

ESPECIFICACION DE MODELOS ECONOMETRICOS DE DESARROLLO

El presente artículo tiene por fin analizar las fases que un planteamiento econométrico de la teoría económica del desarrollo exige cubrir para la elaboración de modelos sobre esta materia, así como dar cuenta de algunas de las más importantes aplicaciones realizadas.

Dado que la elaboración de modelos econométricos se apoya sustancialmente en las teorías económicas elaboradas sobre el tema de análisis, hemos de reconocer como fuente básica de inspiración para los estudios econométricos de desarrollo a la teoría económica correspondiente. Como indica CAMILO DAGUM en un reciente trabajo (1) (pág. 13): "En la realización reiterada del experimento estocástico Λ , tendremos un conjunto de observaciones que constituye una especie de modelo cuantitativo empírico, a partir del cual se construye, confirma o rechaza una teoría económica en términos probabilísticos. En este conjunto de observaciones va desapareciendo la significación de las fluctuaciones aleatorias de las observaciones individuales para dar paso a una forma típica de permanencia o regularidad estadística, a partir de la cual se elabora el modelo económico o econométrico en lenguaje matemático". En determinado sentido, el econométra no es sino —como en otro terreno lo es el político de la economía— un servidor del analista teórico. No es, sin embargo, este humilde papel en ningún caso despreciable. La econometría permite contrastar la validez tempoespacial de las diferentes "teorías" económicas, constituyendo, por tanto, la base de futuros perfeccionamientos en el análisis formal de las relaciones económicas, que nuevamente

(1) DAGUM, C.: "Bases y principios para la construcción de modelos en la Ciencia Económica. Un enfoque econométrico". Estadística Española, núm. 31. Abril-junio 1966, págs. 5-33.

exigirán su contraste con la realidad; se establece así un proceso continuo, básico para el progreso de la ciencia económica. La necesidad de este esfuerzo conjunto es, hoy día, generalmente aceptada. Así, indica ROJO con respecto al tema que directamente nos ocupa (2) (pág. 29): "La teoría económica del desarrollo es, hasta ahora, extremadamente formalista. Y si uno estima que la Ciencia Económica, si quiere ser ciencia, ha de ser empírica, habrá de aceptar la necesidad de que los estudios futuros se encaminen no hacia una creciente complejidad gratuita de los esquemas propuestos, sino hacia la elaboración de modelos susceptibles de una contrastación con la realidad que permita su selección como instrumentos explicativos válidos."

Ahora bien, los frutos del trabajo econométrico no los recoge únicamente la teoría económica, al igual que tampoco es esta ciencia la única que dirige las aplicaciones de la econometría. En cuanto que las aplicaciones econométricas se han de referir a una realidad concreta, la econometría ha de permitir establecer el diagnóstico sobre el que basen las intervenciones quirúrgicas en la actividad económica. A su vez, la econometría habrá de tamizar las teorías económicas por medio de los criterios selectivos que, en el ámbito y momento de aplicación, determine la política económica operante.

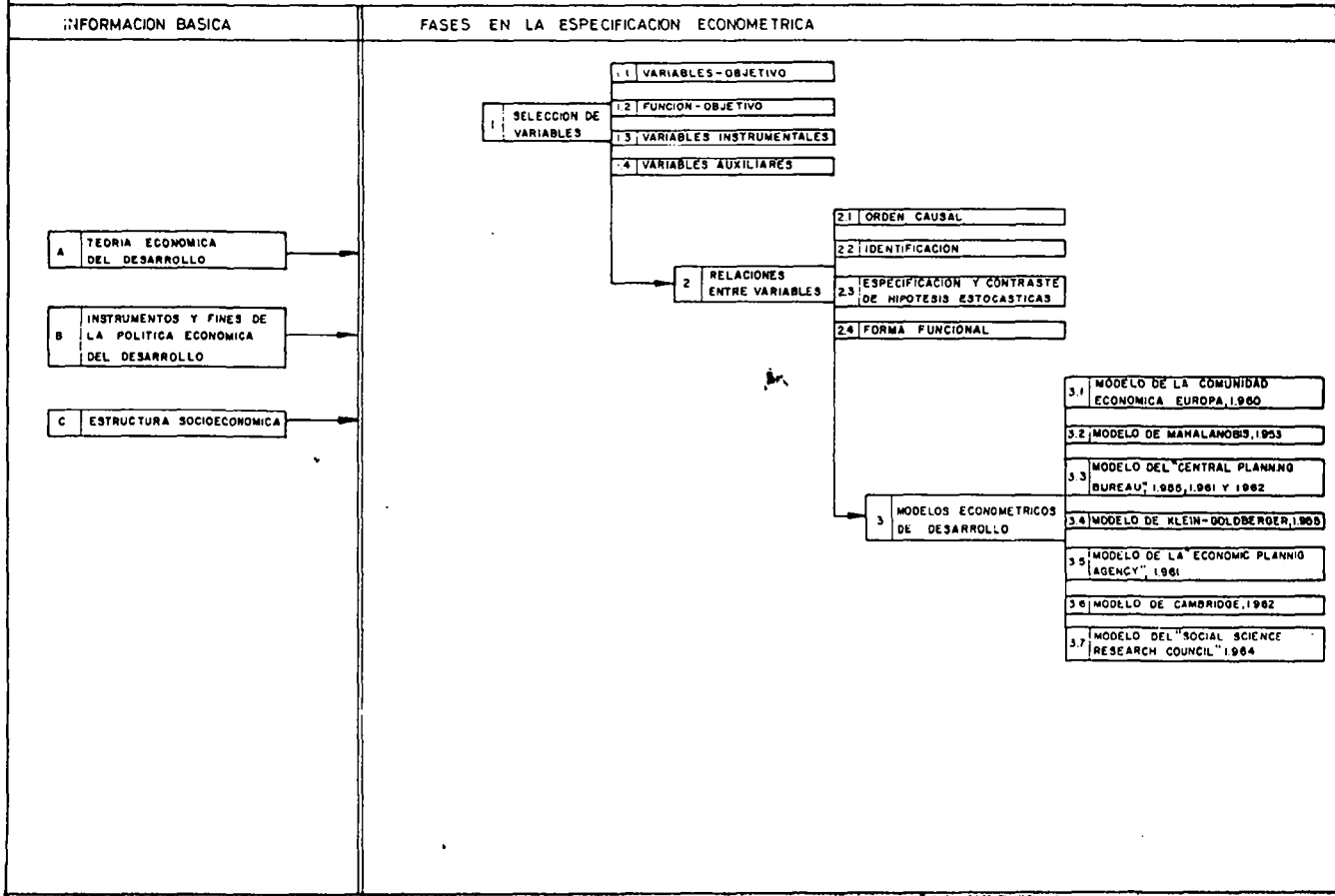
A partir de la información básica suministrada por la teoría económica del desarrollo, del conocimiento de los instrumentos de política económica, sus objetivos y fines, y apoyándose en la información estadística existente sobre la estructura socioeconómica del país o zona de aplicación, se elabora en fases sucesivas el modelo econométrico de desarrollo. En el esquema adjunto se incluyen estas fases, correspondiendo su numeración con la exposición que sobre ellas realizo en los posteriores epígrafes del presente trabajo.

1. SELECCIÓN DE LAS VARIABLES A INCLUIR EN UN MODELO ECONOMÉTRICO DE DESARROLLO.

Un modelo econométrico cuya finalidad sea la programación de la política económica de un país, ha de basarse en una clasificación de va-

(2) ROJO, L. A.: "Una guía a los modelos Postkeynesianos de desarrollo económico". Introducción a las "Lecturas sobre la teoría económica del desarrollo". Biblioteca de Ciencias Económicas, Ed. Gredos, 1966, págs. 7-29.

ESQUEMA DE ESPECIFICACION DE MODELOS
ECONOMETRICOS DE DESARROLLO



ESPECIFICACION DE MODELOS ECONOMETRICOS DE DESARROLLO

riables, similar a la propuesta por TINBERGEN que se recoge en el esquema adjunto (*).

Las variables exógenas del modelo pueden subdividirse en variables instrumentales y variables no controlables, según que estén o no bajo el dominio de los "policy-makers". Por su parte, las variables endógenas pueden tener una simple misión explicativa dentro del modelo o, por el contrario, constituir auténticos objetivos en nuestra política de desarrollo. En todo caso, existirá explícita o implícitamente una función-objetivo que se tratará de maximizar en un proceso de desarrollo, llámese esta función: utilidad, bienestar u ofelinidad social.

1.1. Variables-objetivos del modelo.

Recordaba recientemente un editorial de Información Comercial Española (4) "querer conservarlo todo equivale a perder los objetivos generales del plan. No es ni un contrasentido, ni una falta de previsión, el que la puesta en marcha de planes de desarrollo haya supuesto para muchos países occidentales la apertura de procesos inflacionistas". Es por ello que la selectividad de objetivos ha de regir básicamente cualquier proceso de desarrollo económico.

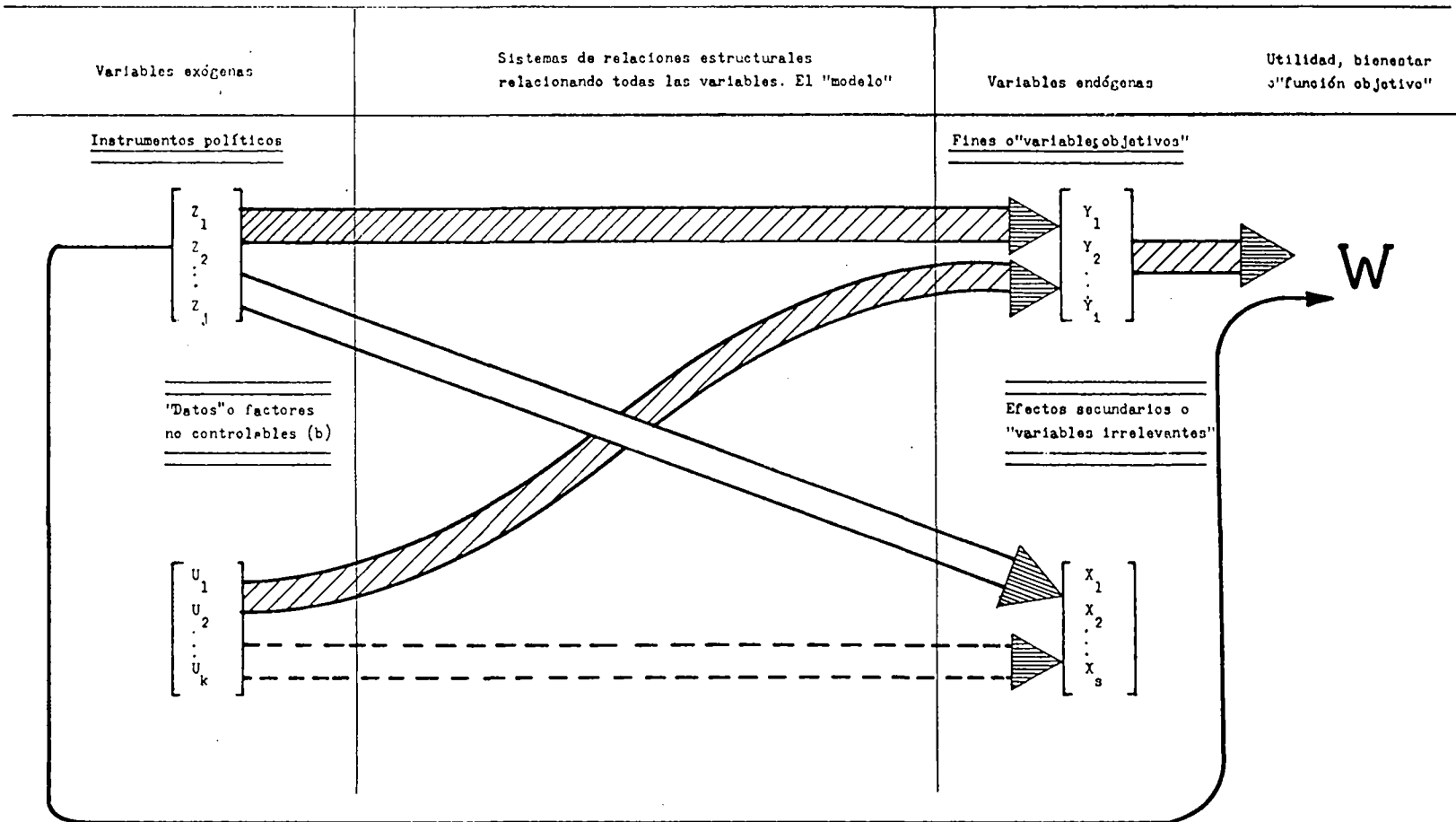
Una clasificación suficientemente consistente de los múltiples objetivos que puede perseguir la política económica de un país, ha sido propuesta por KIRSCHEN y MORISSENS (5).

1. Pleno empleo.
2. Estabilidad de precios.
3. Mejora de la balanza de pagos.
4. Expansión de la producción.
5. Mejora en la asignación de los factores de producción:
 - a) Promoción de la competencia interna.
 - b) Promoción de la coordinación.

