

UNA INTRODUCCION AL ENFOQUE DE MICRO-MACRO SIMULACION EN ECONOMIA

María Isabel Gómez

RESUMEN.—En estas líneas se presenta una introducción al denominado enfoque microanalítico o de micro-macro simulación de sistemas económicos y se analizan los principales rasgos de los modelos más desarrollados realizados bajo el mismo. Este enfoque constituye un planteamiento híbrido entre los enfoques macroeconómico y microeconómico y en él la simulación del comportamiento de los grandes sistemas económicos se construye a partir de la formalización del funcionamiento de las microunidades que los conforman.

1. INTRODUCCION

Conocer y explicar el comportamiento futuro de los sistemas económicos constituye una constante en la historia del pensamiento económico. Para ello se construyen modelos que reproducen a escala reducida la complejidad del sistema real y que una vez puestos en funcionamiento, a través de la simulación, permiten anticipar las actuaciones del sistema ante diferentes situaciones.

Resulta prácticamente imposible recoger en unas líneas la amplia tipología de modelos económicos existentes y tampoco es ese nuestro propósito, pero atendiendo a la amplitud y complejidad del objeto de análisis podemos hablar de modelos macroeconómicos y modelos microeconómicos. Los primeros centran su atención en el estudio de grandes sistemas económicos, mientras que los segundos lo hacen en el funcionamiento de pequeñas unidades individuales.

Fruto de la unión de ambos planteamientos surge en 1957 un nuevo enfoque integrador de la mano de Orcutt: el enfoque microanalítico o de micro-macro simulación en el que la modelización y posterior simulación del comportamiento de los grandes sistemas económicos se construye a partir de la formalización del funcionamiento de las microunidades que los

conforman. Este nuevo enfoque abría la posibilidad de aprovechar la riqueza de los datos micro para las estimaciones y análisis del conjunto de la economía.

El indudable atractivo del planteamiento integrador de Orcutt inspiró el desarrollo de modelos microanalíticos en diversos países, destacando el Modelo de Transacciones de la Economía de Estados Unidos y el Modelo para la Simulación de la Economía Sueca (MOSES). Estos modelos formalizan las relaciones entre la evolución de las microunidades y el funcionamiento de la macroeconomía con el fin de analizar cómo afecta a cada uno las actuaciones del otro, es decir, estudiar los efectos del entorno macro —economía nacional o regional que se analiza—, sobre las microunidades —empresas y hogares— y los del comportamiento de las unidades micro sobre el conjunto de la economía.

Aunque son muchos los autores que han trabajado en el campo de la micro-macro simulación, algunos de los cuales pueden verse en la tabla 1.1, centraré esta exposición en los tres modelos de simulación micro-macro más desarrollados: El modelo del Urban Institute of Yale, el modelo de Transacciones de la Economía de Estados Unidos y el modelo para la Simulación de la Economía Sueca.

Cada uno de estos modelos pone el énfasis en un tipo de unidades micro (hogares, empresas,) pero todos ellos encierran una misma idea: *tratar de integrar el comportamiento de las unidades micro en un modelo macroeconómico, con el objeto, no de obtener una solución estática del modelo, sino de poder observar la dinámica del mismo*. Es decir, no importa tanto el valor que tome una variable del modelo, cuanto el comportamiento de ésta y otras variables relacionadas con ella hasta alcanzar ese valor. Como señala Eliasson, el modelo «...no es un modelo de equilibrio, sino un modelo de proceso. Las empresas no saltan de una solución de equilibrio a otra.» [Eliasson (1985), p. 34].

2. EL MODELO DEL URBAN INSTITUTE OF YALE

Orcutt fue el pionero en el campo de la micro-macro simulación. Sus primeras ideas sobre este nuevo enfoque aparecen en 1957 en «A new type of socio-economic system» [Orcutt (1957)]. Ese mismo año junto con Greenberger, Korlber y Rivlin, comenzó la construcción de un modelo microanalítico dinámico de los Estados Unidos, cuyos resultados aparecieron recogidos en «Microanalysis of Socioeconomic Systems: a Simulation Study» [Orcutt y otros (1961)], donde se describían varios modelos. El más desarrollado de todos ellos era un modelo demográfico del sector doméstico de los Estados Unidos, el cual estaba construido en términos de componentes micro y permitía generar series de tiempo agregadas de la población del modelo (10.000 individuos), de modo que se podían escalar hasta el nivel de la de Estados Unidos y obtener predicciones de población y su composición.

