplen otras características de la sociedad económica, por lo que se puede decir que las formulaciones de los modelos económicos revisiten un carácter heurístico, amén de didáctico.

Esta cualidad de los modelos económicos no es nada desdeñable, ya que el teórico, al analizar la forma en que se concretan los fenómenos estudiados por su teoría debe, constantemente, volver sus esfuerzos a la cuantificación de los mismos, buscando extraer con dicho ejercicio los aspectos desconocidos por él al elaborar y/o utilizar los modelos. Ello los hace importantes para la formación de economistas.

Es por ello que este trabajo pretende ejemplificar las necesidades a cubrir cuando se plantea la construcción de un modelo económico y/o econmétrico, así como mostrar las posibilidades de un intento propio aquí desarrollado. El modelo es, de acuerdo con la clasificación dada en el Capítulo II, multisectorial (multiecuacional), de una economía nacional, de determinación del ingreso en el corto plazo (estático, histórico, determinístico). Después de resolverlo analíticamente en el Capítulo III es posible ver sus posibilidades didácticas y heurísticas, para conocer las posibilidades que tiene como modelo econométrico. Ello condujo a la necesidad de obtener alguna información oficial sobre los principales agregados económicos para realizar ajustes de regresión múltiple acordes con la solución analítica del modelo. Por supuesto, las limitaciones en cuanto a información son lo suficientemente grandes como para obtener resultados muy satisfactorios. Por otro lado, el manejo de la información con instrumentos adecuados condujo a buenas elaboraciones sobre ella.

Ocioso es decir que las conclusiones, tal como se esperaba, son sólo las referibles al proceso analítico y estadístico del modelo, y que si éste, de haberse contado con más tiempo, hubiera sido sometido a procesos adicionales, hubiéranse modificado. Porque con tiempo y recursos podían haberse hecho estimaciones alternativas del modelo con fin de ver cuál de ellas daba mayor precisión, o menor varianza o más sesgo, facilitando así conclusiones más rigurosas.

CAPITULO I

LOS MODELOS ECONOMICOS. CONCEPTO

A.- Las matemáticas en el análisis económico.

Históricamente, todas las ciencias han experimentado cambios, la mayoría de ellos surgidos a partir de la propia transformación de los métodos de investigación que emplean; su clasificación misma, la más comúnmente aceptada, se basaba en el estudio de los métodos utilizados en cada campo del conocimiento científico, por eso se llegó a afirmar que tal o cual método de razonamiento pertenecía a una disciplina y no a las demás. Esta concepción ha ido evolucionando: lo referente al método no es ya la base de las clasificaciones.

I

La ciencia económica no se vio exenta de cambios, lo que era de esperarse. Se le terminó por situar entre las ciencias sociales, pero su concepción se ha ido transformando aún después, con el desarrollo del conocimiento del mundo y con los incrementos en complejidad del mismo. De considerársele una ciencia con postulados universales, al incluir dentro de ella de manera mecánica elementos que, abstraídos de su manifestación, se suponían siempre presentes y en todo lugar -la concepción que se tenía del hombre y de sus relaciones con los demás y con la naturaleza así lo determinaba-, pasó a ser considerada en sus alcances particulares, temporales. Esto fue posible con el desarrollo del conocimiento y el estudio sobre áreas del mismo, como la historia, la geografía, la matemática y la estadística, lo que contribuiría a que los economistas se percataran de - la complejidad del mundo que tenían que explicar. Al principio los métodos de análisis que empleaban condujeron a errores de apreciación de la -

realidad; dejaron de ser suficientes las técnicas que las demás ciencias, en su evolución, les habían prestado: la concepción determinista de la so ci ed ad ced ía, dejaba su lugar, y al mismo tiempo, el nuevo enfoque propiciaba el avance de otras ciencias. "La creciente complejidad de la vida económica, especialmente en nuestro tiempo, así como las necesidades de la actividad práctica, han hecho que de un tronco común deriven muchas disciplinas científicas cuyo objeto son los distintos campos y sectores de la vida económica. En los linderos de algunas ciencias han surgido también nuevas disciplinas, o conocimientos esenciales para las investiga ciones económicas".^{1/}

La necesidad humana de controlar los acontecimientos de la vida social ha motivado tan profundos cambios en el conocimiento, en particular en la teo ría económica. Esta se veía obligada a recurrir a métodos nuevos de análisis. Pero los métodos aplicados por ella van y vuelven en función de su transformación y de su sub-división. Los métodos no alcanzaban a lograr la explicación de toda la realidad, tan cambiante y compleja: la realidad se fracciona. Cada parte de ésta, se convierte, sucesivamente, en campo de estudio de una rama de la teoría económica. Y se divide no sólo en su alcance temporal, sino también espacial. Dejó de interesar por momentos lo que sucedía en el resto del mundo, ahora era importante solucionar las crisis de sobreproducción en un conjunto de países en un período histórico: había que dividir al mundo, a la teoría, al tiempo de su alcance.

1/ Zurawicky, S. Problemas metodológicos de las Ciencias Económicas. Ed. N. T., México, 1972, p.65.

Sin que el interés aquí sea hacer historia, cabe mencionar que por una serie de cuestiones como la anterior, la ciencia económica se fue convirtiéndose en teoría económica; ésta en micro y macroeconomía; la primera de ellas, en teoría de la empresa, del consumidor, del mercado, de los inventarios, etc.; la segunda, en teoría de los ciclos, de la inversión, del crecimiento, por mencionar sólo algunas de sus partes; a su vez, la teoría del mercado se subdividió en teoría del monopolio, del oligopolio, etc. Otra rama de la teoría económica es ahora, con el surgimiento de los países socialistas, la teoría de los sistemas económicos.^{2/} Sin que se pretenda que la anterior clasificación sea completa ni mucho menos, se considera que sirve para ubicarse en el estudio de los métodos aplicados en el análisis económico. Y cabe indicar que así como surgen campos de especialización de la teoría económica, evolucionan otras ramas del conocimiento hasta convertirse en ciencias afines a la economía: demografía, contabilidad, geografía económica, etc. Para entrar pronto en materia, se podría decir que el uso de métodos matemáticos en la economía marca uno de los momentos y el tipo de subdivisión necesaria en la teoría. La misma clasificación de la teoría económica, a raíz de esto, puede verse alterada. "...El valerse del simbolismo matemático o cibernético por algunos economistas sugiere la hipótesis de que la economía se está convirtiendo en una de las llamadas ciencias exactas, a imitación por ejemplo, de la física".^{3/}

^{2/} Kornai, J. "Economic systems theory and general equilibrium theory". Acta Oeconomica. Vol. 6, No. 4, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971.

^{3/} Zurawicky, S. *Op. Cit.*, p.70. En cuanto a los soviéticos, véase, por ejemplo, el artículo de A. Aganbeguian "Sobre el empleo de los métodos matemáticos en el análisis económico", que aparece en Publicaciones de la Juceplan, La Habana, Cuba, -- 1962.

Si no es aún tan extremo el papel que juegan las matemáticas en el estudio de la economía, en su investigación, dado que el conocimiento de la compleja realidad parece irse acercando a comprenderla toda cuando ella da otro paso y se complica más (surgen, por ejemplo, las desigualdades regionales), cabe preguntarse cuál es el papel que en la actualidad tienen dentro de este marco de estudio. Este rol, por supuesto, no ha sido siempre el mismo: ni estaban presentes en todas las ramas de la economía (muchas no existían), ni tenían gran profundidad analítica. Las afirmaciones de los clásicos, orales fundamentalmente, se han formalizado matemáticamente después, tanto en búsqueda de rigor y precisión, como de ahorro de tiempo y de información. Keynes, por su parte, recurrió a algunas formulaciones matemáticas -al lector de ahora le pueden parecer no muy rigurosas-; a la luz de los nuevos aconteceres del mundo económico, tan rápidos en su suceder y tan probabilísticos en sus resultados, se ha procedido a la sistematización y ampliación de lo postulado por aquél. Las matemáticas se robustecen y ocupan un lugar que les estaba reservado.

Tampoco es materia de estudio en este lugar cuándo surge la economía matemática: ¿con el Keynesianismo o con el neo-clasicismo?. Todas las corrientes del pensamiento económico actual, incluido el marxista, recurren a la matemática. "Hoy no podrá satisfacer un análisis exclusivamente relacionado con los aspectos cualitativos de la vida económica. Resulta indispensable no sólo el registro de las tendencias evolutivas, sino también de las situaciones concretas (...) la actividad económica requiere un análisis de las estructuras de los diversos sistemas económicos y de las relaciones cuantitativas concretas. Por consiguiente, ya no sólo la histo-

ria, sino también los diversos algoritmos cibernéticos se convierten en instrumentos del arsenal del economista".^{4/} Las matemáticas están ahí, se les utiliza, primeramente, como un recurso de exposición breve y sistemática, con fines didácticos en el análisis de postulados e hipótesis de la teoría, señalando la relación que guardan dos o más magnitudes económicas entre sí: adquiriendo una de ellas el carácter de explicada, y el resto, el de explicativas. Como ejemplo, se puede citar la conocida función del consumo expresada en su forma más general.

$$C = f (Y) \quad 1)$$

en la que C es el nivel de consumo y Y, el del ingreso nacional. Esta función no expresa el tipo de relación que guardan los dos fenómenos; sólo lo que dice que están relacionados. Si se desarrolla la función, dándole una especificación matemática, se aclara más el supuesto de interrelación entre ellos. Por ejemplo, haciendo que 1) sea una función lineal:

$$C = f (Y) = a + b Y \quad 2)$$

donde $a \geq 0$ y $0 < b < 1$.