(*) Este esquema ha sido elaborado por FOX y THORBECKE y se incluye en su trabajo (3) FOX, K. A., y THORBECKE, E.: "Specification of Structures and Data Requirements in Policy Models". Artículo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". The Brookings Institution, 1965, págs. 43-86.

(4) "Planificando". Editorial. "Información Comercial Española", núm. 395, julio 1966, págs. 51-55.

(5) KIRSCHEN, E. S., y MORISSENS, L.: "The objectives and Instruments of Economic Policy". Artículo correspondiente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". The Brookings Institution, 1965, págs. 111-133.



(a) Clasificación de Variables basada en J. Tinbergen

(b) No sujetos al control del político o al nivel de gobierno que fija los fines y usos de los instrumentos políticos en cuestión

- c) Incremento en la movilidad del trabajo entre regiones.
 - d) Incremento en la movilidad del capital entre regiones.
 - e) Promoción de la división internacional del trabajo.
6. Satisfacción de las necesidades colectivas:
- a) Administración general.
 - b) Defensa.
 - c) Asuntos internacionales.
 - d) Educación.
 - e) Sanidad.
7. Mejora en la distribución de la renta y la riqueza.
8. Protección y prioridad a regiones o industrias particulares.
9. Mejora en el patrón de consumo privado.
10. Seguridad de oferta.
11. Mejora en el volumen o estructura de la población.
12. Reducción de la jornada laboral.

Se trata, pues, de elegir entre estos múltiples objetivos —y por supuesto dentro ya de cada uno de ellos, en un proceso selectivo continuado— no sólo porque así lo exige la limitación de los recursos disponibles, sino porque es preciso evitar conflictos entre objetivos. “En la mayoría de los casos el conflicto es entre un objetivo servido por un incremento de los gastos públicos y/o reducción de impuestos (pleno empleo, expansión de la producción, satisfacción de las necesidades colectivas, mejora de la distribución de la renta) y un objetivo servido por la reducción del gasto y/o el incremento de los impuestos (estabilidad de precios, reducción del déficit en la balanza de pagos). A veces, sin embargo, el conflicto es entre un objetivo que requiere un comercio liberalizado (división internacional del trabajo, competencia interna, estabilidad de precios) y un objetivo que requiere restricciones (reducción del déficit de la balanza de pagos, protección)” (4, págs. 128).

1.2. *Utilidad, bienestar o función-objetivo.*

Si para la especificación de un modelo econométrico es esencial determinar cuáles son las variables endógenas a considerar como blancos de la política económica del país, no menos importante resulta pasar de estos objetivos parciales a los fines últimos, hasta llegar al establecimiento de una función-objetivo (utilidad, bienestar social, etc.) que tratará de optimizar el programa de desarrollo propuesto.

Para efectuar un planteamiento econométrico completo de un proceso de desarrollo socioeconómico, es preciso ponderar previamente la importancia de los resultados a obtener en relación con diferentes fines parciales. Plasmada la estructura económica de un país mediante un modelo econométrico más o menos complejo, que explique el comportamiento de las principales variables-objetivo, el ideal es no tratar a estos objetivos como variables independientes, sino como componentes, afectados de un coeficiente de ponderación, del bienestar social. Sólo en esta forma se harán explícitos ciertos juicios de valor que afectan a un proceso de desarrollo. La definición de la función-objetivo exigirá poner en evidencia la importancia comparativa que se confiere, por ejemplo, al crecimiento de la renta *per capita* en relación con una mejora en su distribución o con una disminución del paro real o encubierto.

Dice al respecto PIERRE MASSÉ, comisario general del "Plan d'Équipement et de la Productivité" francés (6).

"El procedimiento discrecional, desarrollado en Francia en el marco de la contabilidad nacional, se adapta bien a la elaboración de una variante *única* del plan. Por el contrario, se adapta menos a la elaboración y comparación de *variantes*. Primeramente porque resulta laborioso. A continuación porque introduce entre las variantes una subjetividad que pone en peligro de falsear las comparaciones. Por último, porque este procedimiento se presta poco favorablemente a una discusión abierta de las hipótesis."

FAIVELEY, por su parte, propone utilizar el concepto de *programación formalizada* como opuesto al de *programación discrecional*, ya que en la primera "los valores de las magnitudes que definen el plan de manera sintética (producciones, consumos, inversiones, etc.) por sectores o por categorías de bienes y servicios, son determinados por la resolución de un sistema de relaciones matemáticas. Esta concepción se opone a la planificación denominada discrecional, en la que la elección de estos valores se deja al juicio y la experiencia de los expertos. Explicitando las relaciones que sirven de base al establecimiento de perspectivas cifradas del plan, la programación formalizada permite una mejor comprensión de las consecuencias de las hipótesis de partida, pues proporciona rápidamente los resultados numéricos correspondientes, mediante la utilización de calculadores electrónicos.

(6) MASSÉ, P.: Comunicación al congreso de la "Econometric Society", de Boston, 28-XII-1963.

Se tiene así la posibilidad de explorar un gran número de posibilidades o "variantes", mientras que todo cambio en las hipótesis de partida es largo y fastidioso de tratar por los métodos discrecionales tradicionales" (7) (pág 11).

El proceso analítico exigido por una programación formalizada puede subdividirse en las siguientes fases, establecidas en el trabajo mencionado de VERHULST y FAIVELEY.

- A) Determinación de los criterios de optimización.
- B) Restricciones funcionales.
- C) Restricciones de objetivo y función-objetivo.
- D) Situación realizable y óptimo técnico-económico.
- E) Elección política de los parámetros directores.

Analizaremos a continuación cada una de ellas.

A) *Determinación de los criterios de optimización.*

En el apartado anterior se explicitaron las principales variables-objetivos de la política económica de un país. Ahora bien, esos objetivos son, en muchos de los casos, meramente instrumentales. Así, la mejora de la balanza de pagos de un país, por ejemplo, no incrementa directamente el bienestar social de la comunidad, si bien hace posible que la comunidad disponga de mayor cantidad y calidad de bienes y servicios.

Debe pasarse, por ello, de estos objetivos instrumentales a los fines, a las aspiraciones, expresadas según los juicios de valor de cada colectividad. La clasificación de los fines perseguidos por nueve países occidentales (*) puede ajustarse a los siguientes epígrafes:

1. Fines internos de la nación:
 - a) Bienestar material.
 - b) Equidad.
 - c) Reducción de tensiones sociales.

(7) VERHULST, M., y FAIVELEY, G.: "Le concept d'optimisation dans la planification économique et sociale". Cahiers du Séminaire d'Econométrie, núm. 8 "Les programmes d'expansion", 1965, págs. 7-17.

(*) Estados Unidos, Inglaterra, países del Mercado Común y Noruega. La clasificación pertenece a la publicación:

(8) KIRSCHEN, E. S. y otros: "Economic Policy in Our Time". Porth-Holland, 1964.

- d) Promoción de valores humanos.
- e) Ética y religión.
- f) Protección de personas y propiedades.

2. Fines externos de la nación:

- a) Seguridad exterior.
- b) Poder político.
- c) Solidaridad internacional.

3. Fines personales.

Para establecer, por tanto, la función-objetivo será preciso ponderar la influencia que cada variable-objetivo tiene en los respectivos fines admitidos por la colectividad y ponderar, a su vez, la importancia de cada fin para el bienestar de la colectividad. Claro es, que la de cada fin se transforma en un problema político, en forma tal "que la programación formalizada debería recurrir a resolverlo dando a los representantes políticamente responsables de los intereses de la nación la posibilidad de expresarse" (7, pág. 12).

RAMSEY en un artículo publicado en 1928 (9) limitaba las componentes de la función-objetivo, a dos:

- utilidad que supone para la colectividad la cifra alcanzada de consumo nacional, y
- desutilidad que supone para la colectividad la cantidad de factor trabajo empleado.

MALINVAUD, en un trabajo de reciente publicación (10), realiza interesantes aportaciones al tema de la programación formalizada, a partir de una función de utilidad colectiva cuyo único componente es la tasa de crecimiento del consumo nacional en los años del programa, ponderados por un factor de descuento según su lejanía del momento actual.

Por su parte, otro conocido econométra, HENRI THEIL, aborda también el tema que nos ocupa (11) a partir de las diferencias existentes entre los

(9) RAMSEY, F.: "A mathematical Theory of saving", *Economic Journal*, diciembre 1928.

(10) MALINVAUD, E.: "Les croissances optimales" *Cahiers du Seminaire d'Econometrie*, núm. 8: ("Les programmes d'expansion"), 1965, págs. 71-100.

(11) THEIL, H.: "Linear Decision Rules for Macrodynamical Policy Problems".

“valores deseados” por el político para las diferentes variables-objetivos y los valores actuales, ponderados por la importancia de cada objetivo en la denominada “función de preferencia”.

Sin duda, los trabajos de que se dispone sobre los criterios a integrar en una función objetivo, marcan únicamente el inicio de una tarea importante de investigación, ya que como indica FAIVELEY en el artículo anteriormente mencionado: “Como son estos factores muy heterogéneos, no puede casi esperarse encontrar una fórmula a la vez simple y realista que traduzca por sí sola el conjunto de los objetivos de la planificación”.

B) *Restricciones funcionales.*

Denominaremos restricciones funcionales a aquellas que se derivan del modelo econométrico aceptado, como representación más o menos esquemática de la realidad económica del país. Las congruencias internas que el modelo exige, determinan que sólo algunos valores especiales de las distintas variables del sistema puedan ser compatibles. De esta forma, las restricciones funcionales definen el conjunto de posibilidades tecnológicas entre las que puede elegir el planificador del desarrollo socioeconómico del país.

Cuál es la estructura de estos modelos econométricos de desarrollo, será tema fundamental de estudio en posteriores capítulos.

C) *Restricciones de objetivo y función-objetivo (*).*

Un planteamiento general —aunque excesivamente inconcreto— es el realizado por VERHULST y FAIVELEY (7, págs. 12-13), que podría resumirse en la forma siguiente:

1) Las restricciones funcionales determinan para las variables X, que son las que caracterizan la función-objetivo, un dominio D realizable en el sentido técnico-económico, en el cual se cumple: $F(X, A) \leq O$, en que A es la matriz de las constantes estructurales y el símbolo \leq es utilizado “debido a que, en general, estas relaciones traducen la existencia de un

Artículo perteneciente al libro “Quantitive Planning of Economic Policy”, The Brookings Institution, 1965, págs. 18-42.

(*) A fin de obtener una exposición más continuada, incluyo también en este punto las fases D) y E) de VERHULST y FAIVELEY, referentes a “situación realizable y oportuno técnico-económico” y a “elección política de los parámetros detectores”.

cierto máximo de empleos (o mínimos de recursos): por ejemplo, los efectivos ocupados deben ser inferiores o iguales a la cifra de población activa disponible, etc.”.

2) “En razón de la heterogeneidad de las opciones posibles desde el punto de vista de la finalidad de la planificación, puede suponerse que se plantea, para estas opciones consideradas más o menos independientemente, condiciones *a priori* que designaremos con el nombre de *restricciones de objetivo*.

Estas condiciones expresarán, por ejemplo, que el nivel de demanda de los hogares, al fin del período planificado, debe alcanzar un cierto mínimo, o bien que la duración del trabajo no debe sobrepasar cierto máximo. Este máximo o mínimo y otras magnitudes análogas figuran en las restricciones del objetivo, tomando el nombre de *parámetros directores* y designaremos su conjunto por δ .

Las restricciones de objetivo se expresan entonces en la forma de relaciones

$$\alpha(X, \delta) \leq 0$$

donde las variables X tienen la misma significación que para las restricciones funcionales. Ellas determinan, para estas variables, un dominio admisible, Δ , de las situaciones aceptables desde el punto de vista de las opciones finales de la planificación. Los parámetros directores, δ , que le determinan, son objeto de elección por parte de los responsables políticos.”

3) Ponderando adecuadamente cada variable, puede proponerse una función-objetivo, $\Phi(X)$, que deben hacer máxima las medidas de planificación del desarrollo que se adopten.

4) Ha de estudiarse la compatibilidad entre las restricciones funcionales y las de objetivo, definiéndose la intersección de los conjuntos D y Δ .

En caso de no existir una parte común a ambos conjuntos, será preciso suavizar las restricciones de objetivo.

5) Por último, se calcularán los valores de las variables integradas en X , que hacen máximo $\Phi(X)$, condicionado a que

$$F(X, A) \leq 0 \quad \text{y} \quad \alpha(X, \delta) \leq 0$$

Si se admite la forma lineal con relación a X , tanto para la función-objetivo como las restricciones, entonces el problema de maximización queda convertido en uno de programación lineal.

En el mencionado artículo de RAMSEY (9), publicado en 1928 y que

MALINVAUD supone que en su época "apareció como testigo de una utopía extravagante", se agregan todas las restricciones funcionales mediante las expresiones:

$$Q = f(N, K)$$

$$Q = C + \frac{dK}{dt}$$

en que Q es el flujo de producción neta, N el trabajo aplicado, K el "stock" de capital físico empleado y C el flujo de consumo.