TABLA I.1.

AUTOR	TRABAJO
Pryor, F. L. (1973) y Blinder, A. S. (1974)	Utilizaron la metodología de microsimulación para estudiar la distribución de la renta.
Pechman, J. y Okner, B. (1974)	Estudio sobre la estructura del impuesto de la renta de las personas físicas.
Fair, R. (1974)	Fue el primero en aplicar estos métodos a los problemas macroeconómicos y ver lo que sucede cuando los actores optimizan las reglas de comportamiento.
Nelson, R. R., Winter, S. G. y Schuette, H. L. (1976)	Utilizaron estos métodos para estudiar el comportamiento de las empresas con respecto a su competencia e innovación y las consecuencias de ese comportamiento para el crecimiento a largo plazo.
Adelman, I. y Robinson, S. (1978)	Estudiaron el modo de mejorar la distribución de la renta y de disminuir la pobreza en países en vías de desarrollo.
Nichols, D.A. (1980)	Microsimulación aplicada al estudio del mercado de trabajo.
Haveman, R. y Hollenbeck, K. (1980)	Utilizaron los modelos microanalíticos para analizar los efectos de las diferentes medidas de política económica adoptadas por los gobiernos.
Bennett, R. L. y Bergmann, B. (1986)	Elaboraron un modelo microanalítico de simulación para la economía de Estados Unidos.
Eliasson, G.	Desde 1975 ha trabajado en la elaboración de un modelo de micro-macro simulación para la economía sueca.

En 1968 Orcutt pasó a formar parte del *Urban Institute of Yale* allí desarrolló el denominado modelo DYNASIM (*The Urban Institute Dynamic Simulation of Income Model*) y sus diferentes versiones. Estos modelos fueron elaborados para el análisis de las políticas de seguridad social y bienestar de los Estados Unidos, así como de la distribución y mantenimiento de la renta. A continuación describiremos los principales rasgos de una de las versiones de este tipo de modelos como es el MAM (*Microanalytic Model*).

El modelo consta de un micromodelo, un modelo de «unión en matrimonio» y un macromodelo. En el primero se definen lo que Orcutt llama *características operativas*¹ y que determinan las probabilidades de que

1 Las características operativas son hipótesis, generalmente ecuaciones matemáticas, que relacionan las variables endógenas del sistema con las exógenas. Cuando se aplican a procesos estocásticos toman la forma de funciones de densidad o probabilidad. [Naylor (1966)].

ocurran diversos hechos a un individuo o familia y los valores que tomarán ciertas variables (probabilidad de que una mujer dé a luz, probabilidad de que una persona muera, probabilidad de que un individuo sea minusválido, probabilidad de que consiga un cierto nivel educativo, probabilidad de que se encuentre entre la población activa, etc). El modelo de unión en matrimonio determina la probabilidad de que un hombre y una mujer que desean casarse lo hagan y las características de esa nueva familia formada. Por último, el macromodelo es un modelo auxiliar de la macroeconomía que opera conjuntamente con el modelo micro. La inclusión de este modelo permite introducir las condiciones macroeconómicas como *inputs* en las características operativas. El modelo determina el PIB, la inversión privada interior bruta, la tasa de desempleo, las transferencias totales a las familias, las horas totales trabajadas y la población del modelo micro. Tras esto, el modelo micro determina la distribución de probabilidad para cada familia o individuo, de variables como ingreso salarial, riqueza, horas trabajadas o ingreso por transferencias, dadas las variables determinadas por el modelo macro.

Para solucionar el modelo Orcutt utiliza el método de simulación de Monte Carlo y el modo de proceder en la resolución del mismo es el siguiente. En primer lugar, se obtiene una muestra representativa de la población cuyo comportamiento se quiere simular² para el año t . En segundo lugar, se aplican las características operativas a las familias e individuos de la muestra para obtener las probabilidades de determinados sucesos (probabilidad de que una mujer dé a luz, probabilidad de que una persona muera, probabilidad de que consiga un determinado nivel educativo, probabilidad de que esté en la población activa, etc). A continuación se obtienen números aleatorios extraídos de una distribución uniforme entre cero y uno y se comparan con esas probabilidades, de modo que, si la probabilidad es mayor que el número aleatorio obtenido, entonces se simula el suceso, y si es menor, no. De este modo se obtiene una muestra de la población para el año $t + 1$ y el proceso se puede iterar de nuevo.