C y Y son las mismas magnitudes anteriores, pero ahora está claro el supuesto de que hay una relación directa, creciente, lineal, entre las dos: a es el nivel de autoconsumo y b es la propensión marginal al consumo. Es te hipotético comportamiento de C tiene, igualmente, fines analíticos y di dácticos. Cualquier otro tipo de especificación matemática de la función cumple los mismos objetivos (por ejemplo, si se expresa en forma homogénea, o como ecuación en diferencias, etc.)^{5/}

4/ Zurawicky, S. Op. Cit., p.66

5/ La función Keynesiana del consumo ha sido especificada de muy diversas maneras. Por ejemplo, como una función de Y_t y de C_{t-1} (consumo del período anterior).

Esta función, u otra cualquiera, como la de producción:

$$p = f (K,L) \quad 3)$$

independientemente del grado de particularidad o generalidad que adopten, son empleadas de manera aislada sin que por ello pierdan utilidad. Cada vez se les emplea menos de esta manera, sin embargo. A nadie extraña ya el encontrar dos o más formulaciones de este tipo reunidas en un sistema de ecuaciones simultáneas. Y cuando es así, la utilización de las matemáticas cumple una nueva función, además de la didáctica; ahora es posible extraer nuevas interacciones entre las variables económicas involucradas; ésto hace más rico el análisis económico, pues se extraen formulaciones y postulados teóricos que no estaban contemplados inicialmente, al desarrollar el sistema.^{6/} Se puede adelantar aquí que la elaboración de sistemas tales hace surgir los llamados modelos económicos, y que la función de que se viene hablando es la heurística.

B.- Concepto de modelo económico.

Todas las disciplinas científicas hacen uso de los modelos. Todo mundo se ha encontrado con ellos, aunque no lo supiera. Quizá los más conocidos sean los modelos físicos a escala del original (aviones, carros, etc.). Hay otros, abstractos, que probablemente sólo el estudioso de una ciencia conoce. No interesa definir aquí el concepto de modelo, tampoco los tipos

^{6/} O como afirma Baumol en relación al modelo de Harrod: "...El ejemplo tan sólo sirve para señalar que, en muchos casos, la técnica de las ecuaciones de diferencias puede ser muy útil, indicando varias posibilidades que, de otro modo, no se habrían observado" Baumol, W. J. Dinámica Económica. Marcombo, S.A., Barcelona, 1964, p.192.

de modelos usados en cada rama del conocimiento, ni siquiera todas las clases de modelos conocidos en la teoría económica. Es objeto de este estudio, en este apartado, aclarar un concepto: el de modelo matemático en economía. Se entiende por modelo matemático la representación matemática, algebraica, de una estructura, de una interacción entre magnitudes; puede estar constituido por una sola expresión (ecuación, desigualdad, identidad, función, etc.), o por varias de ellas.

El modelo económico, por su parte, es una representación formal, lógica, de supuestos y/o postulados de la teoría económica, a través de la -cual se describen y/o analizan los elementos conocidos de un sistema económico para extraer de ellos los aspectos desconocidos del sistema al construir el modelo. Este puede ser oral, físico o matemático, etc. Los modelos económicos matemáticos (modelos económicos en adelante), son construcciones lógico-formales de la teoría económica, expresadas a partir de formulaciones matemáticas. A través de ellos se representan las características del sistema económico como una entidad en estudio. Son teóricos porque expresan matemáticamente enunciados de una teoría; son lógicos porque permiten extraer de sus formulaciones -a la manera de conclusiones- elementos que no eran conocidos al ser construidos; son formales porque adquieren las características formales de las matemáticas, su lógica.

Los modelos económicos le dan al fenómeno económico que estudian todas las características de las matemáticas que utilizan. El fenómeno económico se comporta según la función matemática por medio de la cual se expresa. Teóricamente, al menos. Pues al formular matemáticamente un supuesto se extraerá de él todo lo posible de acuerdo con el manejo adecua-

do de la expresión matemática utilizada. La cualidad del fenómeno en estudio, en lo esencial, queda relegada y oculta por las características de las matemáticas,^{7/} es ahora un fenómeno cuantitativo, solamente eso. Pero ello, no obstante, permite avances en el conocimiento del analista. Si se toma como ejemplo el supuesto microeconómico de que la cantidad demandada de un bien por los consumidores depende del precio del mismo, y se acepta que la relación entre estas dos magnitudes es inversa y lineal, se tiene la siguiente ecuación modelo:

$$D = f (P) = a + bP \quad 4)$$

donde \underline{D} es la cantidad demandada, \underline{P} , el precio, $a > 0$ y $b < 0$. Como esta ecuación sólo dice que si el precio fuera \underline{P} (variable) la cantidad demandada sería \underline{D} (también variable), no se puede saber qué ocurrirá en realidad. Pero la microeconomía tiene un supuesto equivalente para los oferentes; éstos aumentarán la cantidad ofrecida (S) en cierta proporción del aumento del precio:

$$S = g (P) = c + dP \quad 5)$$

donde $c > 0$ y $d > 0$.

Siendo $d > 0$ y $b < 0$, para cada nivel de \underline{P} serán diferentes \underline{S} y \underline{D} , en general. Enseguida surge otro supuesto: hay un precio de equilibrio que igualará \underline{D} y \underline{S} en el mercado; debe ser así porque de hecho el producto ofrecido se está realizando. En equilibrio el mercado, sucede que:

$$D = S \quad 6)$$

^{7/} Gaudelier, M. Racionalidad e irracionalidad en Economía. "Las matemáticas son demasiado pobres para ser el instrumento único del conocimiento. La realidad no es sólo cantidad" Siglo XXI, México, 1973, p. 189.

Si se reúnen estos tres supuestos sobre el comportamiento de los demandantes, los oferentes y el mercado en un sistema, se tiene un modelo de mercado(en el siguiente capítulo se clasifican los modelos económicos), que permite analizar las interacciones entre las tres variables que se contemplan (D, S y P):

$$D = a + bP \quad 4)$$

$$S = c + dP \quad 5)$$

$$D = S \quad 6)$$

Desde el momento en que el sistema es completo, tiene solución, consistiendo ésta en el punto de intersección de las dos funciones de comportamiento, marcado por la condición de equilibrio ($D = S$). La solución particular aquí es:

$$Q = D = S = \frac{bc - ad}{b-d} \quad 7)$$

$$Y \quad P_e = \frac{c - a}{b - d} \quad 8)$$

donde P_e (precio de equilibrio) y Q (cantidad intercambiada a ese precio) están expresadas como función de los valores de los parámetros. Ahora se conoce algo nuevo, no contemplado al construir el modelo: que el mercado de un bien estará en equilibrio cuando el valor de Q , y el P_e sean los dados por la solución; que el equilibrio se alcanzará más rápidamente, entre mayor sea la suma (en valor absoluto) de las pendientes: que la solución con sentido económico, no sólo matemático, exige que $a > c$ y $(b-d) < 0$, en condiciones normales. Se han encontrado nuevos supuestos teóricos del equilibrio microeconómico: las condiciones que deben satisfacer sus elemen

tos si ha de haber alguno. Se observa que una vez supuesto el carácter lineal de los fenómenos de oferta y demanda, su interrelación económica está en correspondencia a la forma de las funciones: crecen así, se cruzan de este modo, la suma de las pendientes proporciona un factor de estabilización, etc. He ahí el carácter heurístico de los modelos ejemplificado de manera sencilla. Desde el momento en que todo modelo económico cumple esta función, su estudio y utilización son recomendables, sobre todo cuando se trata del análisis de entidades más complejas (los sectores económicos, por ejemplo) o cuando el supuesto de comportamiento de una variable es no-lineal.

Recapitulando las características de los modelos económicos, se tiene que ellos son representaciones de sistemas económicos mediante construcciones teóricas, de características lógico-formales, expresadas matemáticamente y que cumplen las funciones didácticas y heurística. Pueden contener sólo una expresión o varias; y la forma de estas expresiones va desde la más general a la más específica, quedando dentro de las especificaciones tanto la ecuación como la desigualdad, la exponencialidad, etc.