Supuesto que se conoce la utilidad del consumo nacional, $U(C)$, y la desutilidad del trabajo utilizado, $V(N)$, es posible determinar las evoluciones a lo largo del tiempo de Q , N , K y C , de forma que se maximice la función colectiva de utilidad, integrada a lo largo de todo el periodo de planificación. Es decir, se trata de maximizar:

$$\int_0^T [U(c) - V(N)] dt$$

bajo las restricciones funcionales anteriormente impuestas y a partir de un valor inicial conocido del capital nacional.

MALINVAUD (10) considera que este planteamiento de RAMSEY "reúne varias audacias que se prohibían enérgicamente los economistas de la época: agregación completa de bienes, de funciones de producción y de utilidades, ausencia de todo factor de descuento en las combinaciones de utilidad referentes a períodos distintos, visión puramente planificadora del desarrollo. Así, el artículo no tuvo continuación y constituyó una investigación aislada, aunque fuera considerada en la época como una obra original. El problema planteado en 1928 con referencia al estudio de crecimientos óptimos, es actualmente objeto de numerosas investigaciones. Se ha convertido en el tema más en boga en los trabajos de economía matemática".

Un modelo con mayor grado de especificación ha sido el propuesto por RADNER en 1962 (12) y utilizado, en forma agregada, como punto de partida en los trabajos de MALINVAUD publicados en 1963 (13) y 1965 (ya mencionado como nota bibliográfica [10]).

(12) RADNER, R.: "Optimal Growth in a Linear Logarithmic Economy", *Working paper*, núm. 51, Center for Research in Management Science, University of California, 1962.

(13) MALINVAUD, E.: "Croissances optimales dans un modèle macroéconomique".

El modelo se aplica a una economía cerrada en la que existe un bien perfectamente homogéneo, que puede utilizarse indistintamente para su bien consumo como capital productivo. Puede establecerse así como condición de equilibrio en el momento t

$$S_t = K_t + C_t$$

en que S_t es el "stock" existente del bien, K_t el capital empleado durante el período y C_t el consumo.

Admitiendo, además, que el "stock" del período S_{t+1} viene determinado a partir de los factores de producción, ligados por una función del tipo Cobb-Douglas.

$$S_{t+1} = \rho_0 N_t^\alpha K_t^\beta (1 + \Phi)^t$$

Se supone, asimismo, que la población y la cantidad de trabajo constituyen variables exógenas en que el ritmo de crecimiento de las fuerzas de trabajo es constante:

$$S_{t+1} = \rho_0 N_t^\alpha K_t^\beta (1 + \Phi)^t$$

Dando el valor $t = 0$ para el año origen de la planificación y $t = T$ para el año horizonte, un programa no es sino una especificación de los valores particulares de las variables-objetivo para los momentos del tiempo de 0 a T . Todo programa que cumpla las restricciones funcionales impuestos por el modelo será denominado *posible*.

"A fin de efectuar la elección entre los diversos programas posibles, se impone un valor particular para el capital terminal, K_t , y se da una función de utilidad que reviste la forma siguiente:

$$U = \sum_{t=0}^T \gamma^t \log \frac{C_t}{P_t}$$

siendo γ un número positivo constante, que constituye un factor normativo de descuento (y P_t la población prevista para la época T)...

Un programa es llamado "óptimo para un capital terminal K_t " o

Memoria presentada a la "Semaine d'études de l'Académie Pontificale des Sciences" (7-12 octubre 1963).

incluso "pseudo-óptimo" (*) si resulta posible y maximiza U sobre el conjunto de todos los programas posibles que tienen el capital terminal K_t ."

Un factor extremadamente interesante de esta formulación de la función de utilidad colectiva, es la introducción de un descuento normativo en función del tiempo transcurrido desde el año inicial del plan y que tiene una sólida base en la "impaciencia" o preferencia por los consumos próximos, criterio lógico en las decisiones que ha sido analizado, entre otros autores, por TJALLING C. KOOPMANS (14).

Los desarrollos que sobre este planteamiento ha realizado MALINVAUD son de indudable interés. Téngase presente, sin embargo, que el fin de estos trabajos es determinar el "crecimiento óptimo" de una economía, midiéndose la utilidad colectiva solamente a partir de la consideración de una única variable-objetivo: el consumo.

Por el contrario, otros planteamientos, tales como el ya mencionado de HENRI THEIL (11), permiten la introducción de las diferentes variables objetivas a través de una función cuadrática de preferencia, tal como la siguiente:

$$w(x, y) = -h(x - \xi)^2 - k(y - \eta)^2$$

en que las letras latinas hacen referencia a los valores actuales de las variables objetivos y las letras griegas a los valores deseados por el político. Las constantes h y k son los coeficientes de ponderación de cada variable-objetivo, cuya estimación constituye el problema real de este enfoque.

En resumen, los estudios econométricos sobre elaboración de una función-objetivo que recoja la diferente importancia que una colectividad otorga a cada objetivo parcial, están proliferando en los últimos años en todos los países. Ha de reconocerse, sin embargo, que el problema queda en su mayor parte por resolver. Las elaboraciones actuales son o excesivamente teóricas o muy limitadas en su aplicación. Por supuesto, este

(*) La razón de esta denominación estriba en que el capital terminal K_t debe ser tal que permita la prolongación del programa más allá de T , continuando apareciendo como óptimo. Ahora bien, esta condición determina K_t de manera única y, entre toda la familia de programas pseudo-óptimos correspondientes a diversos valores de K_t , uno sólo puede pretender ser *óptimo*.

(14) KOOPMANS, T. C.: "Stationary ordinal utility and impatience". *Econometrica*, volumen 28, núm. (abril 1960), págs. 287-309.

resultado no resta en ningún caso validez alguna a los meritorios trabajos de investigación realizados, que abren el camino a posteriores investigaciones en este complejo campo de la elaboración de una función de bienestar para una colectividad.

1.3. *Variables instrumentales.*

Analizados en los dos epígrafes anteriores las variables-objetivo y la función-objetivo correspondiente, es ahora el momento de determinar cuáles son los instrumentos que la política económica precisa para alcanzar los fines propuestos. La variable instrumental es una variable exógena al modelo que está bajo el control de los ejecutores del plan. Una medida de política económica consistirá, por tanto, en la adopción de un valor particular para una variable instrumental determinada, a fin de influir en una a varias variables-objetivo.

Una clasificación de los instrumentos de política económica utilizados por nueve países occidentales (Estados Unidos, Inglaterra, Mercado Común y Noruega) en el período 1949-61, ha sido realizada por un grupo de expertos [8]. Los epígrafes generales de la clasificación realizada son:

1. Instrumentos de Hacienda Pública.

- a) Balances.
- b) Gastos del Gobierno.
- c) Ingresos del Gobierno.

2. Instrumentos de moneda y crédito.

- a) Nuevos créditos y préstamos gubernamentales.
- b) Operaciones del Gobierno con la deuda existente.
- c) Instrumentos basados en la tasa de interés.
- d) Instrumentos de actuación sobre la creación de créditos por los Bancos
- e) Instrumentos de actuación sobre créditos y préstamos de otras instituciones.

3. Tipo de cambio.

4. Instrumentos de control directo.

- a) Control de comercio exterior, cambio exterior y migraciones.
- b) Control de precios.
- c) Otros controles sobre la economía nacional.

5. Cambios en el sistema institucional.

- a) Cambios institucionales implicando otros instrumentos.
- b) Intervención directa en las condiciones de producción.
- c) Creación de instituciones internacionales.

Debido al elevado interés que considero ha de presentar para todo estudioso de estos temas, una tabla de relaciones entre variables instrumentales y variables objetivos, transcribo en cuadro adjunto la tabla elaborada por el mencionado grupo de expertos para nueve países occidentales.

1.4. *Otros tipos de variables.*

Han sido consideradas hasta este momento aquellas variables que presentan especial significación a efectos de planificación de un proceso de desarrollo. No obstante, existen otros tipos diferentes de variables que intervienen en la especificación econométrica de un modelo de desarrollo; principalmente son éstas:

- a) Variables exógenas no controlables o "datos"
- b) Variables endógenas desplazadas.
- c) Variables endógenas irrelevantes.
- d) Variables ficticias.
- e) Perturbaciones aleatorias.
- f) Errores de observación.

a) *Variables exógenas no controlables.*

Son estas variables cuyo comportamiento futuro no trata de explicar el modelo y que, además, están fuera del control de los programadores del desarrollo. Han de incluirse, sin embargo, estas variables en el mo-

TABLE 5-2. Instruments Used for Each Objective: Synthesis for the Nine Countries*

Objectives ↓ Instruments →	Families of Instruments →			Instruments of Public Finance					Instruments of Money and Credit					Exchange Rate	Instruments of direct control			Changes in the institutional framework			Number of instruments used
	A	B	C	A	B	C	D	E	A	B	C	A	B		C	A	B	C			
	Balance	Government expenditures	Government revenue	Government new borrowing and lending	Government operations in existing debt	Interest rate instruments	Instruments acting on credit creation by banks	Instruments acting on lending or borrowing by other agents	Control of foreign trade, foreign exchange and immigration	Control of prices	Other controls on the internal economy	Institutional changes involving other instruments	Affecting directly the conditions of production								
1. Full employment	X X	1 X X X X X X	X X X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	38	3		
2. Price stability	I I	1 X X X X X	X I I X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	44	9		
3. Improvement in the balance of payments	X X	X X X X X X	X X X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	48	6		
4. Expansion of production	X	I I X X X	X I X X X X	I X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	35	7		
5a. Promotion of internal competition																		13	1		
5b. Promotion of coordination				X														6	0		
5c. Increase in the mobility of labor		X X X																5	0		
5d. Increase in the mobility of capital			X															3	0		
5e. International division of labor		X X X X X	I	X X X					X X X									17	3		
6. Satisfaction of collective needs		I X X X I I X		X X X X X														12	4		
7. Improvement in the distribution of income and wealth		X X I X	I X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	25	4		
8. Protection and priorities to regions or industries		X I X X	X X X I X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	28	3		
9. Improvement in the pattern of private consumption		X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	9	0		
10. Security of supply		X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	16	0		
11. Improvement in the size or structure of population		X	X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	3	0		
12. Reduction in working hours																		1	0		
Number of objective served	4 3	7 10 6 4 5 7 3	7 6 7 7 6 6 2 2	3 9 3 2	3 3	4 1 7	4 3 4 5	3 3 4 3	3 2	7 5 7 3 6	7 5 5 6	9 8 6 3 3 6 4	3 2 6 4 5	3 4 1 6 6	12	303					
Number for which the instrument was important (I)	1 1	4 2 1 0 1 1 0	1 2 1 3 0 0 0 0	0 1 0 0	0 0	2 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	1 1	3 0 0 1 0	1 0 0 3	0 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 0	0 1 0 0 1	4						
Total																					
Total important instruments (I)																					

* Source: Economic Policy in Our Time (North-Holland, 1964), Vol. 1 facing p. 148, Table VII-1.

delo por resultar especialmente significativas como explicación de los valores que adopten las variables endógenas incluidas.

b) *Variables endógenas desplazadas.*

Se trata de variables cuyo comportamiento ha de explicar el modelo, pero que por estar referidas a periodos anteriores de tiempo ($t - k$) pueden considerarse como predeterminadas (al igual que las exógenas) ya que, a efectos de predicción, se conoce *a priori* cuál es el valor que se les debe dar en el modelo.

c) *Variables endógenas irrelevantes.*

Se denominan así aquellas variables cuyo comportamiento viene explicado a través de las relaciones del modelo, pero que, sin embargo, no constituyen objetivo de política económica. Estas variables deben introducirse por ser, a su vez, explicativas de otras variables endógenas que sí resultan "relevantes" para el proceso de desarrollo.

d) *Variables ficticias.*

Se caracterizan estas variables por tomar valores arbitrarios que normalmente sirven como ponderación de otras variables. Generalmente, se consideran como tal las variables auxiliares que toman los valores cero o uno, según que los datos tengan que venir afectados o no por un determinado parámetro.

e) *Perturbaciones aleatorias*

GARCÍA BARBANCHO (15) (págs. 47-48) las define como "aquellas variables que introducen los econométricos para suplir las deficiencias o la "incompletitud" de las teorías y de sus modelos, esto es, para recoger el efecto conjunto de múltiples variables individualmente irrelevantes y que, por ello, no figuran explícitamente en el modelo".

f) *Errores de observación.*

Estos errores provienen de la diferencia que siempre ha de existir entre las variables "latentes" o "exactas", es decir, aquéllas objeto de

(15) GARCÍA BARBANCHO, A.: "Fundamentos y posibilidades de la econometría", Ariel, 1962.

análisis en el seno de la teoría económica y las variables realmente observables, o sea, aquéllas de que el econométra dispone para efectuar las estimaciones de los parámetros del modelo (y las predicciones correspondientes).

El importante papel que estos errores de observación juegan en la adecuada utilización de un modelo econométrico, ha sido puesto de manifiesto en unos párrafos —ya frecuentemente recogidos en diversos trabajos sobre la materia— de Klein (16) (pág. 687).