Una vez que se ha ejecutado el modelo micro, el MAM ejecuta los otros dos modelos, el modelo de unión en matrimonio, para formar nuevas familias a partir de los individuos que son seleccionados para casarse y el modelo macro, que determina los valores de variables como desempleo agregado, nivel de precios o renta, basándose en la información recogida a nivel micro durante el curso de la simulación. Además, el modelo de unión en matrimonio y el modelo macro pueden interactuar con las características operativas del modelo micro a través de las bases de datos comunes.

2 Si la población de la que se quiere simular el comportamiento no es muy extensa se puede trabajar directamente con ella.

3. EL MODELO DE TRANSACCIONES DE LA ECONOMIA DE ESTADOS UNIDOS

El modelo de transacciones de la economía de Estados Unidos fue elaborado bajo la dirección de Barbara Bergmann siguiendo la idea pionera de Orcutt. El modelo se diseñó como ayuda para la elección de las diferentes opciones de política macroeconómica en Estados Unidos (producción, empleo y desempleo, inflación, inversiones en bienes de capital, mercado monetario, etc.) y microsimulaba el comportamiento de los hogares, las empresas y el gobierno [Bennett y Bergmann (1986)].

Las primeras referencias sobre el modelo aparecen en 1973 en el trabajo que Barbara Bergmann presentó en el *Winter Meetings of the Econometric Society* bajo el título «A microsimulation of the macroeconomy with explicitly represented flows», en el que se describen las líneas básicas del mismo. Desde entonces el modelo ha conocido numerosas versiones con diferente número de ecuaciones e individuos y ha servido como base de considerables aplicaciones posteriores para estudiar diversos aspectos de la economía.

Las principales características y el funcionamiento del modelo, que aparecen recogidas de forma amplia en Bennett y Bergmann (1986), pueden resumirse del siguiente modo.

— El modelo representa la economía de los Estados Unidos por medio de una economía simulada mucho más pequeña, en escala, que la economía real y para convertir las salidas del modelo en las de la economía de Estados Unidos utiliza un factor de escala.

— En el modelo se representan decisiones y las interacciones entre los decisores en la economía que toman la forma de transacciones entre los agentes de la misma. El centro del modelo es una rutina de ordenador denominada TRANS que se ejecuta cada vez que ocurre una transacción entre los decisores. Así por ejemplo, cuando se produce una compra esta rutina reduce la cuenta de caja del comprador e incrementa la del vendedor, además reduce el inventario del vendedor e incrementa el del comprador. Si la transacción afecta a cuentas de renta y producto el valor se añade a la correspondiente subcuenta del PIB. De esta manera cada vez que se produce una transacción su efecto se registra en todas las variables macroeconómicas simuladas. Así, todas las variables macro simuladas son consistentes con las acciones descritas a nivel micro.

— El modelo es un modelo recursivo que consta de ecuaciones micro que recogen la toma de decisiones de cada uno de los grupos de agentes del modelo y de otras ecuaciones que sirven para agregar los datos micro en macromagnitudes.

— Las unidades del modelo son 10 empresas que producen bienes y servicios no financieros, un banco, un intermediario financiero, un gobierno federal, un gobierno local, una autoridad monetaria y entre 800 y 1000

individuos que constituyen la población activa de la economía simulada y que forman parte de los hogares³.

— Cada empresa representa un sector de la economía, lo que puede suponer una limitación, pues, por ejemplo, no permite analizar la competencia entre empresas de un mismo sector industrial.

— El montante de inputs de otras empresas que cada empresa requiere para producir una unidad de producto se deriva de los coeficientes técnicos de la tabla I-O y se supone que no varía a lo largo del tiempo y no depende de las características tecnológicas de las máquinas que lo producen.

— La población activa está formada por unas 800 personas que trabajan en cuatro grupos de ocupaciones: (1) profesionales, técnicos, trabajadores de dirección y administración, (2) oficinistas y vendedores, (3) artesanos y operarios, y (4) trabajadores sin cualificar y obreros, y no existe movilidad de los trabajadores entre los diferentes grupos ocupacionales.