Se puede añadir algo aún en relación a qué clases de características del sistema son las que se representan a través de modelos económicos. Un sistema económico consta de una estructura en funcionamiento; ciertos componentes del mismo, a través de algunas leyes que los rigen, le dan el contenido al sistema, diferenciándolo de los demás. Siguiendo con el ejemplo anterior, se tiene que un elemento del mercado en cuestión es la demanda y otro la oferta como funciones del precio; éste es otro de los elementos;

la estructura del mercado está constituida por ellos; las leyes que lo rigen son las funciones decreciente de la demanda y creciente de la oferta, además de la tendencia a un precio de equilibrio determinado por la interacción de aquéllas. Así, se tiene que, en general, un modelo describe y analiza una estructura. Esta puede ser general o particular, haciendo que el modelo lo sea a su vez. Un modelo representa una estructura general cuando sus componentes no corresponden a ninguna situación concreta, sino sólo a supuestos teóricos sobre tal tipo de estructura. El ejemplo repetidamente tomado aquí para aclarar conceptos, expresado de esta manera:

$$D = f (P) \qquad 9)$$

$$S = g (P) \qquad 10)$$

$$D = S \qquad 11)$$

constituye un modelo de la estructura general del mercado. Pero expresado de la manera vista antes constituye un modelo particular referente todavía a una situación supuesta en la teoría, pero sin que pueda decirse que representa tal o cual mercado en lo específico. Constituiría la representación de un mercado específico cuando sus parámetros y constantes fueran calculados numéricamente para un caso concreto.

Ahora se tiene que los modelos económicos son susceptibles de aplicación a la realidad concreta, específica, que se desee analizar. Ello los convierte, a través de elaboraciones estadísticas, en modelos econométricos.

C.- Proceso de Construcción de los Modelos Económicos.

La teoría económica se ha modificado al tratar de explicar cada vez más adecuadamente a la realidad. Esto la ha ido complicando, obligándola a tomar en cuenta particularidades;^{8/} la posibilidad de que sus abstracciones generales expliquen a la realidad es creciente y reside en que cada nueva formulación es el resultado de un proceso de observación sistemática de la misma. A través del proceso realidad-teoría-realidad, se enriquece la teoría. Esto es, la observación del medio conduce a una formulación teórica que contempla lo esencial de aquél; ésto se aplica a una realidad parecida, o a la misma, con el fin de observar si aquélla se adecúa en su estudio, si explica realmente al medio: en este proceso, si resulta que la adecuación de la teoría a la realidad no es satisfactoria, si deja elementos sin explicar, la teoría se reformula, introduciendo en ella nuevas abstracciones, complicándola, enriqueciéndola.

El uso de métodos de investigación adecuados al problema en cuestión es un factor esencial en el logro de formulaciones teóricas comprensivas de los factores determinantes en un sistema. Sin ellos, la teoría adolecerá de inconsistencias que imposibiliten su aplicación posterior. Si se construye un modelo que contenga supuestos sobre el comportamiento del ingreso, por ejemplo, sin cuidar de si sus elementos son consistentes con la teoría y con las observaciones de la realidad, se le puede estar quitando toda posibilidad de aplicación. "Suponga que encontramos que el

^{8/} Dobb, Maurice. Economía Política y Capitalismo. F.C.E. México, 1966, Cap. V.

sistema de ecuaciones de tal modelo contiene dentro de él el potencial de oscilaciones explosivas, ¿es este descubrimiento cierto o significativo - con respecto al mundo real"?^{9/} Ya se mencionó que todo modelo, a través de su función heurística, permite obtener de él una potencialidad de información que llevaba implícita, que sólo es nueva en relación con el informado, no en relación con el mismo modelo. Este descubrimiento de nuevas correspondencias entre los fenómenos, develados al resolver el modelo, es el que permite llegar a formulaciones teóricas que no se habían previsto. "Y, si un modelo no da todos los detalles que interesan, será posible, en principio, complicarlo".^{10/}

Los modelos se construyen, pues, con características parte teóricas, parte empíricas como base, pero el modelo rebasa esos límites. "El modelo se crea como si no tuviese suficiente fundamento. Si, por ejemplo, K consecuencias de ese modelo se usan como premisa para su creación, entonces el mismo modelo contiene en sí N consecuencias, donde $N > K$. La diferencia $N-K$ representa lo nuevo que nos dá el modelo. De tal manera, lo incompleto de la inducción durante su creación constituye precisamente la premisa del hecho de que en el mismo, se encierra una información nueva"^{11/} De modo que la paradoja de tomar la realidad, lo conocido de ella para elaborar un modelo que la represente, es sólo aparente, pues él contiene más que los elementos de la realidad ya conocidos, contiene sus propias características, sus leyes, y su solución aumenta el conocimiento del mismo y de la realidad, nos acerca a una definición más rica de esta última.

^{9/} Fox, F.A., J.K. Sengupta y E. Thorbecke. The Theory of quantitative Economic Policy. With application to economic growth and stabilization. North Holland Pub. Co., Amsterdam, 1966, p.5.

^{10/} Bunge, M. Teoría y Realidad. Ed. Ariel, Barcelona, 1972, p.12.

^{11/} Lapshin, O. y O. Sichivitsa. Conferencia en la Universidad de N. Lobachevsky, de la ciudad de Gorki (traducción particular).

CAPITULO II

LA CLASIFICACION DE LOS MODELOS EN ECONOMIA

La elaboración de una clasificación de los modelos en economía, parece ser -de acuerdo con los resultados del análisis realizado sobre - las ya existentes- una tarea difícil, ya que obtener una verdaderamente funcional, ha sido imposible hasta ahora. Sin pretender llegar a elaborar aquí una clasificación completa, se realizará una crítica a algunas de las conocidas, como por ejemplo las de Beach, los Dagum, Zamora, - Kogiku, etc., para posteriormente apuntar algunos de los elementos teóricos básicos que deben fundamentar una clasificación de los modelos en economía.

Las clasificaciones hechas por los autores ya mencionados son incompletas y no muy logradas, dado que la mayoría de ellas se reducen, en última instancia, a separar los modelos de acuerdo con el carácter matemático que presentan, olvidando que las matemáticas no son sino la herramienta básica más idónea para el análisis cuantitativo, que ellas sirven a cualquier tipo de problema, ya sea matemático, económico, o de alguna otra disciplina científica. En lo referente a la teoría económica, no importa cuál sea el ámbito al que se apliquen las matemáticas, puesto que son fundamentalmente la herramienta del análisis cuantitativo que es necesario en las ciencias sociales y sirven igual en todos y cada uno de los aspectos de dicha teoría, tal como se afirmó en el capítulo anterior. Es por ello que una clasificación de los modelos económicos basada únicamente en el carácter que dicha herramienta les imprime, olvida, necesariamente, el contenido teórico específico de los mismos.

La clasificación hecha por los Dagum,^{1/} en especial, cae en una tipificación falsa, pues al hablar de los diferentes aspectos de la misma, repite, para todos, características meramente matemáticas. Lo mismo ocurre con la que presenta Zamora,^{2/} pues su clasificación no es mas que un resumen de otras. En cuanto a la que Beach presenta,^{3/} empieza por diferenciarlos matemáticamente, dejando de lado una importante serie de modelos, ya que él se ocupa, principalmente, de lo que en teoría económica es susceptible de ser expresado en "términos cuantitativos". Kogiku,^{4/} por otra parte, se atiene sólo a los modelos macroeconómicos, y aunque sigue con su clasificación a una más o menos acertada subdivisión de la teoría, aporta en el análisis elementos que son sustraídos matemáticamente de los mismos, llegando a considerar ciertos elementos teóricos que surgen de sus modelos en virtud de la función heurística de los mismos. Dadas las características de la clasificación de los modelos económicos presentada por los Dagum, se procederá a hacer un análisis particular de ella, generalizando, en lo que cabe, para las demás, ya que hay similitudes en todas ellas.

En la clasificación de referencia, los autores atienden a tres aspectos de los modelos: su construcción lógico-empírica, el dominio de la investigación, y los objetivos y fines para los que son elaborados los modelos.^{5/} Con relación al primer aspecto, señalan tres características matemáticas de los modelos, tratándolos, exclusivamente, como sistemas de ecua

1/ Dagum C. y E. M. Bee de Dagum. Introducción a la Econometría. Siglo XXI. México, 1971. Cap. VII.

2/ Zamora, F. Dinámica Económica. F.C.E. México, 1962. pp.391-393.

3/ Beach, E. F. Modelos Económicos. Ed. Aguilar, Madrid, 1965.

4/ Kogiku, K. C. An Introduction to Macroeconomic Models. McGraw-Hill Book, Co. U.S.A., 1968. p.6.

5/ Dagum y Dagum. Op. Cit., p.187.

ciones: son lineales o no lineales (ley matemática de correspondencia entre sus variables); son deterministas o aleatorios (ley matemática de causalidad); son completos o incompletos (según tengan una o infinitas soluciones). Cabe señalar aquí que lo expuesto por ellos en relación al aspecto considerado podría decirse igual si los modelos no fueran económicos: es válido para todo sistema de ecuaciones. Zamora y Beach, de manera más simple, repiten lo mismo.