“Si los resultados econométricos son hoy más usuales que en el pasado, esto es sólo parcialmente consecuencia del método particular de estimación, pero mucho más significativamente un producto de una investigación cuidadosa de un aspecto de naturaleza más pedestre. La construcción de la realidad institucional en formulaciones *a priori* de relaciones económicas y el refinamiento de la recogida de los datos básicos, han contribuido mucho a la mejora de los resultados econométricos empíricos que disponer de métodos más elaborados de inferencia estadística. Considero mejoras en precisión de los juicios econométricos del orden de magnitud del 50 por 100 como resultado de un mejor conocimiento del funcionamiento de las instituciones económicas, mediante el uso de nuevas medidas de variables y a partir de la utilización de datos más depurados. como contraste, espero mejoras marginales del 5 por 100 mediante el uso de métodos más potentes de inferencia estadística. Todos los caminos de mejora deben proseguirse, dado que toda ganancia, no importa que sea pequeña, es valiosa, aunque las diferentes contribuciones se consideren en su perspectiva real. La adopción de métodos más potentes de estadística matemática no es una panacea.”

2. ESPECIFICACIÓN DE LAS RELACIONES ESTRUCTURALES EN MODELOS DE DESARROLLO.

Una vez analizados en el capítulo anterior, los diferentes tipos de variables que pueden ensamblarse en un modelo, pueden resumirse las restantes etapas que es preciso cubrir hasta especificar plenamente un modelo de desarrollo, en:

- a) Establecimiento del orden causal.
- b) Identificabilidad del modelo.

(16) KLEIN, L. R.: “Single Equation vs. Equation System Methods of Estimation in Econometrics”. *Econometrica*, vol. 28, núm. 4 (octubre 1960), págs. 866-871.

- c) Especificación y contraste de las hipótesis estocásticas.
- d) Determinación de la forma funcional de las ecuaciones del modelo.

2.1. *Establecimiento del orden causal.*

Es básico tener presente, a la hora de construir un modelo econométrico, que las relaciones que ligen las variables han de ser, fundamentalmente, conductoras de las relaciones causa-efecto entre cada variable endógena y sus respectivas variables explicativas.

Refiriéndome en otro trabajo (17) (pág. 111) a la relación de causalidad existente entre turismo y renta de país, hacía las siguientes observaciones, plenamente generalizables al tema que nos ocupa:

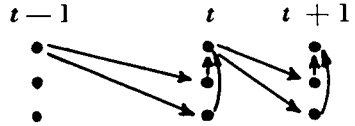
"Ahora bien, hemos de partir de que se trata de construir un modelo econométrico y no de realizar un simple análisis de regresión. Por ello, no podemos admitir la relación turismo-renta por el simple hecho de que durante cierto período ambos fenómenos han tenido un movimiento creciente. Es éste un error muy difundido en los últimos años. Cuando se intenta analizar la marca de un fenómeno de importancia creciente en el tiempo, se relaciona —a la mínima posibilidad teórica— con la renta. Sin embargo, este proceder carece de sentido para la econometría. En puro análisis de regresión, si observamos una fuerte correlación entre el número de turistas y la cantidad de periódicos que se publican, aprovecharemos esta fuerte relación para explicar el número de los primeros que vendrán en los próximos años por una estimación de número de periódicos o viceversa. No es que creamos en una relación entre ambas variables, no admitimos causalidad, pero suponemos puede existir una cierta concausalidad, debida a que ambos fenómenos pueden tener unas variaciones provocadas por causas comunes en parte a ambos. La simple regresión tiene que ser, sin embargo, abandonada a fines de predictivos, ya que la inexistencia de una relación directa entre las variables lleva a que pueda tenerse una confianza muy reducida en los resultados o, dicho en otras palabras, que los intervalos de la estimación son tan amplios que frecuentemente anulan el valor de la predicción. Por ello es necesario "modelizar", y éste es un fuerte argumento de la necesidad de la Econometría."

(17) PULIDO, A.: "Introducción a un análisis econométrico del turismo". Instituto de Estudios Turísticos. Cuaderno Monográfico núm. 5, 1966.

La relación causal entre variables, que implica la teoría económica recogida por un modelo, puede expresarse a través de un esquema de flechas. Utilizando los ejemplos propuestos por Bentzel y Hansen (18) se obtiene el siguiente esquema de causalidad:

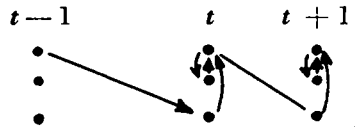
Modelo 1

(1)	$Y_t = C_t + I_t$	Y
(2)	$C_t = f(Y_{t-1})$	C
(3)	$I_t = F(Y_{t-1})$	I



Modelo 2

(1)	$Y_t = C_t + I_t$	Y
(2)	$C_t = f(Y_t)$	C
(3)	$I_t = F(Y_{t-1})$	I



La diferencia esencial entre ambos modelos, desde el punto de vista econométrico, es que mientras en el primero no se da una relación doble, en que dos variables intervengan recíprocamente como causa y efecto, en el modelo 2 existe la doble relación causal $Y \rightarrow C$, $C \rightarrow Y$. Al primer tipo de modelos se le denomina "recursivo" y al segundo "interdependiente", con implicaciones significativamente diferentes desde el punto de vista econométrico y especialmente en el proceso de estimación de parámetros.

Existe un amplio debate entre los econométricos sobre preferencias en la utilización de modelos interdependientes o recursivos. El principal propugnador de los modelos recursivos (o en "cadena causal") es HERMAN WOLD, que establece como principal razón (19) (pág. 418) el hecho

(18) BENTZEL, R., y HANSEN, B.: "On Recursiveness and Interdependency in Economic Models", *Review of Economics Studies*, vol. 22, núm. 3, 1954-55, págs. 153-168.
 (19) STROTZ, R. H., y WOLD, H.: "Recursive vs nonrecursive systems: an attemptal synthesis". *Econometrica*, vol. 28, núm. 2, abril 1960, págs. 417-427.

de que en un modelo de este tipo si "z es causa de y por hipótesis, es o puede ser posible controlando z, controlar indirectamente y, al menos estocásticamente. Pero puede o no ser posible controlando y, controlar indirectamente z. Una relación causal es, por tanto, esencialmente asimétrica".

Por ello, sólo en un modelo recursivo puede darse a los coeficientes una "interpretación causal". Sin embargo, y tal como indican FOX y THORBECK [3] (págs. 59) "en muchos casos la elección del (tipo de) modelo depende de los propósitos de explicación del modelo y del uso al cual será sometido", quedando en segundo término los criterios que teóricamente aconsejan la interdependencia o recursividad.

2.2. *Identificabilidad del modelo.*

Una vez especificada la relación causal y en caso de que el modelo sea interdependiente, se presenta con especial trascendencia el tema de la identificación de las relaciones estructurales. Dada la existencia de interdependencias entre las variables endógenas, no puede efectuarse la estimación directa en cada relación —considerada independientemente— de los parámetros que en ella se incluyen. Es preciso resolver el sistema, pasando a despejar las variables endógenas en función de las determinadas (modelo en forma reducida) y estimar los parámetros en estas nuevas relaciones. No obstante, la estimación de las relaciones de este modelo, deducido matemáticamente, carece de significación económica. Es preciso por ello retornar al modelo original (modelo en forma estructural), lo cual no siempre es posible. Según que del sistema formado por las relaciones entre los parámetros del modelo en forma reducida y en forma estructural, sea posible deducir valores únicos, valores múltiples o se dé lugar a un sistema incompatible, así el modelo será calificado de exactamente indentificable, no identificable o superidentificable, respectivamente.

Las implicaciones econométricas del problema de la identificación consisten en que:

— Si el modelo es exactamente identificable puede utilizarse un procedimiento de estimación poco laborioso: mínimos cuadrados.

— Si el modelo es no identificable, será preciso reformarlo, dado que existe una similitud entre diferentes relaciones estructurales.

— Si el modelo es superidentificable, podrá efectuarse la estimación

de los parámetros, aunque el proceso será significativamente más laborioso: por ejemplo, máxima-verosimilitud.

2.3. Especificación y contraste de las hipótesis estocásticas.

Ahora bien, como indica HEMAN WOLD (20) (pág. 5.).

“La especificación

{ estímulo (causa) $x \rightarrow$ respuesta (efecto) y
repetición bajo condiciones constantes.

Cubre una amplia parte de los experimentos controlables, en los cuales su propio diseño sirve para establecer la hipótesis causal $x \rightarrow y$ y en los que el análisis estadístico puede enfocarse sobre problemas estocásticos de estimación de parámetros e intervalos de confianza. La hipótesis causal $x \rightarrow y$ es igualmente frecuente en el análisis no experimental (propio del campo socioeconómico), pero aquí las variaciones del factor causal x no pueden ser puestas de relieve tomando como referencia un fondo constante y , por tanto, la verdadera relación de la hipótesis $x \rightarrow y$ puede ser discutible, dando origen a problemas de especificación que han de ser resueltos por uno u otro camino antes de que las técnicas estadísticas pueden ponerse en acción.”

Es preciso por esta razón complementar la especificación del modelo con ciertas hipótesis a contrastar en cada caso, referentes principalmente a la distribución estocástica de los errores incluidos en el modelo.

Las hipótesis que generalmente se admiten (*) pueden resumirse en los siguientes apartados:

a) *Ausencia de colinealidad entre las variables predeterminadas.*— Una colinealidad total entre las variables predeterminadas lleva consigo

(20) WOLD, H.: “Forecasting by the chain principle”. Artículo perteneciente al libro editado por H. WOLD “Econometric Model Building”. North-Holland, 1964.

(*) Puede consultarse principalmente:

(21) MALINVAUD, E.: “Méthodes Statistiques de l'économétrie”, Dunod, 1964, Col. “Finance et Economie Appliquée”, vol. XVI.

(22) ALCAIDE, A.: “Teoría formal de la regresión lineal”. *Anales de Economía*, número 6, abril-junio 1964.

(23) ARNAIZ, G.: “Regresión entre magnitudes”. *Estadística Española*, núm. 13, octubre-diciembre 1961.

la imposibilidad de identificar el modelo. Se dan, frecuentemente, sin embargo, casos de existencia entre estas variables de relaciones lineales aproximadas que hacen poco fiables las estimaciones obtenidas para los parámetros del modelo.

b) *No existen errores en las observaciones de los valores que adoptan las variables incluidas en el modelo.*—Esta hipótesis se admite, generalmente, dado que “aunque los datos económicos estén indiscutiblemente provistos de errores de medida más o menos grandes, se estima frecuentemente que estos errores carecen de importancia en comparación con elementos no observables que influyen en la determinación de las variables endógenas” (perturbaciones aleatorias). La ciencia econométrica presta en la actualidad un interés preferente a este tema, elaborando métodos de análisis que puedan eliminar esta restricción.

c) *Las perturbaciones aleatorias siguen una distribución normal con media cero y varianza constante e independiente de las variables predeterminadas.*—Como indica GARCÍA BARBANCHO [15] (págs. 40 y 64). “Modelo econométrico es un modelo económico que contiene las especificaciones necesarias para su aplicación empírica.” “Los modelos económicos de tipo teórico sólo requieren las especificaciones relativas a las relaciones estructurales. Los modelos económicos de carácter econométrico exigen, además de las especificaciones anteriores, las referentes a la distribución de las perturbaciones aleatorias que se introducen con la finalidad ya conocida de *tapar la brecha entre la teoría y los hechos.*”

La justificación de por qué las hipótesis propuestas hacen referencia a una distribución normal con parámetros determinados y ciertas condiciones de independencia, escapan a los fines del presente artículo. Únicamente quiero señalar que estas hipótesis han de contrastarse al aplicar un modelo determinado y que resultan básicas para obtener estimadores que gocen de buenas propiedades, así como para calcular los intervalos de confianza de las estimaciones efectuadas.

2.4. *Determinación de la forma funcional de las ecuaciones del modelo.*

La especificación de las relaciones concretas que ligan las variables implicadas en el proceso de desarrollo según el orden causal establecido y de acuerdo con las hipótesis estocásticas admitidas, es un problema con doble vertiente estadística y económica. Por una parte, la forma funcional podrá deducirse (para el período muestral) de un análisis estadístico de la información existente. Para proyecciones a corto plazo

este proceder puede resultar suficiente, en cuanto la relación observada entre variables puede ser indicativa de la relación esperada, por ejemplo, para el próximo año.

Sin embargo, cuando las proyecciones a realizar mediante un modelo econométrico han de referirse a un plazo más amplio, es imprescindible partir del análisis teórico de las relaciones funcionales entre variables, ya que en el futuro pueden esperarse cambios de tendencia en la evolución del fenómeno. Por tanto, si siempre la econometría exige un profundo conocimiento de la teoría económica correspondiente al tema objeto de investigación, este aspecto queda acentuado al tratarse de modelos econométricos de desarrollo, en que las proyecciones habrán de realizarse a varios años vista.

El apartado tercero de este trabajo lo dedicaré a hacer una breve referencia de los principales modelos econométricos de desarrollo que han sido utilizados por diferentes países. En este punto únicamente quiero dejar constancia del interés que para las elaboraciones econométricas tales como el de crecimiento a largo plazo propuesto por SOLOW, el modelo "keynesiano" de Kaldor o el Svernilson, por citar tan sólo tres modelos cuya trascendencia econométrica me ha sugerido la lectura de una selección de trabajos sobre teoría del desarrollo realizada recientemente por ROJO (24).