— Las instituciones financieras del modelo son un banco y un intermediario financiero, los cuales, al final de cada iteración, determinan el tipo de interés que aplicarán a las nuevas deudas en la próxima iteración. El banco es el que concede los préstamos solicitados por los agentes no gubernamentales, con un límite que depende del montante que a cada individuo le resta por devolver, mientras que el intermediario financiero regula el mercado libre de títulos comprando todo lo que se ofrece y vendiendo todo lo que se demanda.

— En el modelo hay tres *actores* que representan al gobierno: un gobierno federal, un gobierno estatal/local y la autoridad monetaria. El primero recauda los impuestos sobre la renta de las personas físicas, los impuestos indirectos, el impuesto de sociedades y las retenciones salariales, emplea parte de la mano de obra de la economía, realiza compras al sector productivo, realiza los pagos de transferencias a las familias y el seguro de desempleo y emite obligaciones y bonos cuando hay déficit público. El gobierno estatal/local realiza las mismas operaciones que el federal con algunas diferencias en función y en escala. La autoridad monetaria conduce las operaciones del mercado abierto mediante transacciones con el intermediario financiero y fija el coeficiente de liquidez y el tipo de interés máximo para las cuentas de ahorro.

— El sector del resto del mundo está representado por una empresa ficticia que compra exportaciones a las empresas del país y vende importaciones a las empresas y a los hogares. El volumen de compras al exterior que hacen las empresas se determina de forma exógena, aunque su precio es endógeno. Además de estas transacciones en bienes y servicios el sector del resto del mundo recibe transferencias del gobierno federal, en la cuantía indicada en las cuentas nacionales, y pagos desde la autoridad monetaria.

3 La primera versión del modelo se hizo con seis empresas, unas 1000 personas en la población activa, un banco, un intermediario financiero, un organismo encargado de las actuaciones de política fiscal y otro de las de política monetaria.

— La unidad de tiempo que se utiliza es la semana. Cada iteración del modelo se produce durante ese período, de modo que un trimestre en la economía de Estados Unidos se representa por 12 iteraciones. Para comenzar el proceso es necesario dar valores de partida a una serie de variables, tanto de las empresas (nivel de sus inventarios de productos terminados y de materias primas, activos y pasivos financieros existentes, precios iniciales de sus productos, etc.) como de los trabajadores (identidad de su empresario si es un empleado, duración de su paro si es un parado, activos y deudas que posee, nivel reciente de sus gastos, sexo, estado civil, etc).

Una vez que se han fijado las condiciones iniciales se programa a los actores para que sigan una secuencia determinada mediante rutinas de comportamiento, de forma que en una iteración se dan entre otros los siguientes hechos:

1° Las empresas hacen sus planes de producción basados en las ventas pasadas de sus productos y en la posición de sus inventarios.

2° El Gobierno y las empresas ajustan su mano de obra y fijan los salarios.

3° Las empresas efectúan su producción, calculan los costes y los impuestos a pagar; ajustan los precios de sus productos en función de sus costes, del beneficio marginal y de la posición de sus inventarios, compran materias primas, pagan sus impuestos y toman sus decisiones de inversión en bienes de capital.

4° Los hogares reciben sus salarios, subsidios de desempleo y las transferencias del gobierno, pagan sus impuestos y alquileres y deciden lo que van a ahorrar, realizan sus compras y ajustan sus carteras de activos.

5° El gobierno realiza sus compras a las empresas, toma sus decisiones de deuda pública y emite los instrumentos correspondientes de deuda, etc.

6° Las empresas no financieras buscan financiación exterior: aumentan sus deudas bancarias o contratan otras nuevas.

7° El intermediario financiero ajusta la cantidad de dinero efectivo y la autoridad monetaria toma sus decisiones y actúa en el mercado abierto.

8° El banco reacciona ante la situación de sus reservas y el intermediario financiero reajusta su dinero efectivo; el banco fija los tipos de interés para los préstamos, hipotecas y cuentas de ahorro; el intermediario financiero fija los tipos de los bonos y de las letras; el gobierno y las empresas pagan los intereses de las obligaciones y las empresas, además, distribuyen dividendos; por último, el intermediario financiero paga a las empresas los intereses de los bonos y de las letras que mantienen⁴.