En cuanto al segundo aspecto,^{6/} el dominio de la investigación, sucede lo mismo: los modelos son uni-ecuacionales o multi-ecuacionales (por el número de sectores que incluyan); son microeconómicos o macroeconómicos según el comportamiento de las variables; son estáticos o dinámicos (relación de causalidad intertemporal entre las variables); son interdependientes, recursivos o particionables (ley de causalidad entre sectores de actividad); son abiertos o cerrados (si interviene o no el sector externo). - Ello hace pensar, una vez más, que se están analizando los modelos, no en función de su contenido teórico, sino de la herramienta que utilizan; sobre todo al tratar de los modelos particionables, recursivos o interdependientes, llamados así por la técnica matemática que los resuelve. Aunque también clasifican a los modelos en micro y macroeconómicos, en abiertos o cerrados, lo hacen en relación con el comportamiento y el nivel de agregación de las variables seleccionadas matemática o estadísticamente, y no en relación a los aspectos teóricos que implican.

6/ Dagum y Dagum. Op. Cit., pp.192-193.

Por último, en relación con los objetivos para los que son creados los modelos, los Dagum los subdividen en descriptivos, explicativos, predictivos y de decisión.^{7/} Esta subdivisión, igualmente, al hacer referencia a aspectos matemáticos prácticos de los modelos, puede sufrir el mismo tipo de crítica ya señalado. Al afirmar que un modelo es descriptivo no interviene ningún elemento teórico del mismo, ya que con ello se refieren, solamente, a que las ecuaciones del modelo son resultado del análisis de regresión previamente realizado, y ello es válido también para modelos no-económicos. Además, los modelos explicativos son llamados así, porque en ellos intervienen variables "explicativas de la realidad" que matemáticamente son exógenas o endógenas con retardo, pretendiendo, con ellas, - "descubrir las causas relevantes de una situación". Respecto a los modelos predictivos y de decisión, les llaman así sólo por el hecho de que toman en cuenta ecuaciones que pueden ser proyectadas y que contienen variables exógenas susceptibles de ser tomadas como variables instrumentos.

Por el contrario, Kogiku -aunque no profundiza en la clasificación de los modelos-, diferencia entre microeconómicos y macroeconómicos, haciendo referencia, principalmente, a sus cualidades teóricas; deja de lado a los primeros, y al tratar los segundos, subdividiéndolos en nacionales e internacionales, no hace mención a sus características matemáticas de construcción y solución, reduciéndolas al papel que juegan como herramienta.^{8/}

^{7/} Idem, p.197.

^{8/} Kogiku, K. C., Op. Cit., p.6.

Tal como es conocido y se asentó en el capítulo anterior, las principales grandes ramas de la teoría económica son la micro y la macroeconomía; y las matemáticas, cualquiera que sea el ámbito de la teoría a la que se aplican, cumplen un papel auxiliar muy importante en el proceso de deducción teórica de nuevos elementos a partir de los supuesto y/o postulados tomados en consideración, consistiendo, primeramente ese papel en el de dar precisión, brevedad y rigurosidad a la teoría. De ahí que parece ser más conveniente el clasificar a los modelos dentro del marco teórico que, como base, toman de esas grandes ramas de la economía.

Siendo el campo de estudio de la microeconomía el problema de la determinación de los precios y cantidades individuales de las mercancías y de los factores productivos, es incuestionable que debe recurrir al análisis de mercado, distinguiendo, para ello, entre la oferta y la demanda; y siendo el mercado una entidad económica que adquiere características diferentes según la estructura económica en que se desenvuelve, debe distinguirse entre mercados oligopólicos, monopolísticos, de competencia, etc; ello no obstante, el problema central sigue siendo la determinación de magnitudes en el equilibrio parcial. Por otra parte, el problema del equilibrio general, que trata de la determinación, no de precios individuales, sino del nivel general de precios, y por tanto del nivel general de la producción o del ingreso, constituye el campo de estudio de la macroeconomía.

Así separadas y definidas estas grandes ramas de la economía moderna, los modelos a los que se recurra para abordar su estudio de manera más sistemática, se dividen, en concordancia con su contenido, en micro y macroeconómicos.

A.- Modelos Microeconómicos.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se pueden dividir los modelos microeconómicos en modelos de empresa y modelos de rama industrial; - aunque esta sencilla división puede parecer incompleta, tiene la virtud - de apuntar concretamente al contenido teórico del campo de estudio de la microeconomía. Así mismo, dentro del estudio teórico de la empresa o de la rama industrial cabe separar entre el análisis de mercado y el análisis de la producción, es por eso que los modelos microeconómicos se pueden subdividir en modelos de mercado y en modelos de funciones de producción.

B.- Modelos Macroeconómicos.

De la misma manera, en función, y de acuerdo con el contenido de los postulados de la teoría macroeconómica, los modelos macroeconómicos pueden clasificarse, tal como lo hace Kogiku, de la siguiente manera:

I.- Modelos de una economía nacional

a). Modelos de ingreso nacional

1. Modelos de determinación del ingreso

2. Modelos de acumulación de capital y crecimiento

b). Modelos de insumo producto

II.- Modelos de una economía internacional

Dentro de cada uno de estos apartados cabe distinguir entre modelos elaborados por una corriente de pensamiento u otra, tal como clásicos, - neoclásicos y Keynesianos.

C.- Características Matemáticas de los Modelos.

Lo que en las clasificaciones existentes de los modelos se tiene como tipos o clases de modelos, aquí se consideran exclusivamente tipos matemáticos que los modelos económicos pueden adoptar, tanto en su elaboración como en su solución, y ello sólo en función de criterios de selección previamente adoptados en relación con la mayor o menor facilidad de manejo, independientemente del contenido teórico del modelo; esto es, la selección de las variables que intervienen se hace en concordancia con los supuestos teóricos del modelo, pero las relaciones entre variables se establecen cuidando su operabilidad matemática y/o estadística, así como la existencia de una solución.

Como ya se explicó en el primer capítulo, la generalidad o particularidad, la especificación simple o complicada de un modelo, dependen, no sólo de la estructura a representar, sino también de la adecuación que se quiera dar al modelo como explicativo de la realidad. Un mismo modelo puede ser más simple o más complejo sin que su propia estructura cambie. Esto es, pueden añadirse variables exógenas o parámetros, por ejemplo, o puede concebirse una nueva relación matemática entre sus variables, dependiendo de la observación de la realidad, sin que ello signifique tener un nuevo modelo, pues la estructura general del mismo no ha sido modificada.

Así pues, es claro que, como dicen los Dagum, dependiendo de la ley matemática de correspondencia entre las variables de un modelo, éste puede

de ser lineal; así mismo, las variables pueden presentar una ley de causalidad intertemporal y entonces el modelo tener como característica matemática la dinámica o la estática; etc. Por tanto, es perfectamente natural que un modelo pueda ser, a la vez que lineal, estático, multiecuacional, determinístico, etc.

Todo lo anterior puede llevar a considerar que si no es ociosa -todo lo contrario-, una teoría de la modelística, sí lo sería el querer teorizar sobre los modelos en la Economía. Lo que haría falta es conocer a fondo los fenómenos que estudia esta ciencia, y acompañar ese conocimiento con otro amplio de matemáticas y estadística, para poder, ayudándose de éstas, representar aquéllos adecuadamente. De modo que no salen sobrando los libros sobre modelos económicos, pero es más útil desde el punto de vista teórico, así como del práctico, desarrollar el análisis económico -profundo de la realidad concreta auxiliándose con modelos contruídos ex-profeso. Así se tendrían avances en la teoría, a la par que su mayor asimilación. "...al estudiar las consecuencias de los supuestos deliberadamente simplificados que constituyen un modelo, el científico puede penetrar más en la teoría más compleja y puede llegar incluso a extenderla o modificarla".^{9/}

^{9/} Achinstein, Peter. Los Modelos Teóricos. Problemas Científicos y Filosóficos. Suplementos III/8 U.N.A.M., México, 1967. p.11.

CAPITULO III

UN MODELO MULTISECTORIAL

Pudiendo servir cualquier modelo multiecuacional para ejemplificar, analizar y concluir en relación con lo anteriormente planteado, se ha seleccionado uno sencillo, ya que se cuenta con su aplicación en México con resultados un tanto satisfactorios. Además de ser teóricamente simple.

Se trata de un modelo de determinación del ingreso en el corto plazo, para ser analizado desde el punto de vista de la estática comparativa, es decir, permite ver el cambio, en magnitud y sentido, que se opera en las variables endógenas que contiene al ocurrir un cambio en el valor de los parámetros o de las exógenas, sin indicar cómo se opera el cambio durante el ajuste al nuevo valor de equilibrio. Puesto que el cambio original en las exógenas y en los parámetros puede ser determinado por los hacedores de la política, es un modelo normativo; una de sus variables puede ser seleccionada como variable objetivo, y alguna de sus exógenas o parámetros como controlable instrumental, normando así la acción de quienes lo utilicen.