Un análisis econométrico de cualquiera de estos modelos u otros similares, exigiría la realización de un trabajo monográfico sobre el tema y rebasa por ello los límites de este artículo.

3. *Experiencias en la utilización de modelos econométricos de desarrollo.*

Las experiencias existentes sobre planificación del desarrollo con base en modelos econométricos son reducidas, refiriéndose exclusivamente a un pequeño número de países y sólo en los últimos años. Sin embargo, como indica ALCAIDE (25) (pág. 155), aunque en general las técnicas planificadoras "no se hayan apoyado fundamentalmente en modelos econó-

(24) "Lecturas sobre la teoría económica del desarrollo". Selección e introducción de L. A. ROJO DUQUE. Biblioteca de Ciencias Económicas, Ed. Gredos, 1966.

(25) ALCAIDE, A.: "Técnicas econométricas para la programación del desarrollo económico". *Boletín de Estudios Económicos*, vol. XVIII, núm. 58, enero-abril 1963, páginas 137-156.

métricos, la Econometría ha jugado casi siempre un papel orientador al fijar las tendencias que deben seguir durante los años del plan ciertas magnitudes macroeconómicas; al precisar los límites entre los que deben variar los desarrollos de ciertos sectores para evitar embotellamientos del sistema productivo y conseguir los objetivos previstos en el plan; al estimar las variaciones de la demanda de las economías familiares ante las hipótesis alternativas de tasas de crecimiento de la renta propuesta por los planificadores, etc.”.

Puede afirmarse por ello que la econometría es utilizada —en forma más o menos refinada e incluso traicionando sus principios metodológicos más elementales— por todos los países que establecen una planificación de su desarrollo. Sin embargo, y tal como indicaba en un principio, es reducido el número de aportaciones auténticamente económicas de que se dispone en este terreno del desarrollo socioeconómico.

Dedicaré los siguientes epígrafes a delimitar las líneas generales de los principales modelos econométricos que han sido utilizados en la planificación del desarrollo:

- a) Modelo de la Comunidad Económica Europea.
- b) Modelo de Mahalanobis.
- c) Modelos del “Central Planning Bureau”.
- d) Modelo de Klein-Goldberger.
- e) Modelo de la “Economic Planning Agency”.
- f) Modelo del “Social Science Research Council”.
- g) Modelo de Cambridge.

Claro es que un análisis detallado de estos modelos escapa a los límites del presente trabajo, limitándome por ello a una exposición de sus características básicas.

3.1. *Modelo de la Comunidad Económica Europea (C. E. E.), 1960.*

Realizado por un grupo de expertos bajo la presidencia de RUDOLF REGUL. Son éstos, W. BANER, J. BINARD, VERA, CAO-PINNA, C. GRUSON, E. S. KIRSCHEN y P. J. VERDOOM, representantes de los distintos países integrantes de la Comunidad (26).

(26) Office statistique des communautés européennes (C. E. E.) “Méthodes de prévision du développement économique à long terme”, diciembre 1960 (“Informations statistiques”, núm. 6).

El modelo planteado se compone esencialmente de dos tipos de ecuaciones: la de producción (COBB-DOUGLAS) y la de demanda, que se confrontan posteriormente. Se distinguen fundamentalmente cuatro sectores: agricultura, administración pública, servicios de alojamiento e industria, siendo a este último sector al que realmente se le somete a un tratamiento econométrico. Posteriormente, mediante la utilización de tablas "input-output" se pasa a establecer la producción por ramas.

Las funciones tipo Cobb-Douglas, de gran solera en las investigaciones econométricas, se obtienen tanto para países aislados como para el conjunto de la Comunidad. El tamaño de la muestra (número de años considerado) oscila entre dieciocho y sesenta y nueve, según países. Se efectúa, asimismo, un doble análisis de sección mixta para el conjunto, con 11 y 22 observaciones.

Ahora bien, admitida para una nación una función de producción tipo Cobb-Douglas, pueden efectuarse estimaciones de la producción futura, conocidos los incrementos en las cantidades aplicadas de los factores de producción. Sin embargo, las cantidades disponibles de estos factores no puede considerarse, consecuentemente, como variables exógenas. Deben hacerse explícitas las funciones de oferta de los factores y ha de admitirse la dependencia que, sobre el "stock" de bienes capital, tiene el volumen alcanzado por la producción del país.

El modelo parcial de oferta propuesto por el Gabinete Estadístico de la C. E. E. es de este tipo.

$$\text{Función de producción: } P_t = \Gamma T_t^\alpha C_t^\beta e^{\delta t} \text{ con } \alpha + \beta = 1$$

$$\text{Oferta de trabajo: } T_t = a e^{bt}$$

$$\text{Oferta de nuevo capital: } I_t = d P_t$$

en que t es el tiempo, P la producción, T y C las cantidades aplicadas de factor trabajo y capital, respectivamente (*).

(*) En un trabajo en imprenta:

(27) PULIDO, A.: "La función de producción Cobb-Douglas: Una importante aplicación econométrica del conocimiento de la riqueza nacional", pendiente de su edición por la Universidad de Deusto, he efectuado estimaciones de la función Cobb-Douglas y del progreso técnico (como factor residual) para nuestro país.

Por su parte, la demanda del país es analizada mediante hipótesis de previsión referentes a cada uno de sus componentes:

- consumo privado;
- gastos de la Administración;
- formación bruta de capital fijo de las empresas e inversiones en viviendas;
- variaciones de los "stocks", y
- saldo de las transacciones corrientes con el exterior.

3.2. Modelo de Mahalanobis, 1953.

Como base para el establecimiento del segundo plan de desarrollo de la India, MAHALANOBIS propuso (28) un modelo con relaciones referidas a producción de bienes capital y bienes de consumo (**):

$$I_t - I_{t-1} = \beta_K \lambda_K I_{t-1}$$

$$C_t - C_{t-1} = \beta_C \lambda_C I_{t-1} \text{ con } \lambda_K + \lambda_C = 1$$

en que I expresa la inversión total que se descompone en $\lambda_K I$, inversión empleada en la producción de bienes de capital y $\lambda_C I$, inversión empleada en la producción de bienes de consumo.

Realmente las anteriores ecuaciones no son, por tanto, sino relaciones aproximadas capital-producto. MAHALANOBIS pasa de estas relaciones a la ecuación final de determinación de la renta:

$$Y_t = Y_0 \left[1 + \alpha_0 \frac{\lambda_K \beta_K + \lambda_C \beta_C}{\lambda_K \beta_K} \{(1 + \lambda_K \beta_K)^t - 1\} \right]$$

en que Y_0 es la renta inicial y α_0 la tasa inicial de inversión; $\alpha_0 = \frac{I_0}{Y_0}$.

El modelo de Mahalanobis pertenece al tipo de modelos con elevado grado de agregación en que las variables claves son la renta y la inversión.

(28) MAHALANOBIS, P. C.: "Some observations on the Proces of Growth of National Income". *Sankhya*, diciembre 1953.

(**) MAHALANOBIS ha propuesto asimismo otra variante en que la producción de bienes de consumo se subdivide en: a) producción fabril; b) producción casera y artesana (incluyendo productos agrícolas) y c) servicios.

Puede considerarse su elaboración como un perfeccionamiento de otros modelos similares, tales como los de HARROD-DOMAR o la variante de éste propuesta por CHAKRAVARTY (29) (págs. 39-40).

3.3. *Modelos del "Central Planning Bureau" (CPB); 1955, 1961 y 1962.*

En 1945 se estableció el "Central Planning Bureau" holandés y por la "Central Economic Plan Act" de 1947 se define su misión de proporcionar regularmente "información sobre el desarrollo futuro de la producción y los precios, sobre la futura renta nacional y el gasto y sus componentes; en resumen, sobre todas aquellas variables consideradas relevantes para la coordinación de la política económica, social y financiera".

A partir de este momento, los trabajos realizados por el CPB pueden considerarse como pioneros en este campo de los modelos económicos de desarrollo (*).

Ello no ha de extrañar si tenemos presente que durante muchos años fue TINBERGEN el que dirigió los trabajos del CPB, creando una escuela de econométricos especializados en modelos de desarrollo, que pueden considerarse como una de las más completas existentes en la actualidad.

Para utilizar en la planificación correspondiente al año 1955, fue elaborado un modelo que se realizó en gran parte bajo la dirección del profesor TINBERGEN, al que posteriormente sustituye F. L. POLAK como director del CPB (32). El modelo consta de veintisiete ecuaciones, agrupadas en la forma ya clásica de ecuaciones definicionales (12 en total), institucionales (4), técnicas (2) y de comportamiento (9). La base estadística está referida al período 1949-55.

(29) CHAKRAVARTY, S.: "The logic of Investment Planning". North-Holland, 1959.

(*) Puede consultarse al respecto:

(30) VA DEN BELD, C. A.: "Short-Term Planning Experience in the Netherlands". Artículo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". Brookings Institution, 1965, págs. 134-162.

(31) HESSEL, W.: "Quantitative Planning of Economic Policy in the Netherlands". Artículo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy", Brookings Institution, 1965, págs. 163-178.

(32) Central Planning Bureau. "Scopes and Methods of the Central Planning Bureau", 1956.

En este mismo año se proponía para utilizar en 1970, con base informativa más amplia, un modelo compuesto por diecisiete ecuaciones relativas a explicar fundamentalmente la evolución de los factores de producción y de las importaciones. Se establecen como variables-objetivo la cantidad de capital exportado y la renta "per capita" de cada año.

Para el plan correspondiente al año de inicio, 1961, TINBERGEN e IDENBURG proponen un nuevo modelo que aplican KOYCK y VERDOORN, con el apoyo financiero de la "Organización holandesa para la investigación científica pura" (33). El período base para efectuar la estimación de los parámetros fue 1923-1938 y 1949-1957 y el modelo consta de 36 ecuaciones, clasificadas en los siguientes apartados:

1. Ecuaciones de reacción:

- a) Categorias de gastos (4).
- b) Factores de producción y capacidad (3).
- c) Precios (4).

2. Ecuaciones de definición:

- a) Relaciones entre valor y volumen (6).
- b) Totales de gastos (5).
- c) Costes y márgenes (3).
- d) Desempleo (2).
- e) Ingresos (4).
- f) Impuestos (2).
- g) Influencias desplazadas (2).

Este modelo es un perfeccionamiento de los anteriores en cuanto que tiene más presentes los aspectos dinámicos del desarrollo a corto plazo.

Un nuevo perfeccionamiento —en aspectos no esenciales— fue realizado por el CPB para el modelo correspondiente al año 1962 (34).

(33) Central Planning Bureau. "Central Economic Plan 1961", 1961.

(34) VERDOORN, P. J., y POST, J. J.: "Capacity and Short-Term Multipliers". Trabajo presentado al XXV Congreso Europeo de la Econometric Society, julio 1963.

Por el indudable interés de este último trabajo, considero conveniente transcribir el modelo íntegramente (*).

EL MODELO DE 1962

I. Ecuaciones de comportamiento:

- (1) $C = 0,58L_{-1/4}^B + 0,19Z_{-3/4}^B + 0,40\Delta p_c - 0,19\Delta C_{-1} + 0,06c_{-1}^r - 0,50.$
- (2) $I = 0,68p_i - 4,54\Delta\tilde{w}_1 + 0,75c_{-1}^r + 0,73(Z_{-1} - T_z'') + 0,50.$
- (3) $N = 0,32v' + 0,76K - 1,29\tilde{N}_{-1}/\tilde{V}'_{-1} + 0,15p_m + 0,38t^* + 0,08.$
- (4) $b = 0,528\Delta\tilde{w}_1 - 0,99(p_b - p_b') - 0,69\Delta p_v' + 1,39b_c - 1,02(p_b - p_b')_{-1} + 0,18.$

ii. Factores de la producción y capacidad.

- (5) $m = 0,91v_m + 0,29\Delta v_m + 2,10N - 0,34p_{m-v'} + 0,37\Delta p_v' - 4,08\Delta\tilde{w}_{1-1/2} - 0,30k + 0,26k' + 1,00.$
- (6) $a = 0,26v_a + 0,24K + 0,11p_{m-v'} + 0,04c_{-1}^r - 1,07\Delta\tilde{w}_{1-1} + 0,50.$
- (7) $\Delta w = -0,50a + 0,34 \frac{\Delta\tilde{P} - \Delta\tilde{a}_0}{P_{B-1}} - 0,03\Delta\tilde{T}_c + \Pi_w - 9,48.$

iii. Salarios y precios.

- (8) $l - .68L_{-1} = 0,44p_c - 0,99(\Delta\tilde{w}_1 - 0,68\Delta\tilde{w}_{1-1}) - 2,16(\Delta\tilde{w}_{1-1} - 0,68\Delta\tilde{w}_{1-2}) + 0,33 \{(v' - a)_{-1} - 0,68(v' - a)_{-2}\} + 0,51.$
- (9) $p_c = 0,45H_{-1/2} - 0,55(v - m)_{-4/10} + 0,26p_{-m4/10} + 0,22T_{K'_{-1/3}} - 0,09c_{-1}^r + 0,14.$

(*) Posteriormente el CPB ha iniciado sus investigaciones a fin de elaborar un modelo que permitiese predicciones a más largo plazo, pero aún no dispongo de información sobre los resultados de estos trabajos.