4 Todas estas decisiones y actuaciones se realizan por medio de las ecuaciones del modelo.

4. EL MODELO PARA LA SIMULACION DE LA ECONOMIA SUECA (MOSES)

El MOSES (*Model for simulating the economy of Sweden*) es un modelo de simulación micro-macro elaborado para la economía sueca bajo la dirección del profesor Gunnar Eliasson. Los primeros pasos en la elaboración del modelo se dieron en 1975 y desde entonces no ha dejado de actualizarse y perfeccionarse hasta convertirse en la actualidad, probablemente, en el modelo económico de simulación micro-macro más completo que existe y el que ha dado lugar a una literatura más amplia.

4.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

La unidad micro en la que se centra el modelo es la empresa, aunque también los hogares forman parte del mismo. Bajo la estructura del modelo subyace una rica teoría que engloba prácticamente todos los aspectos de la actuación empresarial, especialmente en sus relaciones con el *mercado*. En este sentido, Eliasson señala que «la idea esencial del modelo es integrar las actividades micro a través de los mercados en orden a conseguir un mejor conocimiento del comportamiento de las cuentas nacionales agregadas» [Eliasson (1977), p. 277].

El modelo «es un modelo micro en el sentido de que el comportamiento de las unidades de producción individuales en el sector manufacturero está modelizado de forma explícita, y es un modelo micro-macro en el sentido de que esas unidades individuales operan dentro de la estructura de una economía nacional y porque los comportamientos de esas unidades individuales agregados constituyen una parte significativa de la economía nacional» [Albrech y Lindberg (1982), p. 4].

La filosofía del modelo es «...conocer más la interacción entre los agentes micro (empresas, hogares, etc.) en los mercados, para entender aspectos importantes del comportamiento macro» [Eliasson (1980), p. 179]. El propósito del modelo no es la predicción sino el análisis, y su potencial es que «...puede capturar las características dinámicas esenciales de un proceso de mercado totalmente especificado y basado en la economía industrial y estudiar lo que significan para el comportamiento macro». [Eliasson (1980), p. 181]

Es un modelo de tipo Leontief-Keynesiano de diez sectores y con un sistema de gasto no lineal de tipo Stone. Además es un modelo dinámico, cuya dinámica surge de la confrontación en los mercados de decisiones diferentes y que opera por trimestres para generar un conjunto de valores futuros trimestrales en base a variables exógenas de entrada.

Las ecuaciones del modelo están agrupadas en bloques recursivos, de los cuales, unos modelizan el comportamiento de las unidades micro y otros, la estructura macroeconómica en la que operan esas unidades indi-

viduales⁵. Cada secuencia completa de estos bloques representa el paso de un trimestre.

La producción en el modelo se realiza en diez sectores, pero sólo cuatro de ellos, los manufactureros, —Materias primas, Bienes intermedios, Bienes de equipo y de consumo duradero y Bienes de consumo no duradero— están modelizados a nivel micro, de modo que cada uno de ellos consta de empresas algunas de las cuales son reales y otras *sintéticas*. Estas últimas en su conjunto son la diferencia entre las empresas reales y el total del sector en la Contabilidad Nacional⁶.

Las empresas del modelo interactúan con otras empresas, con otros sectores y con el resto del mundo a través de los mercados de bienes, de trabajo y de capitales del siguiente modo:

En primer lugar, las empresas transforman las series históricas de ventas, salarios y precios en expectativas de ventas, salarios y precios, y con ellas fijan su objetivo de margen de beneficio para ese periodo.

Con esas expectativas y el objetivo de beneficio propuesto, cada empresa busca el plan de producción para el trimestre y se fija el volumen de mano de obra necesario para realizar esa producción, y que a su vez satisfaga el beneficio objetivo. Entonces, se produce la confrontación de las empresas en el mercado laboral para contratar o despedir mano de obra y ajustarse a sus necesidades de empleo, y es en esa confrontación donde se determina el salario de cada una de ellas. Una vez hecho esto, cada empresa comprueba si con la mano de obra conseguida en el mercado laboral puede llevar a cabo su plan de producción.

A continuación, la empresa examina el nivel de sus inventarios de productos y decide qué parte de su producción va a ofertar en el mercado. Una parte de sus ventas se dirigen al mercado exterior, a los precios externos⁷. El resto de las ventas se realizan en el mercado interior junto con los productos importados. Es en ese mercado donde se determinan las ventas finales y el nivel de precios al confrontarse la oferta de las empresas con las importaciones y la demanda de los hogares.