Es un modelo macroeconómico, intervienen en él los grandes agregados de la economía; es multisectorial, incluye al sector gobierno, al privado, y al exterior; no tiene subsistemas autocontenidos, que puedan ser resueltos independientemente del resto del modelo, éste se debe resolver por la interacción simultánea de todas sus ecuaciones.

Se expondrá primeramente el modelo, analizándolo, para después resolverlo teóricamente y analizar lo dado por la solución. En el próximo capítulo se evaluará con datos de México.

A.- Exposición de un modelo multisectorial.

Contiene nueve ecuaciones lineales, con nueve variables endógenas y tres exógenas, que se pueden escribir así:

$$\begin{aligned} C_p &= a + bY_d & 1) \\ I_p &= c + dY & 2) \\ M_c &= e + fC & 3) \\ M_p &= g + hY & 4) \\ M_i &= i + jI_p + kI_g & 5) \\ T &= l + mY & 6) \\ C &= C_p + C_g & 7) \\ Y_d &= Y - T & 8) \\ Y &= C_p + C_g + I_p + I_g + X - M_c - M_p - M_i & 9) \end{aligned}$$

En donde:

- C_p : Consumo privado
- I_p : Inversión privada bruta
- M_c : Importación de bienes de consumo
- M_p : Importación de materias primas
- M_i : Importación de bienes de inversión
- T : Recaudación impositiva
- C : Consumo total
- Y_d : Ingreso nacional disponible
- Y : Producto interno bruto

son variables endógenas, a resolver dentro del sistema económico descrito, y en donde:

I_g : Inversión pública bruta

C_g : Consumo público

X : Exportaciones

son variables exógenas, cuyo valor se determina fuera del sistema.

Además:

a : Consumo privado autónomo

c : Inversión privada autónoma bruta

e : Importaciones de consumo autónomas

g : Importaciones autónomas de materias primas

i : Importaciones autónomas de inversión

l : Impuestos autónomos, no recaudados como porcentaje del ingreso

son las constantes del sistema, y

b : Propensión marginal al consumo

d : Tasa de inversiones privadas

f : Propensión marginal al consumo importado, proporción del consumo total que se importa

h : Proporción de Y que se importa de materias primas

j : Porcentaje de las I_p que se importa

k : Porcentaje importado de las inversiones públicas

m : Tasa general de impuestos, porcentaje gravable del P.I.B.

son los parámetros del sistema.

Con lo dicho hasta ahora sobre el modelo se puede adelantar algo en relación con su análisis. Se supone que el C_p es una función lineal cre

ciente del ingreso disponible, Y_d . Que las inversiones privadas brutas guardan la misma relación con Y , al igual que lo hace M_p ; y M_c , respecto al consumo total se comporta de igual manera. Por su parte M_i es también lineal creciente respecto a I_p , pero en ello incluye el valor de I_g , que por ser exógena es constante y puede asimilarse, en su proporción k , a las importaciones autónomas de inversión, i . Los impuestos son lineales y crecientes también respecto a Y . Son ecuaciones de comportamiento de C_p , I_p , M_p , M_c , M_i y T . Por su parte, 7), 8) y 9) son ecuaciones de identidad o definición contable para C , Y_d y Y , respectivamente. 9), además, es una ecuación de equilibrio de Y , en ella se ve si los valores encontrados para las demás variables del sistema lo satisfacen o no.

B.- Solución del modelo.

Siendo un modelo lineal autocontenido indescomponible (ningún sector o ecuación del mismo puede resolverse sin los demás), se debe solucionar con la interacción simultánea de todas sus ecuaciones; ello puede hacerse por cualquier método: la regla de Cramer, por álgebra matricial, o por sustitución algebraica; resulta relativamente más sencillo el tercer procedimiento.

Se resuelve Y_d sustituyendo en 8) la 6):

$$Y_d = (1 - m)Y - 1 \quad (10)$$

Se resuelve C_p sustituyendo 10) en 1):

$$C_p = b(1 - m)Y + a - b1 \quad (11)$$

y sumando la 11) a la 7):

$$C = b(1 - m)Y + a - b1 + C_g \quad (12)$$

Para las importaciones de consumo se tiene, sustituyendo la ecuación anterior en 3):

$$M_c = bf(1 - m)Y + e + f(a - bl + C_g) \quad 13)$$

y dado en 2) que $I_p = c + dY$, se tiene para M_i en la 5):

$$M_i = jdY + i + jc + kI_g \quad 14)$$

Como 2) y 4) están en términos de Y , se sustituyen, junto con 11), 13) y 14), en la 9), para obtener la expresión de Y en términos de exógenas y parámetros:

$$Y = \frac{(a - bl)(1 - f) - (e + i + g) + c(1 - j) + (1 - f)C_g + (1 - k)I_g + X}{1 - b(1 - m)(1 - f) - d(1 - j) + h} \quad 15)$$

Haciendo cambios de variables:

$$a - bl = n \quad 1 - k = q$$

$$1 - f = o \quad 1 - m = r$$

$$1 - j = p \quad 1 + h = s$$

Se tiene:

$$Y = \frac{no + cp - (e + i + g) + oC_g + qI_g + X}{s - bro - dp} \quad 16)$$

Sustituyendo en todas las otras expresiones del sistema, se resuelve el mismo, obteniendo sus formas reducidas. Utilizando la expresión 10) para Y_d :

$$Y_d = \frac{aro - l(s - dp) + crp - r(e + i + g) + r(oC_g + qI_g + X)}{s - bro - dp} \quad 17)$$

y sustituyendo 15) en 11) ó 17) en 1):

$$C_p = \frac{n(s - dp) + bcrp - br(e + i + g) + br(oC_g + qI_g + X)}{s - bro - dp} \quad 18)$$

y sustituyendo 15) en 12) ó 18) en la 7):

$$C = \frac{n(s - dp) + bcrp - br(e + i + g) + (s - dp)Cg + br(qIg + X)}{s - bro - dp} \quad 19)$$

Sustituyendo la igualdad anterior en 3), ó 15) en la 13):

$$M_C = \frac{e(s - br - dp) + fn(s - dp) + fbcrp - fbr(i + g) + f(s - dp)Cg + fbr(qIg + X)}{s - bro - dp} \quad 20)$$

Para I_p , se sustituye 15) en la 2):

$$I_p = \frac{c(s - bro) + dno - d(e + i + g) + d(oCg + qIg + X)}{s - bro - dp} \quad 21)$$

Utilizando la anterior en 5) ó 15) en la 14):

$$M_i = \frac{i(s - bro - d) + jc(s - bro) + jdno - jd(e + g) + jd(oCg + X) + [k(s - bro) - d(k - j)] I_g}{s - bro - dp} \quad 22)$$

Para M_p se sustituye 15) en 4):

$$M_p = \frac{g(1 - bro - dp) + hno + hcp - h(e + i) + h(oCg + kIg + X)}{s - bro - dp} \quad 23)$$

y sustituyendo 15) en 6):

$$T = \frac{l(s - bo - dp) + amo + mcp - m(e + i + g) + m(oCg + qIg + X)}{s - bro - dp} \quad 24)$$

Expresadas ya las nueve variables endógenas del sistema exclusivamente en términos de las exógenas y los parámetros y constantes, se puede proceder a encontrar implicaciones del modelo, que por ser éste consistente y autocontenido, es capaz de proporcionar más elementos de análisis del sistema que representa. Se puede afirmar primero que el denominador que aparece en todas las expresiones de la solución es un factor de estabilidad, ya que repre

senta la fracción positiva por la que se ha de dividir el resto del gasto para conocer la magnitud de la variable en cuestión. Este denominador, - igual a $1 + h - b(1 - m)(1 - f) - d(1 - j)$, admite valores entre cero y - uno; lo que aparece entre paréntesis es siempre lo que resta de la unidad después de sustraerle la fracción que representa un drenaje para el ingreso, como es la tasa general de impuestos, la fracción de C que se importa en bienes de consumo, etc. y aparece multiplicado por otra fracción, tal como d (tasa de inversión privada) o b (PMgC). Para que el denominador sea una fracción positiva basta con eso. Ello es necesario porque el numerador, en todos los casos, cuenta con valores positivos como I_g , C_g y X de gran magnitud, pero disminuídos por los valores de e, i o g, o por estar multiplicados por fracciones. De modo que para que el valor de la variable en cuestión sea positivo, se requiere que $s - b r o - d p$ lo sea, y - para que tal variable sea de gran magnitud, se requiere que dicha expresión sea fracción (véase Capítulo IV).