- (10) $p_i = 0,24H + 0,43p_m + 0,38p_{i-1} + 0,90.$
 (11) $p_b = 0,27H + 0,38p_m - 4,63(\Delta\tilde{w}_i - 0,48\Delta\tilde{w}_{i-1}) +$
 $+ 0,31p_b' - 1,38.$
 (12) $p_z = 0,40H + 0,53\Delta H + 0,25p_m + 44p_{x-1} + 0,57.$

II. Ecuaciones de definición:

i. Relaciones entre variables cuantitativas y monetarias.

- (13) $C = c + p_c.$
 (14) $X = x + p_x.$
 (15) $I = i + p_i.$
 (16) $B = b + p_b.$
 (17) $M = m + p_m.$
 (18) $V' = v' + p_{v'}.$
 (19) $V = v + p_v.$

ii. Componentes del gasto.

- (20) $v' = 0,48c + 0,14x + 0,11i + 0,27b.$
 (21) $v_a = 0,46c + 0,20x + 0,16i + 0,18b.$
 (22) $v_m = 0,45c + 0,15x + 0,11i + 0,29b.$
 (23) $p_{v'} = 0,47p_c + 0,14p_x + 0,11p_i + 0,27p_b.$
 (24) $V = 0,44C + 0,14X + 0,10I + 0,25B + 0,92N + 0,06D.$

iii. Costes y márgenes.

- (25) $H = l - (v' - a)_{-1/2}.$
 (26) $p_{m-v'} = p_m - p_{v'-1/2} + 0,06T'_{K-1/3}.$
 (27) $K = p_{v'} - 0,27l - 0,30p_m - 0,06T'_{K-1/3}.$

iv. Desempleo.

- (28) $\Delta w_i = 4,34\Delta \ln(\tilde{w} + 2) - 0,2\Delta\tilde{w}.$
 (29) $\Pi_w = 3,94(\tilde{P}_{-1}/\tilde{P}_{B-1})$ (años 1923-1938).
 $\Pi_w = 4,55(\tilde{P}_{-1}/\tilde{P}_{B-1})$ (años 1949-1960 y siguientes).

v. *Rentas.*

$$(30) \quad L = a + l.$$

$$(31) \quad Z = 3,77V - 1,06L - 0,24T_K - 1,23M - 0,24F.$$

$$(32) \quad L = 0,87L + 0,87O_L'.$$

$$(33) \quad Z = 1,50Z + 1,50O_Z'.$$

vi. *Impuestos.*

$$(34) \quad T_K = V' + T_K'.$$

$$(35) \quad T''_Z = \Delta(\tilde{T}_Z / \tilde{Z}_{-1}).$$

III. *Ecuaciones monetarias* (únicamente necesarias cuando las previsiones se efectúan a más de un año).

$$(36) \quad CR = 3,77E + 0,83\Delta E - 0,68C_{-1} + 1,04\Delta V'_{-1/4} + \\ + 0,97r_3 + 0,13S_{-1}^* + 0,20.$$

El modelo completo consta de 35 ecuaciones y 35 variables endógenas, las cuales se dividen en los cinco grupos siguientes:

Recursos: $a, l, L, Z, T_K, m, M.$

Gastos: $c, p_c, C, p_z, X, i, p_b, I, N, b, p_b, B, v', p_v', V', v, V.$

Desempleo

(capacidad): $\tilde{w}.$

Rentas
derivadas

e impuestos: $L, Z, T''_Z.$

Variables

compuestas: $v_a, v_m, H, p_{m-v'}, K, \Delta\tilde{w}_1, H_w.$

NOMENCLATURA

Los símbolos sin indicaciones especiales se refieren a cambios porcentuales. Los valores absolutos llevan la indicación \sim . Las mayúsculas se refieren a valores y las minúsculas a precios y cantidades.

	a	Número de personas ocupadas en la industria (hombres-año).
	a_e	Número de personas ocupadas en el sector público (hombres-año).
B	b	Exportaciones de mercancías.
	b_c	Exportaciones competitivas.
C	c	Consumo privado.
C^r	c^r	Depósitos a fin de ejercicio.
D		Invisibles netos.
E		Balanza de pagos por cuenta de renta (como porcentaje sobre el producto total menos la variación de "stocks" y los invisibles netos).
F		Depreciación.
H		Incremento de los costes salariales sobre el incremento de la productividad del trabajo (ecuación 25).
I	i	Inversiones brutas en capital fijo en la industria (excluida la inversión por las empresas públicas y la construcción de viviendas).
	k	Restricciones cuantitativas a la importación (1932-1937).
	k'	Inversiones brutas en capital fijo en la industria (excluida la
K		Beneficios brutos por unidad de producto (ecuación 27).
	l	Nivel de salarios para un año tipo de trescientos días.
L		Nómina de salarios en la industria.
L^B		Renta salarial disponible (incluidas las transferencias).
M	m	Importaciones de mercancías.
N		Variación de stocks (como porcentaje del producto total menos las variaciones de stocks y los invisibles netos).
O₁'		Transferencias a rentas salariales, incluyendo los salarios públicos y los impuestos directos en moneda.
O_z'		Transferencias a rentas no salariales, incluyendo los impuestos directos en moneda.
P		Población en edad laboral (de catorce a sesenta y cinco años).
P_B		Perceptores de sueldos y salarios.
	p_b	Precio de las exportaciones de mercancías.

p_b'	Precio de las exportaciones competitivas.
p_c	Precio de consumo.
p_i	Precio de inversión.
p_m	Precio de importación.
p_{m-v}'	Margen entre el precio de importación ajustado con los impuestos indirectos y el precio del producto total (menos las variaciones de stocks y los invisibles netos). (Ecuación 26.)
p_v'	Precio del producto total (menos las variaciones de stocks y los invisibles netos).
p_x	Precio del gasto autónomo.
r_e	Tipo de cambio.
S	Diferencia entre el PNB a coste de factores y el consumo.
\tilde{T}_c	Temperatura mínima por debajo de cero (suma de las medias mensuales).
\tilde{T}_K	Impuestos indirectos menos subsidios (en cantidad).
\tilde{T}_K'	Incidencia de los impuestos indirectos menos los subsidios ($T_K' = T_K/V'$).
t^*	Tendencia decreciente de la preguerra (1923 = 15, 1938 = 0).
\tilde{T}_Z	Impuestos directos pagados por los perceptores de rentas no salariales (en términos monetarios).
T_Z''	Variación de la incidencia de los impuestos directos sobre las rentas no salariales (ecuación 35).
V	v Producto total.
V'	v' Producto total menos las variaciones de "stocks" y los invisibles netos.
v_a	Producto total menos las variaciones de stocks y los invisibles netos (ponderado por la intensidad del trabajo). (Ecuación 21.)
v_m	Producto total menos las variaciones de stocks y los invisibles netos (ponderado por la intensidad de la importancia). (Ecuación 22.)
\tilde{w}	Nivel porcentual de desempleo (utilizado asimismo como medida general de utilización de la capacidad).
\tilde{w}_1	Transformación curvilínea de w . (Ecuación 28.)
X	x Gasto autónomo (gasto público inversión por parte de las empresas públicas y construcción de viviendas).
Z	z Rentas no salariales.
Z^B	Renta no salarial disponible.

3.4. *Modelo de Klein-Goldberger, 1955.*

L. R. KLEIN y A. S. GOLDBERGER han propuesto un modelo [(35) y en español (36)] que ha alcanzado gran difusión, levantando asimismo una amplia polémica sobre la validez de la metodología empleada, especialmente en lo referente a los métodos empleados para efectuar la estimación de los parámetros del modelo (*).

El modelo fue preparado por el "Research Seminar in Quantitative Economics", de la Universidad de Michigan y consta de 19 ecuaciones, cinco de las cuales son definicionales. Fundamentalmente se distinguen tres sectores: agricultura, industria y servicios privados, e industria y servicios públicos.

Las ecuaciones no definicionales versan sobre los siguientes temas:

- Consumo.
- Inversión.
- Ahorro de las sociedades anónimas.
- Relación entre beneficios de Sociedades anónimas y rentas no agrícolas ni de salarios.
- Depreciación.
- Demanda de trabajo.
- Producción.
- Ajuste del mercado de salarios.
- Demanda de importaciones.
- Renta agrícola.
- Preferencia por la liquidez de las economías familiares.
- Preferencia por la liquidez de las empresas.
- Relación entre tipo de interés a corto y a largo plazo.
- Ajuste del mercado de dinero.

(35) KLEIN, L. R., y GOLDBERGER, A. S.: "An Econometric Model of the United States, 1929-1952", North-Holland, 1955.

(36) KLEIN, L. R.: "Fundamentos empíricos de la economía keynesiana". Trabajo perteneciente al libro editado por K. Kurihara "Economía poskeynesiana". Traducción de J. Ruiz de Cenzano, Aguilar, págs. 307-353.

(*) La crítica más abierta al trabajo de Klein y Goldberger ha sido hecha por KARL A. FOX en diversas publicaciones y principalmente:

(37) FOX, K. A.: "Econometric Models of the United States". *Journal of Political Economy*, vol. 64, abril 1956, págs. 128-142.

(38) FOX, K. A.: "Econometric Analysis for Public Policy". *The Iowa State College Press*, 1958.

Los 151 parámetros del modelo se han estimado a partir de la información estadística correspondiente a los períodos 1929-41 y 1946-50.

Las ecuaciones que componen el modelo y la nomenclatura empleada se transcriben a continuación. Como en el caso del modelo del CPB de 1962, no pasaré a comentar cada una de las ecuaciones, ya que ello exigiría por sí sólo un trabajo específico sobre el tema [(36), págs. 347-350].

Función de consumo:

$$C = -34,5 + 0,62(W_1 + W_2 - T_w) + 0,46(P - S_p - T_p) + \\ + 0,39(A - T_A) + 0,23C_{-1} + 0,024(L_1)_{-1} + 0,36N_p$$

Función de inversión:

$$I = -16,8 + 0,76(P + A + D - T_p - T_A)_{-1} - 0,14K_{-1} + 0,14(L_2)_{-1}$$

Función de los ahorros de sociedades anónimas:

$$S_p = -2,43 + 0,86(P_c - T_c) - 0,014B_{-1} - 0,30(P_c - T_c - S_p)_{-1}$$

Relación entre los beneficios de sociedades anónimas y la renta no agrícola ni de salarios.

$$P_c = -8,34 + 0,71P$$

Función de depreciación:

$$D = 11,46 + 0,14 \frac{K + K_{-1}}{2}$$

Demanda de trabajo:

$$W_1 = -2,70 + 0,36(Y + T + D - W_2) + \\ + 0,14(Y + T + D - W_2)_{-1} + 0,16(t - 1.929)$$

Función de producción:

$$Y + T + D - W_2 = -31,98 + 2,31[h(N_w - N_G) + N_E + N_F] + \\ + 0,076 \frac{K + K_{-1}}{2} + 1,90(t - 1.929)$$

Ajuste del mercado de salarios:

$$w - w_{-1} = 4,11 - 0,75(N - N_w - N_E - N_F) + 0,56(p_{-1} - p_{-2}) + \\ + 0,56(t - 1.929)$$

Función de demanda de importaciones:

$$F_I = 2,09 + 0,0087 (W_1 + W_2 + P + A - T_W - T_P - T_A) \frac{p}{p_1} + 0,24 (F_I)_{-1}$$

Determinación de la renta agrícola:

$$A = -4,53 + 0,25 (W_1 + W_2 + P - S_P - T_W - T_P) - 0,13 (W_1 + W_2 + P - S_P - T_W - T_P)_{-1} + 0,009 F_A$$

Función de la preferencia por la liquidez de las economías familiares:

$$L_1 = 0,14 (W_1 + W_2 + P - S_P + A - T_W - T_P - T_A) + 75,0 (i_L - 2,0)^{-0,84}$$

Función de la preferencia por la liquidez de las empresas:

$$L_2 = -0,77 + 0,24 W_1 - 0,69 i_S - 0,27 (p - p_{-1}) + 0,64 (L_2)_{-1}$$

Relación entre los tipos de interés a corto y a largo plazo:

$$i_L = 2,66 + 0,46 (i_S)_{-3} + 0,23 (i_S)_{-5}$$

Ajuste del mercado de dinero:

$$\frac{i_S - (i_S)_{-1}}{(i_S)_{-1}} 100 = 6,42 - 0,55 R$$

Definición de producto nacional bruto:

$$C + I + G + F_E - F_I = Y + T + D$$

Definición de renta nacional:

$$W_1 + W_2 + P + A = Y$$

Definición de tipo de salario:

$$h \frac{N_W}{p} = W_1 + W_2$$

Definición de stock de capital:

$$K - K_{-1} = I - D$$

Definición de ahorro acumulado por las sociedades anónimas:

$$B - B_{-1} = S_P$$

Variables:

C = gastos de consumo, en millares de millones de dólares 1939.

$W_1 + W_2$ = renta de salarios, en miles de millones de dólares, deflactados por medio de p .

P = renta no agrícola ni de salarios (después de la depreciación y después de los impuestos sobre los beneficios de sociedades anónimas), en miles de millones de dólares, deflactados por medio de p .

A = renta agrícola, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

D = reserva de consumo de capital.