Una vez determinadas las ventas y los precios, se puede obtener el beneficio de cada empresa, fijar las nuevas inversiones a realizar y actualizar el conjunto de posibilidades de producción.

Tras esto, tanto los precios finales, como los beneficios y las ventas pasan a formar parte del vector histórico de datos con los que de nuevo se

5 Aunque las ideas básicas que soportan la estructura del modelo no han cambiado en todas las versiones del mismo, cada nueva versión ha ido incorporando diferentes aspectos del comportamiento micro y macroeconómico, incluyendo nuevos bloques que modelizan aspectos introducidos de forma exógena en versiones anteriores.

6 Hay unas 150 empresas reales (que cubren el 75% del empleo y producción) y unas 50 sintéticas.

7 La proporción de producción exportada cambia de acuerdo con el movimiento relativo de los precios interiores y exteriores.

formarán las expectativas de la empresa, y el proceso se repite para el siguiente trimestre⁸.

4.2. EL FUNCIONAMIENTO DEL MODELO

El funcionamiento del modelo consta de dos partes: el proceso de inicialización y el proceso de simulación.

4.2.1. *La inicialización del modelo*

El proceso se puede dividir en tres etapas: obtención de la base de datos, inicialización propiamente dicha, y control de consistencia y calibración del modelo.

- *La base de datos*

Para la inicialización del modelo es necesaria una amplia base de datos, tanto de datos micro como de datos macro, debido fundamentalmente a que el modelo simula el comportamiento de la economía como suma del comportamiento dinámico de las empresas individuales (alrededor de 250 empresas, cada una de las cuales está definida por unas 100 variables, a las que hay que añadir las variables macro del modelo). La calidad de esta base de datos es vital para un modelo del tipo del MOSES, pues de ella, en gran medida, van a depender las propiedades de la simulación.

- *El proceso de inicialización*

El proceso de inicialización consiste en asignar valores de partida a una serie de variables, tanto micro como macro, y a los parámetros del modelo. El año del que se parte es aquel para el que se tenga una base de datos micro y macro lo más amplia posible.

Las variables a las que es necesario dar valores de partida son de tres tipos:

- Variables iniciales para el año base, necesarias para comenzar el modelo.
- Variables exógenas, necesarias para determinar el futuro de otras variables.
- Constantes o parámetros.

- *El control de consistencia y la calibración del modelo*

El control de consistencia trata de ver si los valores de las variables micro, fijados durante el proceso de inicialización, son consistentes a nivel macro, es decir, si las variables macro obtenidas como suma de las varia-

⁸ El proceso descrito se realiza en el modelo a través de ecuaciones que tratan de reproducir el comportamiento de los agentes.

bles micro hasta el total de la economía o sector, se ajustan al sistema I-O del año de partida con el que se trabaje.

Uno de los mayores problemas que presentan estos modelos de micro simulación a gran escala es la gran cantidad de parámetros desconocidos que poseen. La calibración del modelo consiste en determinar los valores de ese conjunto de parámetros que generan el mejor ajuste para las variables endógenas observadas en un periodo determinado.

Existen deferentes técnicas para calibrar un modelo⁹. Para la calibración del MOSES se utiliza un algoritmo basado en técnicas de búsqueda aleatoria¹⁰, mediante el cual se trata de estimar los valores de los parámetros, en un conjunto determinado, que minimice la diferencia entre los resultados de la simulación y algunas variables de control elegidas, observadas para el periodo de calibración¹¹.

4.2.1. *La simulación del modelo*

El modelo consta de un gran número de ecuaciones, algunas no lineales que, dados unos parámetros, transforman un conjunto de variables exógenas y de valores iniciales de las variables endógenas en series futuras de variables endógenas. Dando diferentes valores a las variables exógenas o estableciendo diversos supuestos para los parámetros del modelo, se obtienen distintos valores simulados para las endógenas, y se puede analizar cómo afecta cada uno de esos supuestos al comportamiento de las variables de interés.

En síntesis, a la hora de elaborar un modelo de micro-macro simulación como el MOSES, es necesario, en primer lugar, disponer de una base de datos lo más completa y precisa posible, tanto de datos micro, como de datos macro, dado que de la calidad de esa base de datos va a depender en gran medida los buenos resultados del modelo.