Viendo lo anterior con más detalle para Y, se tiene que en el numerador aparece X en todo su valor; más la inversión pública disminuída por - aplicársele la fracción q, que es la proporción de la inversión pública - que no se importa; más el consumo público multiplicado por la fracción o, que representa el porcentaje de C no importado; más la inversión privada autónoma por la proporción de inversión privada no importada; más el consumo autónomo menos el producto de la propensión marginal a consumir y - los impuestos autónomos, (o sea, lo que se tiene que dejar de consumir), - por la proporción de consumo nacional; todo menos la suma de todo tipo de importaciones autónomas; ello debe proporcionar una cantidad positiva no muy grande, que al dividirse por la fracción positiva del denominador dé el monto de Y, el mayor de los agregados del sistema.

MATRIZ DE DEPENDENCIA DEL MODELO

Endógenas	E X O G E N A S		
	Cg	Ig	X
Cp	$\frac{bro}{s - bro - dp}$	$\frac{brq}{s - bro - dp}$	$\frac{br}{s - bro - dp}$
Ip	$\frac{do}{s - bro - dp}$	$\frac{dq}{s - bro - dp}$	$\frac{d}{s - bro - dp}$
Mc	$\frac{f(s - dp)}{s - bro - dp}$	$\frac{fbrq}{s - bro - dp}$	$\frac{fbr}{s - bro - dp}$
Mp	$\frac{ho}{s - bro - dp}$	$\frac{hq}{s - bro - dp}$	$\frac{h}{s - bro - dp}$
Mi	$\frac{jdo}{s - bro - dp}$	$\frac{k(s - bro) + d(j - k)}{s - bro - dp}$	$\frac{jd}{s - bro - dp}$
T	$\frac{mo}{s - bro - dp}$	$\frac{mq}{s - bro - dp}$	$\frac{m}{s - bro - dp}$
C	$\frac{s - dp}{s - bro - dp}$	$\frac{brq}{s - bro - dp}$	$\frac{br}{s - bro - dp}$
Yd	$\frac{ro}{s - bro - dp}$	$\frac{rq}{s - bro - dp}$	$\frac{r}{s - bro - dp}$
Y	$\frac{o}{s - bro - dp}$	$\frac{q}{s - bro - dp}$	$\frac{1}{s - bro - dp}$

De manera similar se pueden observar las demás formas reducidas. Cabe notar en todas ellas que hay varios elementos que cambian de lugar sucesivamente, es así porque en cada caso es diferente el papel que juegan en la determinación de la magnitud de que se trate; por ejemplo en M_c , el valor de e se afecta en forma diferente a como lo hace en M_i , donde aparece negativo y disminuído por la fracción jd , lo que sirve para obtener lo que realmente se importa en bienes de inversión.

Una forma resumida de presentar la solución del modelo con fines de análisis se consigue elaborando la matriz de la dependencia del sistema, la cual es la derivación parcial de cada forma reducida respecto a cada exógena. La matriz de la dependencia también se llama matriz política por servir a quienes toman decisiones sobre algunas variables instrumentales; en este caso, el sector público podría incidir directamente en su consumo o en su inversión, e indirectamente sobre las exportaciones.

Evaluando la matriz de la dependencia es posible no sólo observar el sentido del cambio que se opera en cada endógena ante un cambio igual a la unidad en cada exógena, sino también su magnitud. Nótese que lo que aparece en el cuerpo de la tabla es cada coeficiente de las formas reducidas; es así por la definición de derivada. Nótese también que la tabla pudo construirse incluyendo la derivada parcial de cada forma reducida respecto a las constantes autónomas del sistema, tomando una de ellas como variable cada vez. Ello permitiría ver el cambio que se operaría si variasen las magnitudes autónomas del sistema.

Por ahora puede observarse solamente el sentido del cambio que ocurriría en cada endógena si variasen C_g o I_g o X . Es algo nuevo para el analista, no se conocía al construir el modelo, y confirma su cualidad heurística; parte de ello resaltó al decirse lo relativo al factor de estabilidad anteriormente.

C.- Posibilidades de Estimación del Modelo.

De pretenderse aplicar tal modelo a una situación concreta, deben verse primero, analíticamente, sus posibilidades de estimación. Se observa que la exógena que aparece en la ecuación 5), explica a M_i , la cual es explicativa de Y , otra endógena; y ésta, es explicativa en 2), 4) y 8). Lo mismo pasa con la inversión privada, que está como explicativa en 5) y en 9), y es explicada por 2); sucede igual con el ingreso disponible y el consumo total en otras ecuaciones. De querer estimar directamente las ecuaciones estructurales se tendrían estimaciones sesgadas de sus parámetros, por la posible correlación entre las exógenas, y porque el método de mínimos cuadrados es también sesgado. Un método alternativo de estimación que debe estudiarse para ver la posibilidad de estimación de los parámetros estructurales es partir de las formas reducidas del modelo: estimarlas y luego tratar de encontrar aquéllos. Expresando las formas reducidas ya encontradas de otra manera:

$$C_p = A_1 + A_2 C_g + A_3 I_g + A_4 X$$

$$I_p = B_1 + B_2 C_g + B_3 I_g + B_4 X$$

$$M_c = C_1 + C_2 C_g + C_3 I_g + C_4 X$$

$$M_p = D_1 + D_2 C_g + D_3 I_g + D_4 X$$

$$M_i = E_1 + E_2 C_g + E_3 I_g + E_4 X$$

$$T = F_1 + F_2 C_g + F_3 I_g + F_4 X$$

$$C = G_1 + G_2 C_g + G_3 I_g + G_4 X$$

$$Y_d = H_1 + H_2 C_g + H_3 I_g + H_4 X$$

$$Y = I_1 + I_2 C_g + I_3 I_g + I_4 X$$

se tiene que, estimando los parámetros A_1, \dots, I_4 y haciendo cálculos con ellos, se desprende lo siguiente:

$$d = \frac{B_4}{I_4} = \frac{B_3}{I_3} = \frac{B_2}{I_2}$$

$$\text{ya que } B_4 = \frac{d}{s - b r o - d p}, \quad I_4 = \frac{1}{s - b r o - d p}, \quad B_3 = \frac{d q}{s - b r o - d p},$$

$$I_3 = \frac{q}{s - b r o - d p}, \quad B_2 = \frac{d o}{s - b r o - d p}, \quad e I_2 = \frac{o}{s - b r o - d p}$$

según se ve en la matriz de dependencia (matriz de coeficientes de las formas reducidas).

También se obtiene:

$$f = \frac{C_4}{A_4} = \frac{C_3}{A_3} = \frac{C_2}{G_2} = \frac{C_4}{G_4} = \frac{C_3}{G_3}$$

$$b = \frac{A_2}{H_2} = \frac{A_3}{H_3} = \frac{A_4}{H_4} = \frac{G_4}{H_4} = \frac{G_3}{H_3}$$

$$g = \frac{D_4}{I_4} = \frac{D_3}{I_3} = \frac{D_2}{I_2}$$

$$m = \frac{F_4}{I_4} = \frac{F_3}{I_3} = \frac{F_2}{I_2}$$

$$j = \frac{E_4}{B_4} = \frac{E_2}{B_2}$$

y siendo $q = 1 - k$ y $k = 1 - q$, y que:

$$q = \frac{A_3}{A_4} = \frac{B_3}{B_4} = \frac{C_3}{C_4} = \frac{D_3}{D_4} = \frac{F_3}{F_4} = \frac{G_3}{G_4} = \frac{H_3}{H_4} = \frac{I_3}{I_4}$$

se tiene que:

$$k = 1 - \frac{A_3}{A_4} = 1 - \frac{B_3}{B_4} = 1 - \frac{C_3}{C_4} = \dots \text{ etc.}$$

lo que significa que cada uno de estos coeficientes está sobre-identificado, ya que es posible obtenerlos por varias maneras alternativas.

Por otra parte, eliminando G_1 , H_1 e I_1 , por la eliminación de las formas reducidas de las ecuaciones de identidad o definición del sistema, cuyos coeficientes se espera que sean iguales a uno (excepto por errores de medición), se tiene que con las A_1 , B_1 , C_1 , D_1 , E_1 y F_1 estimadas se estiman a , c , e , g , i y l con diferentes resultados, dependiendo del valor de f , d , b , h , m , j o k que se adopte, por lo que también aquellos parámetros están sobre-identificados. Este es el método de mínimos cuadrados in directos.

El método de mínimos cuadrados en dos etapas, por otra parte, consiste en estimar las formas reducidas y sustituirlas en cada expresión del sistema original, para luego estimar éstas por mínimos cuadrados ordinarios. Ello permite estimaciones únicas de los parámetros estructurales.

Se sustituye, por ejemplo, la Y calculada de la forma reducida en la ecuación estructural de M_p :

$$M_p = g + h Y$$

y luego se ajusta por mínimos cuadrados ordinarios, obteniendo g y h , parámetros estructurales. Del mismo modo se procede con las restantes ecuaciones estructurales: se sustituye la ecuación calculada de la forma reducida en su correspondiente lugar en las ecuaciones estructurales y se ajustan después estas nuevas expresiones.