S_p = ahorro de sociedades anónimas, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

L_1 = activos personales líquidos en fin de año (incluyendo las obligaciones del Gobierno), en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

N_p = población, en millones de personas.

I = inversión bruta, en millares de millones de dólares 1939.

K = *stock* de capital en fin de año, en millares de millones de dólares 1939 (medido a partir de un origen imaginario).

i_t = rendimiento de las obligaciones (a largo plazo) de sociedades anónimas, en tanto por ciento.

L_2 = activos líquidos de las empresas en fin de año (incluidas las obligaciones del Gobierno), en millares de millones de dólares, deflactados por p .

P_c = beneficios de sociedades anónimas (antes de los impuestos), en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

B = ahorros acumulados por las sociedades anónimas a fin de año, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p (medidos a partir de un origen imaginario).

W_1 = renta privada de salarios, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

ESPECIFICACION DE MODELOS ECONOMETRICOS DE DESARROLLO

$Y + T$ = producto nacional neto, en millares de millones de dólares 1939.

N = fuerza de trabajo, en millones de personas.

N_w = número de perceptores de salarios, en millones de personas.

N_G = número de funcionarios gubernamentales, en millones de personas.

N_F = número de agricultores, en millones de personas.

N_E = número de empresarios no agrícolas, en millones de personas.

h = índice de horas trabajadas al año (base 1939 = 100).

t = tiempo, en número de años.

w = índice de tipos horarios de salarios (base 1939 = 121,1).

p = índice de precios de la producción (base 1939 = 100).

F_I = importaciones, en millares de millones de dólares 1939.

p_I = índice de precios de las importaciones (base 1939 = 100).

R = excedente de las reservas de los Bancos como porcentaje de las reservas totales.

G = compras gubernamentales de bienes y servicios, en millares de millones de dólares 1939.

F_E = exportaciones, en millares de millones de dólares 1939.

T = impuestos indirectos, menos subsidios, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

T_C = impuestos sobre renta de sociedades anónimas, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

$W_1 + W_2 - T_w$ = renta disponible de salarios, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

$P - S_p - T_p$ = renta disponible, ni agrícola ni de salarios, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

$A - T_A$ = renta agrícola disponible, en millares de millones de dólares, deflactados por medio de p .

F_A = índice cuantitativo de exportaciones agrícolas (base 1939 = 100).

i_s = rendimiento del papel comercial a corto plazo, en tanto por ciento.

3.5. *Modelo de la Economic Planning Agency*, 1961.

La planificación del desarrollo económico en el Japón ha sido realizada en seis planes sucesivos, algunos de ellos puestos en marcha antes de terminar el plan precedente. Son éstos (*):

- I. "Draft Plan for Economic Rehabilitation". (Autorizado en mayo 1948.)
- II. "Economic Rehabilitation Plan" (mayo, 1949).
- III. "Economic Self-Support Plan" (enero, 1951).
- IV. "Five-Year Plan for Economic Self-Support" (diciembre, 1955).
- V. "New Long-Range Economic Plan" (diciembre, 1958).
- VI. "Plan for Doubling National Income" (noviembre, 1960).

Este último plan (programado para el periodo 1961-1970) ha sido realizado tomando como base un modelo econométrico que posteriormente expondremos y aplicando un método sugerido por el profesor Okwa, que él denomina de "aproximación alternativa de las tasas de crecimiento", y que consiste esencialmente en elegir la tasa de crecimiento del PNB, según los efectos más beneficiosos que se observen para varias tasas alternativas —a través del modelo econométrico— sobre el nivel de empleo, el equilibrio de la balanza de pagos y la posibilidad de un ahorro en las familias, magnitudes que son consideradas como variables objetivos.

El modelo econométrico propuesto (41) consta de veintiuna ecuaciones, con otras tantas variables endógenas, cinco exógenas y cinco parámetros políticos:

- Proporción de los gastos gubernamentales en el GNB.
- Proporción de los pagos por transferencias en el GNB.

(*) Véase al respecto:

(39) SHISHIDO, S.: "Long-term Economic Planning in Japan". Trabajo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy" Brookings Institution, 1965, págs. 212-232.

(40) WATANABE, T.: "National Planning and Economic Growth in Japan". Trabajo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". Brookings Institution, 1965, págs. 233-251.

(41) Economic Planning Agency. "New Long-Range Economic Plan (Plan for Doubling National Income), 1961-1970", 1961.

ESPECIFICACION DE MODELOS ECONOMETRICOS DE DESARROLLO

- Proporción de impuestos indirectos con respecto al PNB.
- Proporción de impuestos directos en los ingresos por trabajo.
- Proporción de impuestos directos en los ingresos no provenientes del trabajo.

Las ecuaciones del modelo se incluyen a continuación; las variables exógenas se distinguen por estar superrayadas y los parámetros políticos se notan con letras griegas.

Modelo simplificado para el Plan Decenal.

(1)	$\bar{V}_1 + V_2 + V_3 = \bar{V}$
(2)	$\bar{V} = C + G + I + E - M$
(3)	$W + R = \bar{V} - T_i$
(4)	$C + T_d + S_p = W + R + A$
(5)	$G + A + \bar{S}_g = T_i + T_d$
(6)	$E - M = B$
(7)	$V_2 = f_1(\bar{V})$
(8)	$I = f_2(K)$
(9)	$K = f_3(\bar{V})$
(10)	$M = f_4(\bar{V})$
(11)	$E = f_5(F)$
(12)	$W = f_6(\bar{V}_1, V_2, V_3)$
(13)	$S_p = f_7(W, R, T_d, A)$
(14)	$G = \alpha \bar{V}$
(15)	$A = \beta \bar{V}$
(16)	$T_i = \gamma \bar{V}$
(17)	$T_d = \delta W + \epsilon R$
(18)	$L = L_1 + L_2 + L_3$
(19)	$L = f_8(\bar{N})$
(20)	$L_2 = f_9(V_2)$
(21)	$L_3 = f_{10}(V_3)$

Nomenclatura.

- \bar{V} = Producto nacional bruto.
- \bar{V}_1 = Valor añadido bruto del sector primario.
- V_2 = Valor añadido bruto del sector secundario.
- V_3 = Valor añadido bruto del sector terciario.

C	= Consumo privado.
G	= Gastos públicos en bienes y servicios (incluida la inversión pública).
I	= Inversión privada.
K	= "Stock" de capital privado a fin de año.
E	= Exportaciones.
M	= Importaciones.
F	= Comercio internacional.
W	= Sueldos y salarios.
R	= Rentas no salariales.
T _i	= Impuestos indirectos.
T _d	= Impuestos directos.
A	= Pagos por transferencias.
S _p	= Ahorro privado.
B	= Exportaciones netas.
S _g	= Superávit público (diferencia entre el ahorro público corriente y la inversión pública).
α	= Participación del gasto público en el PNB.
β	= Participación de los pagos por transferencia en el PNB.
γ	= Proporción de impuestos indirectos.
δ	= Relación de los impuestos directos a la renta salarial.
ε	= Relación de los impuestos directos a la renta no salarial.
L	= Mano de obra total.
L ₁	= Mano de obra en el sector primario.
L ₂	= Mano de obra en el sector secundario.
L ₃	= Mano de obra en el sector terciario.
N	= Población total.

3.6. *Modelo de Cambridge, 1962.*

Modelo realizado por el Department of Applied of Economics de la Universidad de Cambridge que dirige RICHARD STONE y publicado con el título "A programme for Growth" (*).

(*) Las líneas generales del modelo se encuentran perfiladas en la primera publicación de una serie de ocho realizadas por la Universidad de Cambridge:

(42) The Department of Applied Economics. University of Cambridge. R STONE:

El trabajo ha sido financiado por la Fundación Ford y dirigido por RICHARD STONE, siendo los otros integrantes del grupo A. BROWN, M. BACHARCH, J. BATES, C. LEICESTER y G. PYATT.

El modelo se diferencia de los anteriormente mencionados por dos razones especiales:

a) Las distintas ecuaciones han de hallarse para todos los sectores económicos considerados (treinta y uno en total).

b) Una preocupación esencial ha sido el hacer posible la programación del modelo en un ordenador.

Se distinguen en el modelo ecuaciones referidas a las relaciones de cada sector con las denominadas:

- balanza de mercancías;
- balanza industrial;
- balanza de comercio exterior, y
- balanza de inversiones.

En la primera se estudian, fundamentalmente, los distintos tipos de demanda, jugando unas como exógenas (consumo privado, público, de bienes duraderos y viviendas, capital social, reemplazamiento industrial y exportaciones) y otras como endógenas (demanda intermedia, incremento de "stock" y extensiones industriales).

En la denominada balanza industrial se analizan los principales costes de las empresas y la de inversiones analiza sus componentes y forma de financiación.

El comercio exterior es subdividido en exportaciones e importaciones

"A programme for Growth, núm: 1 A computable model of economic growth", julio 1962.

Los restantes informes de la serie son:

2. A social Accounting Matrix for 1960.
3. Input-Output Relationships 1954-1966.
4. Capital output and Employment 1948-1960.
5. The model in its environment.
6. Preliminary Results for 1970.
7. Consumption Functions, 1900-1970.
8. Production Functions and Technical Change.

Puede también consultarse:

(43) STONE, R.: "British economic balances in 1970: a trial run on Rocket". Trabajo perteneciente al libro "Econometric Analysis for National Economic Policy". *Colston Papers*, núm. 16, Butterworths, 1964, págs. 65-95.

distinguiendo dentro de estas últimas según sean competitivas o complementarias para las industrias del país.

Como hemos indicado anteriormente, uno de los rasgos distintos del modelo de Cambridge es su programación en un ordenador electrónico. "Ha sido destinado por esta necesidad un calculador de alta velocidad, el calculador EDSAC, del cual dispone la Universidad de Cambridge. Por complicado que puede ser el modelo, este calculador es capaz de entregar todas las transformaciones en sólo veinte minutos. Esta velocidad operativa da al modelo una flexibilidad extraordinaria. Por ejemplo: sucede que datos estadísticos dignos de consideración, o bien estimados como tales, pueden tomarse sólo para algunos sectores del sistema económico, mientras para otros sectores la información estadística es escasa, o bien pueden intervenir elementos imprevisibles. En tal caso, si todas las transformaciones pueden ser efectuadas en sólo veinte minutos, no resulta impracticable introducir en el calculador EDSAC toda una serie de hipótesis diferentes. Y, análogamente, se puede rápidamente proceder a una serie de cálculos para diversas hipótesis de tipos de desarrollo" (44).

3.7. *Modelo del Social Science Research Council (S.S.R.C.), 1964*

Planeado en el Committee on Economic Stability del citado SSRC tras seis años de reuniones e investigaciones de un numeroso grupo de economistas y econométricos (en un total de veinticinco directamente responsables) bajo la dirección de JAMES DUESENBERY, GARY FROM, LAWRENCE R. KLEIN y EDWIN KUH. La National Science Foundation donó a la Brookings Institution un total de 373.000 \$ (más de veintidós millones de pesetas) para la realización de este modelo econométrico (*).

Cada componente del equipo ha sido elegido como especialista en un cierto sector entre las distintas universidades de los Estados Unidos. Esta

(44) HUGHES, N.: "El modelo de Cambridge para la programación económica". "Mundo Económico", núm. 10, 1963. (Recogido en I. N. I. Cuadernos de documentación, serie especial de desarrollo económico, núm. 69, diciembre 1963.)

(*) Pueden consultarse principalmente:

(45) DUESENBERY, FROMM, KLEIN y KUH: "The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States". North-Holland y Rand Mc Nally 1965.

(46) KLEIN, L. R.: "The Social Science Research Council econometric model of the United States". Trabajo incluido en el libro "Econometric Analysis for National Economic Planning". Colston Papers, núm. 16. Butterworths 1964, págs. 129-168.

ambiciosa forma de trabajo en equipo con econométricos, estadísticas y especialistas sectoriales, ha dado como fruto un modelo que puede considerarse como el más completo de los que se dispone en la actualidad.

El modelo queda estructurado según los siguientes conceptos:

- Demanda del consumidor (6 ecuaciones).
- Construcción de viviendas (16).
- Inventario de inversiones (5).
- Tipos de bienes (4).
- Realización de inversiones (4).
- Intenciones de inversión (4).
- Comercio exterior (3).
- Ingresos y gastos del Gobierno (32).
- Funciones de producción y distribución de ingresos (17).
- Fuerzas de trabajo y tasas de nupcialidad (5).
- Agricultura (11).
- Depreciación-precios contables (3).
- Depreciación-coste de reemplazamiento (4).
- Precios y salarios (13).
- Demanda anual y conversión de precios (26).
- Sector financiero (6).
- Funciones de inversión alternativa (4).
- Identidades (30).

En total son, por tanto, 193 ecuaciones, de las que 30 son identidades. Aun teniendo en cuenta que algunas ecuaciones son similares debido al proceso de desagregación seguido en el modelo, no puede negarse que este trabajo supone un valioso "stock" de funciones de todo tipo que —aunque sería preciso reformarlas para su aplicación a cada país— constituyen un elemento básico de trabajo en la elaboración de modelos econométricos de desarrollo (*).