Una vez que se dispone de esa base de datos se especifican las diferentes ecuaciones que formarán parte del modelo. Tras esto, se procede a inicializar ciertas variables (las endógenas retardadas, algunas variables exógenas y algunos parámetros). Para obtener los valores del resto de los parámetros y variables exógenas se realiza la calibración del modelo.

Encontrados los parámetros, se comprueba que el modelo goza de propiedades adecuadas a largo plazo haciéndole funcionar para unos cuantos años.

9 Sobre calibración de modelos y sus métodos puede consultarse Kim, K. y Pagan, A. R. (1995), Gouriéroux, C. y Monfort, A. (1995), pp. 24 y ss., Whalley, J. (1991), p. 187 y ss., Marcet, A. (1991), p. 121, Kydland y Prescott (1982), Vallés, J. (1991), Gregory, A. W. y Smith, G. W. (1990), entre otros.

10 Una visión detallada de este algoritmo aparece recogida en Taymaz (1993).

11 En el MOSES hay 75 «parámetros» a calibrar (en sentido estricto son parámetros y variables exógenas). Las variables de control utilizadas son los tipos de interés, tasas de crecimiento anual de la producción de manufacturas, precios y empleo y crecimiento del Producto Nacional Bruto.

Por último se puede proceder a realizar experimentos de simulación con el modelo, estableciendo determinados supuestos relativos a algunas de las variables o parámetros del mismo y viendo como afectan al comportamiento de otras.

5. A MODO DE SINTESIS

El enfoque de micro-macro simulación es uno más de los muchos enfoques que existen para explicar el comportamiento de los sistemas económicos, pero su mayor atractivo radica en su carácter integrador puesto que analiza los sistemas económicos como un todo en el que los protagonistas son tanto las unidades macro como las micro. La principal ventaja del enfoque no está tanto en su capacidad para predecir los valores futuros de las variables micro o macro, como en el hecho de que permite analizar las interrelaciones entre ellas y comprender el fundamento de los cambios futuros que se produzcan en ambas.

El enfoque no está exento de problemas. Quizás una de las mayores barreras con las que uno se encuentra cuando trata de elaborar un modelo de simulación micro-macro de las características de los que en estas páginas se describen es la gran cantidad de datos (tanto relativos a las unidades micro como a la macroeconomía) que se requieren. A pesar de ello, es interesante descubrir las ventajas que conlleva mirar a la economía de un país o de una región a través del prisma de la microeconomía, es decir, como reflejo de las aportaciones de cada individuo —hogares, empresas, gobierno, etc.— al conjunto total.

Son innumerables las aplicaciones y experiencias que es posible realizar en base a un modelo de simulación micro-macro. En este sentido, conviene resaltar la gran flexibilidad de este tipo de modelos. El modelo sueco MOSES es un buen exponente de este hecho, puesto que ha servido de piedra angular para contrastar un gran número de teorías, tanto relativas al comportamiento de las microunidades como al conjunto de la economía que modeliza. Lógicamente, cuanto mayor sea la complejidad y el detalle del modelo, mayores serán las posibilidades que ofrezca para constatar diferentes supuestos alternativos.

Aunque todos los modelos analizados gozan del atractivo que el enfoque imprime, es el modelo de la economía sueca el que, en nuestra opinión, resulta más interesante. El modelo introduce mecanismos con los que no cuentan otros modelos, especialmente a la hora de representar el comportamiento de los mercados. Entre ellos conviene destacar, por un lado, el funcionamiento del mercado de trabajo que, mediante la confrontación directa entre empresa-empresa y trabajador-empresa, determina el salario y el volumen de mano de obra de cada una de ellas en los diferentes periodos. Por otro lado, el modo en que las empresas entran y salen del mercado de bienes dependiendo de la capacidad de cada una de ellas para adaptarse a las exigencias del mismo, siendo precisamente ese dinamismo

del mercado, que hace fluir la innovación y por tanto la mejora de la tecnología, lo que hace posible el crecimiento a largo plazo de las economías.

Por último señalar que, aunque la simulación micro-macro está poco desarrollada en España, presenta un gran potencial para el desarrollo futuro de los modelos económicos puesto que supone una visión del entramado económico de los sistemas diferente a la de los planteamientos tradicionales, al permitir analizar las relaciones entre la micro y la macro estructura haciendo hincapié, no en los resultados finales de esas relaciones, sino en el modo en que esas relaciones afectan a los resultados.