Para este modelo, se tiene que las ecuaciones en que se aplica el método de mínimos cuadrados en dos etapas son:

$$\begin{aligned} C_p &= a + b \hat{Y}_d \\ I_p &= c + d \hat{Y} \\ M_c &= e + f \hat{C} \\ M_p &= g + h \hat{Y} \\ M_i &= i + j \hat{I}_p + k I_g \\ T &= 1 + m \hat{Y} \end{aligned}$$

No se incluyen las identidades del sistema porque sus parámetros son iguales a uno.

CAPITULO IV

APLICACION DEL MODELO SECTORIAL CON LOS DATOS DE MEXICO

Utilizando el método de mínimos cuadrados para el ajuste de las formas reducidas del modelo, se encontraron los siguientes valores para los parámetros estimados:

$A_1 = 12.5614$	$D_1 = -0.714135$
$A_2 = 8.76591$	$D_2 = 0.388263$
$A_3 = -1.61499$	$D_3 = -0.269363$
$A_4 = 1.95475$	$D_4 = 0.226497$
$B_1 = -10.6529$	$E_1 = 10.1316$
$B_2 = 1.99526$	$E_2 = -0.111189$
$B_3 = -0.333714$	$E_3 = 0.514224$
$B_4 = 0.430387$	$E_4 = -0.394532$
$C_1 = -6.46105$	$F_1 = -9.87269$
$C_2 = 0.98085$	$F_2 = 1.46524$
$C_3 = -0.368564$	$F_3 = -0.48431$
$C_4 = 0.385186$	$F_4 = 0.528332$
$G_1 = 12.5693$	$H_1 = 7.44997$
$G_2 = 9.73131$	$H_2 = 9.49818$
$G_3 = -1.55081$	$H_3 = -1.05384$
$G_4 = 1.93555$	$H_4 = 2.91927$
$I_1 = -1.9985$	$I_3 = -1.51071$
$I_2 = 10.9817$	$I_4 = 3.39788$

Cabe notar que aunque analíticamente, según se observa en el capítulo anterior, deben ser iguales A_1 y G_1 , A_3 y G_3 , A_4 y G_4 , por ser las A y los G parámetros de la forma reducida para el consumo personal y el consumo total

respectivamente, sus estimaciones dan sólo valores parecidos, siendo ello el resultado de las limitaciones de información, de su redondeo, etc.

Con los parámetros expuestos se construyen las ecuaciones calculadas de cada forma reducida. Cabe decirse ahora que el ajuste de regresión múltiple se hizo con base en un programa de biblioteca para el sistema de tiempo compartido de la Comisión Federal de Electricidad, llamado MULREG, el cual proporciona regresiones de cada variable con los demás, esto es, cambia el lugar de las variables alternativamente, de dependientes a independientes, con el fin de constatar si la relación entre ellas supuesta es correcta o no; proporciona también los valores calculados, los residuos, - los parámetros, la matriz de varianza-covarianza, el estadístico de Durbin-Watson, la razón t, el error estándar de cada parámetro, el error estándar de estimación, la R^2 y la R, los coeficientes de correlación, así como los grados de libertad que utiliza, además de las medias y sus desviaciones - estándar para cada serie de datos.

En el Cuadro 1 se dan los datos iniciales para la aplicación del modelo, en el Cuadro 2 los calculados con el ajuste de regresión, y enseguida se listan las ecuaciones calculadas en las formas reducidas, así como algunos estadísticos encontrados.

$$C_p = 12.5614 + 8.76591 C_g - 1.61499 I_g + 1.95475 X$$

error estándar	(15.6598)	(1.26496)	(1.12113)	(1.54429)
razón t	(0.802146)	(6.92978)	(-1.4405)	(1.26579)
				$(R^2 = 0.990185)$

$$D.W. = 1.77091$$

$$I_p = -10.6529 + 1.99526 C_g - 0.333714 I_g + 0.430387 X$$

(7.02726)	(0.567647)	(0.503104)	(0.692993)
(-1.51593)	(3.51496)	(-0.663311)	(0.621056)

$(R^2 = 0.963615)$

$$D.W. = 1.64522$$

$$M_c = -6.46105 + 0.98085 C_g - 0.368564 I_g + 0.385186 X$$

(3.90753)	(0.308919)	(0.274523)	(0.38519)
(-1.65349)	(3.1751)	(-1.34256)	(0.999991)

$(R^2 = 0.94643)$

$$D.W. = 1.03376$$

$$M_p = -0.714135 + 0.388263 C_g - 0.269363 I_g + 0.226497 X$$

(1.72773)	(0.139516)	(0.124912)	(0.16977)
(-0.413337)	(2.78294)	(-2.15642)	(1.33414)

$(R^2 = 0.885617)$

$$D.W. = 2.03897$$

$$M_i = 10.1316 - 0.111189 C_g + 0.514224 I_g - 0.394532 X$$

(4.26912)	(0.344735)	(0.308651)	(0.419492)
(2.37323)	(-0.322533)	(1.66604)	(-0.9405)

$(R^2 = 0.358761)$

$$D.W. = 1.27005$$

$$T = -9.87269 + 1.46524 C_g - 0.48431 I_g + 0.528332 X$$

(5.05357)	(0.407811)	(0.365982)	(0.496014)
(-1.95361)	(3.59295)	(-1.32332)	(1.06516)

$(R^2 = 0.959457)$

$$D.W. = 0.982594$$

$$C = 12.5693 + 9.73131 C_g - 1.55081 I_g + 1.93555 X$$

(16.2381)	(1.31369)	(1.17118)	(1.59761)
(0.774063)	(7.4076)	(-1.32414)	(1.21153)

$(R^2 = 0.991557)$

$$D.W. = 1.79638$$

$$Y_d = 7.44997 + 9.49818 C_g - 1.05384 I_g + 2.91927 X$$

(16.6094)	(1.34122)	(1.20083)	(1.63207)
(0.44854)	(7.08173)	(-0.877594)	(1.78869)

$$(R^2 = 0.992852)$$

$$D.W. = 1.61325$$

$$Y = -1.9985 + 10.9817 C_g - 1.51071 I_g + 3.39788 X$$

(20.0644)	(1.62022)	(1.45063)	(1.97157)
(-0.996045E-1)	(6.77792)	(-1.04142)	(1.72344)

$$(R^2 = 0.991792)$$

$$D.W. = 1.46095$$

Para encontrar los parámetros estructurales se puede proceder de dos maneras: 1) calcular con los ya estimados los estructurales, ó 2) sustituir las ecuaciones calculadas en las ecuaciones estructurales (mínimos cuadrados en dos etapas)

De la primera forma, calculando como se indica en el capítulo anterior, se obtiene:

b = 0.922904	d = 0.126663
b = 1.532481	d = 0.220898
b = 0.669602	d = 0.181689
b = 0.663025	h = 0.066658
b = 1.471580	h = 0.178302
f = 0.228214	h = 0.085355
f = 0.197051	j = -0.916691
f = 0.100793	j = -0.055726
k = 1.826187	k = 1.916677
k = 1.775381	k = 1.801224
k = 1.9499263	k = 1.360094
k = 2.189256	k = 1.444608

$$m \approx 0.3$$

$$m \approx 0.13$$

$$m \approx 0.14$$

De la segunda forma se obtienen estimaciones únicas de cada parámetro estructural:

$$C_p = a + b \hat{Y}_d$$

$$\hat{C}_p = 4.522 + 0.802 \hat{Y}_d$$

$$I_p = c + d \hat{Y}$$

$$\hat{I}_p = -11.3945 + 0.1647 \hat{Y}$$

$$M_c = e + f \hat{C}$$

$$\hat{M}_c = 5.3738 + 0.0908 \hat{C}$$

$$M_p = g + h \hat{Y}$$

$$\hat{M}_p = 1.0418 + 0.0218 \hat{Y}$$

$$M_i = i + j \hat{I}_p + k I_g$$

$$\hat{M}_i = 7.8898 - 0.7267 \hat{I}_p + 1.1682 I_g$$

$$T = 1 + m \hat{Y}$$

$$\hat{T} = 7.8829 + 0.1117 \hat{Y}$$

Hay que aclarar que en este caso la estimación simultánea de los 36 parámetros de las formas reducidas conduce a los mismos resultados que la estimación de los parámetros de cada forma reducida tomada aisladamente. Ello es así porque las variables exógenas de cada ecuación en las formas reducidas son las mismas, y al formar las ecuaciones normales para el ajuste se obtiene un sistema de 36×36 con anchura de banda de 4×4 (la diagonal está formada de matrices 4×4 , los demás elementos son cero), en la que los coeficientes se repiten constantemente, es decir, es la misma matriz de 4×4 repetida 9 veces a lo largo de la diagonal.