Un diagrama de flechas resumido de las interrelaciones del modelo es incluido en cuadro adjunto [45] (págs. 24-25).

* * *

(*) Realmente el modelo del S. S. R. C. es un modelo general de política económica a largo plazo, que es apto no sólo para estudiar programas de desarrollo, sino también planes de estabilización. Véase al respecto (3, págs. 78-85.)

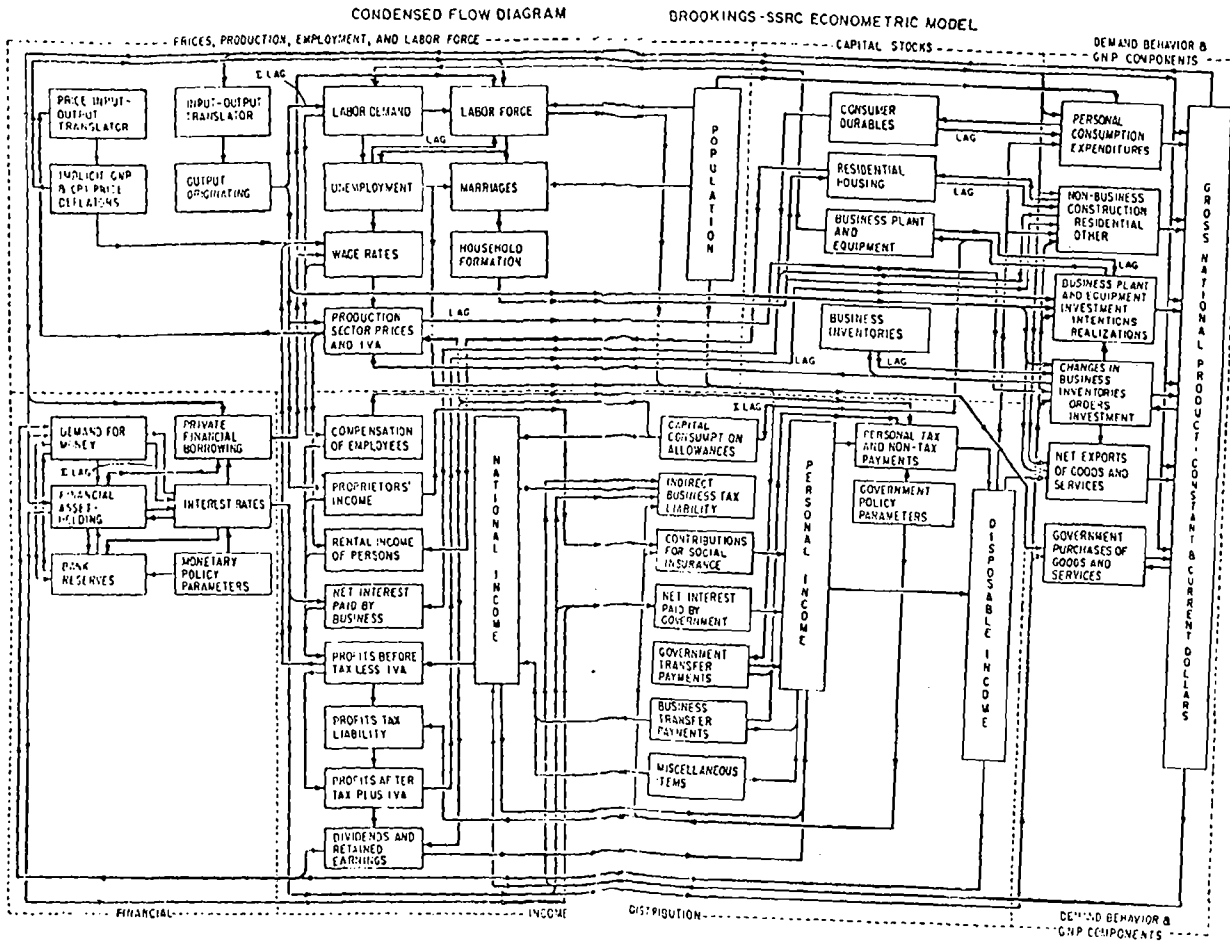


Figure 11 Condensed flow diagram: Brookings-SSRC Econometric Model

Espero que las páginas anteriores hayan permitido al lector hacerse una idea de las exigencias y posibilidades de un tratamiento econométrico en la planificación del desarrollo. Por supuesto, la metodología econométrica no puede garantizar una planificación coherente del desarrollo, al igual que un plan de desarrollo no implica un auténtico proceso de desarrollo socioeconómico. No obstante, la aplicación de técnicas econométricas por un gran número de países y la atención creciente con relación a su utilización en los planes de desarrollo, ha de considerarse como una primera prueba de la fertilidad de un tal tratamiento.

Confiamos en que nuestro país —que hasta el momento presente ha realizado una planificación puramente discrecional— utilice en el futuro las posibilidades que le brinda la ciencia econométrica. De esta forma, será posible eliminar —o al menos suavizar— las incongruencias que hoy día se observan en nuestro proceso de desarrollo, así como conseguir previsiones más ajustadas de la evolución de las principales magnitudes económicas. En resumen, la econometría permite que las decisiones adoptadas por el político —al que en último término siempre ha de corresponder la decisión— estén basadas en criterios más racionales. El político debe conocer las reacciones que el organismo económico presenta ante unas determinadas medidas; de esta forma, la intuición dejará paso, cada día más, a una programación *formalizada* del desarrollo.

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

- [1] DACUM, C.: "Bases y principios para la construcción de modelos en la Ciencia Económica. Un enfoque econométrico". Estadística Española N.º 31. Abril-junio, 1966, págs. 5-33.
- [2] ROJO, L. A.: "Una guía a los modelos Postkeynesianos de desarrollo económico". Introducción a las "Lecturas sobre la teoría económica del desarrollo". Biblioteca de Ciencias Económicas, Ed. Gredos, 1966, págs. 7-29.
- [3] FOX, K. A., y THORBECK, E.: "Specification of Structures and Data Requirements in Policy Models". Artículo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". The Brookings Institution, 1965, págs. 43-86.
- [4] "Planificando". Editorial. Información Comercial Española, núm. 395, julio 1966, páginas 51-55.
- [5] KIRSCHEN, E. S., y MORISSENS, L.: "The objectives and Instruments of Economic Policy". Artículo correspondiente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". The Brookings Institution, 1965, págs. 111-133.

- [6] MASSÉ, P.: Comunicación al congreso de la "Econometric Society" de Boston. 28-XII-1963.
- [7] VERHULST, M., y FAIVELEY, G.: "Le concept d'optimisation dans la planification économique et sociale". Cahiers du Séminaire d'Econométrie, núm. 8. "Les programmes d'expansion", 1965, págs. 7-17.
- [8] KIRSCHEN, E. S., y otros: "Economic Policy in Our Time". North-Holland, 1964.
- [9] RANSEY, F.: "A mathematical Theory of saving". Economic Journal, diciembre, 1928.
- [10] MALINVAUD, N.: "Les croissances optimales". Cahiers du Seminaire d'Econométrie, núm. 8. ("Les programmes d'expansion"), 1965, págs. 71-100.
- [11] THEIL, H.: "Linear Decision Rules for Macrodynamic Policy, Problems". Artículo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". The Brookings Institution, 1965, págs. 18-42.
- [12] RADNER, R.: "Optimal Growth in a Linear Logarithmic Economy". Working paper, núm. 51. Center for Research in Management Science, University of California, 1962.
- [13] MALINVAUD, E.: "Croissances optimales dans un modele macroéconomique". Memoria presentada a la "Semaine d'études de la Académie Pontificale des Sciences". (7-12 octubre 1963.)
- [14] KOOPMANS, T. C.: "Stationary ordinal utility and impatience". Econometrica, volumen 28, núm. 2 (abril, 1960), págs. 287-309.
- [15] GARCÍA BARBACHO, A.: "Fundamentos y posibilidades de la econometría". Ariel, 1962.
- [16] KLEIN, L. R.: "Single Equation vs. Equation System Methods of Estimation in Econometrics". Econometrica, vol. 28, núm. 4 (octubre, 1960), págs. 866-871.
- [17] PULIDO, A.: "Introducción a un análisis econométrico del turismo". Instituto de Estudios Turísticos. Cuaderno Monográfico, núm. 5, 1966.
- [18] BENTZEL, R., y HANSEN, B.: "On Recursiveness and Interdependency nomic Models". Review of Economics Studies, vol. 22, núm. 3, 1954-55, págs. 153-168.
- [19] STROTZ, R. H., y WOLD, H.: "Recursive vs nonrecursive systems: an attemptal synthesis". Econometrica, vol. 28, núm. 2, abril 1960, págs. 417-427.
- [20] WOLD, H.: "Forecasting by the chain principle". Artículo perteneciente al libro editado por H. WOLD: "Econometric Model Building". North-Holland, 1964.
- [21] MALINVAUD, E.: "Methodes Statistiques de l'econométrie". Dunod, 1964. Col. "Finance et Economie appliquée", vol. XVI.
- [22] ALCAIDE, A.: "Tehoria formal de la regresión lineal". Anales de Economía, número 6, abril-junio, 1964.
- [23] ARNÁIZ, G.: "Regresión entre magnitudes". Estadística Española, núm. 13, octubre-diciembre de 1961.
- [24] "Lectura sobre la teoría económica del Desarrollo". Selección e introducción de L. A. ROJO DUQUE. Biblioteca de Ciencias Económicas, Ed. Gredos, 1966.
- [25] ALCAIDE, A.: "Técnicas econométricas para la programación del desarrollo econó-

- mico". Boletín de Estudios Económicos, vol. XVIII, núm. 58, enero-abril 1963, páginas 137-156.
- [26] Office statistique des communautés européennes (C. E. E.): "Méthodes de prévision du développement économique a long terme". Diciembre, 1960. ("Informations statistiques", núm. 6").
- [27] PULIDO, A.: "La función de producción Cobb-Douglas: Una importante aplicación econométrica del conocimiento de la riqueza nacional", pendiente de su edición por la Universidad de Deusto, ha efectuado estimaciones de la función Cobb-Douglas y del progreso técnico (como factor residual) para nuestro país.
- [28] MAHALANOBIS, P. C.: "Some observations on the Process of Growth of National Income". Sankhya". Diciembre, 1953.
- [29] CHAKRAVARTY, S.: "The logic of Investment Planning". North-Holland, 1959.
- [30] VAN DEN BELD, C. A.: "Short-Term Planning Experience in the Netherlands". Artículo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". Brookings Institution, 1965, págs. 134-162.
- [31] HESSEL, W.: "Quantitative Planning of Economic Policy in the Netherlands". Artículo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". Brookings Institution, 1965, págs. 163-178.
- [32] Central Planning Bureau. "Scopes and Methods of the Central Planning Bureau", 1956.
- [33] Central Planning Bureau. "Central Economic, Plan 1961", 1961.
- [34] VERDOORN, P. J., y POST, J. J.: "Capacity and Short-Term Multipliers". Trabajo presentado al XXV Congreso Europeo de la Econometric Society, Julio, 1963.
- [35] KLEIN, L. R., y GOLDBERGER, A. S.: "An Econometric Model of the United States, 1929-1952". North-Holland, 1955.
- [36] KLEIN, L. R.: "Fundamentos empíricos de la economía keynesiana". Trabajo perteneciente al libro editado por K. KURIHARA: "Economía poskeynesiana". Traducción de J. Ruiz de Cenzano. Aguilar, 1964, págs. 307-353.
- [37] FOX, K. A.: "Econometric Models of the United States". Journal of Political Economy", vol. 64, abril 1956, págs. 128-142.
- [38] FOX, K. A.: "Econometric Analysis for Public Policy". The Iowa State College Press, 1958.
- [39] SHISHIDO, S.: "Long-Term Economic Planning in Japan". Trabajo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". Brookings Institution, 1965, páginas 212-232.
- [40] WATANABE, T.: "National Planning and Economic Growth in Japan". Trabajo perteneciente al libro "Quantitative Planning of Economic Policy". Brookings Institution, 1965, págs. 233-251.
- [41] "Economic Planning Agency. "New Long-Range Economic, Plan (Plan de Doubling National Income) 1961-1970", 1961.
- [42] The department of Applied Economics. University of Cambridge. R. Stone. "A programme for Growth, núm. 1: A computable model of economic growth". Julio, 1962.

- [43] STONE, R.: "British economic balances in 1970: a trial run on Rocket". Trabajo perteneciente al libro "Econometric Analysis for National Economic Policy". Colston papers, núm. 16. Butterworths, 1964, págs. 65-95.
- [44] HUGHES, N.: "El modelo de Cambridge para la programación económica". "Mundo Económico", núm. 10, 1963. (Recogido en INI. Cuadernos de documentación. Serie especial de desarrollo económico, núm. 69. Diciembre, 1963.)
- [45] DUESENBERY, FROMM, KLEIN y KUH: "The Brookings Quartely Econometric. Model of the United States". North-Holland y Rand Mc Nally, 1965.
- [46] KLEIN, L. R.: "The Social Science Research Council Econometric. Model of the United States". Trabajo incluido en el libro "Econometric Analysis for National Economic Planning". Colston Papers, núm. 16. Butterworths, 1964, págs. 129-168.