CUADRO 1

DATOS PARA EL AJUSTE DE REGRESION DEL MODELO*
(Miles de millones de pesos de 1960)

Año	Cp	Ip	Mc	Mp	Mi	T	C	Yd	Y	Cg	Ig	X
1960	118.6	14.3	6.7	5.1	7.1	10.1	128.1	140.3	150.5	9.5	6.9	15.8
1961	123.6	14.9	7.3	4.6	6.8	10.3	133.8	147.5	157.9	10.2	10.8	17.1
1962	128.1	15.5	7.7	4.3	6.9	11.2	139.9	154.0	165.3	11.8	11.2	17.8
1963	137.7	16.9	8.9	4.8	7.1	11.8	151.0	166.7	178.5	13.2	13.3	18.2
1964	152.5	20.8	9.5	5.1	9.3	13.6	167.3	185.7	199.4	14.8	16.0	19.3
1965	162.5	23.9	10.0	5.8	9.3	14.1	177.9	198.1	212.3	15.3	14.9	20.8
1966	171.8	24.3	10.7	5.9	9.1	16.6	188.4	210.3	227.0	16.6	17.9	22.2
1967	181.3	29.8	11.4	5.9	10.1	18.9	199.1	222.3	241.3	17.7	18.5	21.3
1968	196.0	32.4	13.7	6.3	10.4	21.0	215.6	239.2	260.9	19.6	20.4	23.0
1969	205.6	34.2	15.8	7.0	8.7	23.7	226.1	253.6	277.4	20.5	22.4	26.1
1970	223.5	38.0	17.8	8.1	9.6	25.9	245.6	270.6	296.6	22.2	23.3	25.1
1971	231.2	38.8	18.3	8.0	7.8	27.1	254.7	279.5	306.7	23.5	22.3	25.4

* Obtenidos de diferentes publicaciones del Banco de México y de NAFINSA. Principalmente de Cuentas Nacionales y Acervos de Capital y México en Cifras (sin cuidar de su validez estadística por utilizarse con fines de ejercicio). La notación por columnas corresponde a la dada en el texto del presente trabajo.

VALORES CALCULADOS Y RESIDUOS

Año	Cp	Ip	Mc	Mp	Mi	T	C	Yd	Y
1960	115.579 (3.02077)	12.7996 (1.50042)	6.39987 (0.300126)	4.69441 (0.405593)	6.38985 (0.710152)	9.05301 (1.04699)	124.898 (3.20213)	136.536 (3.76442)	145.59 (4.90967)
1961	117.958 (5.64191)	13.4543 (1.44572)	6.14981 (1.15019)	4.21012 (0.38988)	7.8046 (-1.0046)	8.87671 (1.42329)	128.178 (5.62213)	142.869 (4.63063)	151.803 (6.09701)
1962	132.706 (-4.60588)	16.8145 (-1.31448)	7.84138 (-0.141376)	4.88214 (-0.582144)	7.55621 (-0.656214)	11.2507 (-0.506779E-1)	144.483 (-4.58252)	159.688 (-5.6884)	171.148 (-5.84796)
1963	142.369 (-4.66859)	19.0792 (-2.17919)	8.59466 (0.305345)	4.95065 (0.150648)	8.32261 (-1.22261)	12.6428 (-0.842823)	155.624 (-4.62388)	171.94 (-5.24049)	184.709 (-6.20901)
1964	154.184 (-1.68381)	21.844 (-1.044)	9.62945 (-0.129453)	5.12067 (-0.206713E-1)	9.0477 (0.252296)	14.3092 (-0.709169)	169.291 (-1.99099)	187.609 (-1.90878)	202.08 (-2.68956)
1965	163.265 (-0.775379)	23.8543 (0.457031E-1)	11.0662 (-1.06622)	5.92391 (-0.123911)	7.88609 (1.41391)	16.3186 (-2.2186)	178.611 (-0.710778)	197.791 (0.309387)	214.188 (-1.88794)
1966	172.563 (-0.762758)	26.0495 (-1.74953)	11.7749 (-1.0749)	5.93766 (-0.376589E-1)	8.73187 (0.36813)	17.5101 (-0.910148)	189.319 (-0.918836)	211.064 (-0.76369)	228.689 (-1.68906)
1967	179.477 (1.8301)	27.6567 (2.14326)	12.286 (-0.886024)	5.99928 (-0.992837E-1)	9.27318 (0.826824)	18.3558 (0.544171)	197.351 (1.74921)	218.252 (4.04796)	236.804 (4.49558)
1968	196.387 (-0.386829)	31.5453 (0.854672)	14.1042 (-0.404184)	6.58759 (-0.287588)	9.40769 (0.992308)	21.0649 (-0.649317E-1)	215.991 (-0.39063)	238.967 (0.232892)	260.236 (0.664081)
1969	207.106 (-1.5059)	34.0078 (0.292167)	15.4054 (0.39462)	7.12309 (-0.123088)	9.07357 (-0.373569)	23.1057 (0.594308)	227.841 (-1.74097)	254.749 (-1.14944)	277.971 (-0.571252)
1970	218.6 (4.90028)	36.669 (1.33096)	16.3944 (1.40555)	7.31421 (0.785788)	9.74188 (-0.141882)	24.6324 (1.26761)	240.08 (5.52022)	267.029 (3.57138)	291.883 (4.71737)
1971	232.197 (-0.996812)	39.7257 (-1.3257)	18.1537 (0.146325)	8.15627 (-0.156267)	8.96475 (-1.16475)	27.18 (-0.800178E-1)	255.835 (-1.13508)	281.306 (-1.80587)	308.689 (-1.98893)

CONCLUSIONES

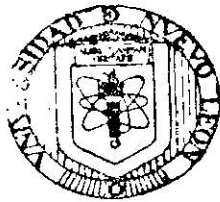
Para ser breves, las conclusiones pueden expresarse así:

El proceso de construcción de un modelo es un proceso enriquecedor de la teoría y del conocimiento del analista si después de formularse, resolverse teóricamente y aplicarse estadísticamente se vuelve a formularlo, variando la especificación de sus ecuaciones o incluyendo variables adicionales o excluyendo algunas que resulten irrelevantes o superfluas. A lo largo del proceso, adicionalmente, se obtienen enseñanzas teóricas y prácticas, por lo que resulta didáctico. Al resolverse un modelo se aclaran algunas de las interacciones implícitas en el mismo gracias a la función heurística que cumple, coadyuvando así a la reformulación del mismo.

El ejercicio aquí desarrollado muestra tanto las posibilidades de análisis teórico como de aplicación práctica. Es factible, por el simple análisis de la solución encontrada ver los efectos, en el contexto de la estática comparativa, de cualquier cambio que se presentara en alguna de sus variables exógenas. Por otra parte, se mostró que estadísticamente también es factible analizarlo, ya que el grado de correlación entre sus variables exógenas y endógenas es alto, con excepción de la ecuación para M_i , en que probablemente la relación fundamental debió guardarse con I_g ; aunque no se pudo llegar a estimar la segunda etapa del método por mínimos cuadrados en dos etapas, se indicó la forma en que se debe proceder para estimar de manera única todos los parámetros estructurales.

B I B L I O G R A F I A

- Achinstein, Peter. Los Modelos Teóricos. Problemas Científicos y Filosóficos. Suplementos III/8, U.N.A.M., México, 1967.
- Aganbeguian, A. Sobre el empleo de los métodos matemáticos en el análisis económico. Publicaciones Juceplan 1, La Habana Cuba, 1962.
- Baumol, W. J. Dinámica Económica. Marcombo, S.A., Barcelona, 1964.
- Beach, E.F. Modelos económicos, Ed. Aguilar, Madrid, 1965.
- Bunge, M. Teoría y Realidad. Ed. Ariel, Barcelona, 1972.
- Dagum, C. y E.M. Bee de Dagum. Introducción a la econometría, Ed. Siglo XXI, México, 1971.
- Dobb, M. Economía Política y Capitalismo. F.C.E. México, 1966.
- Fox, F. A. y otros. The Theory of Quantitative Economic Policy. With Application to Economic Growth and Stabilization. North Holland Pub. Co., Amsterdam, 1966.
- Gaudelier, M. Racionalidad e irracionalidad en Economía, Ed. Siglo XXI, México 1973.
- Kane, E. Economic Statistics and Econometrics. An Introduction to Quantitative Economics. Harper International Ed., N. Y., 1969.
- Kogiku, K. C. An Introduction to Macroeconomic Models. McGraw Hill Book, Co., U.S.A., 1968.
- Kornai, J. "Economic Systems Theory and general Equilibrium Theory". Acta Oeconómica, Vol. 6, No. 4, Budapest, 1971.
- Lapshin, O. y O. Sichivitsa. Conferencia en la Universidad de N. Lobachevsky, de la ciudad de Gorki (traducción particular).
- Zurawicky, S. Problemas Metodológicos de las Ciencias Sociales. Nuestro Tiempo, México, 1972.



BIBLIOTECA CONSUELO MEYER L.
FACULTAD DE ECONOMIA U. N. L.
MONTERREY, N. L.