BIBLIOGRAFIA

- Adelman, I. y Robinson, S. (1978): «Income distribution in developing countries». Stanford University Press.
- Albrecht, J. y Lindberg, T. (1982): «The micro initialization of MOSES» *IUI Working paper n° 72*, Diciembre.
- Bennett, R. L. y Bergmann, B. R. (1986): *A microsimulated transactions model of the U.S. economy*, The Johns Hopkins University Press.
- Bergholm, F. (1982): «The MOSES manual. Part 1. How to run the MOSES-MODEL», *Working Paper n° 75*, Diciembre.
- Bergholm, F. (1983): «The MOSES manual. Part 2. The initialization proces», *Working Paper n° 118*, Diciembre.
- Bergmann, B. R. (1973): «A microsimulation of the macroeconomy with explicitly represented money flows», *Borrador para presentar en el congreso de invierno de la Sociedad Económica*, Octubre.
- Blinder, A. S. (1974): *Toward and economic theory of income distribution*. Cambridge. MIT Press.
- Eliasson, G. (1976): *Business Economic Planning-Theory, Practice and comparison*. John Wiley & Sons. Londres.
- Eliasson, G. (1977): «Competition an market processes in a Simulation Model of the Swedish Economy». *American Economic Review*, vol. 67. n° 1, pp. 277-281. Febrero.
- Eliasson, G. (1980): «A Micro Simulation Model of a National Economy». en Bergmann, B., Eliasson, G. y Orcutt, G. (eds), *Micro simulation - Models, methods and applications. Proceedings of a symposium in Stockholm, Sept 19-22, 1977*, Conference Reports 1980: 1, pp. 179-259.
- Eliasson, G. (1985): *The Firm and Financial Markets in the Swedish Micro-to-Macro model-Theory, Model and Verification-* IUI. Estocolmo.
- Fair, R. C. (1974): *A model of macroeconomic activity*, New York, Ballinger.
- Gouriéroux, C. y Monfort, A. (1995): *Simulation based econometric methods*. CORE Lectures Series. CORE Foundation.
- Gregory, A. W. y Smith, G. W. (1990): «Calibration as estimation», *Econometric Reviews*, vol. 9, n° 1, pp. 57-89.
- Haveman, R. y Hollenbeck, K. (1980): *Microeconomic simulation models for public policy analysis*. Vol. 1 y 2. New York Academic Press (Referencia tomada de Orcutt, G. (1987)).
- Kim, K. y Pagan, A. R. (1995): «The econometric analysis of calibrated macroeconomic models», en Pesaran, M. Hashem y Wickens, M. (eds), *Handbook of applied econometrics, macroeconomics*, pp. 356-390.
- Kydland, F. E., y Prescott, E. C. (1982): «Time to built and aggregate fluctuations». *Econometrica*, vol. 50, pp. 1345-1370.

- Marcet, A. (1991): «Macroeconomía moderna y simulaciones por ordenador». *Cuadernos Económicos de ICE*, nº 48, vol. 2, pp. 109-123.
- Moya, M. (1992): «Modelo de MICRO-MACRO simulación para la economía española. Aplicación al sector de las telecomunicaciones». Documento de seminario nº 3. 22 de enero.
- Naylor, T. H. y otros. (1966): *Técnicas de simulación en computadoras*. Limusa, 1982. Traducción de la obra *Computer Simulation Techniques*, Wiley and Sons, 1966.
- Nelson, R. R., Winter, S. G. Y Shuette, H. L. (1976): «Technical change in a evolutionary model», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 60, pp.19-118.
- Nichols, D. A. (1980): «Is there an efficient level of unemployment? Simulation experiments on a labor market model». en Bergmann, B., Eliasson, G. y Orcutt, G. (eds), *Micro simulation - Models, methods and applications. Proceedings of a symposium in Stockholm, Sept 19-22, 1977*, Conference Reports 1980: 1, pp. 349-364.
- Orcutt, G. (1957): «A new type of socio-economic system». *Review of Economics and Statistics*, vol. 58, pp. 773-797. Mayo.
- Orcutt, G. (1960): «Simulation of the economic systems». *American Economic Review*, vol. L, nº 5, pp. 893-907. Diciembre.
- Orcutt, G., Greenberger, M., Korbelt, J. y Rivlin, A. (1961): *Microanalysis of socio-economic systems: A simulation study*. Harper & Row, New York.
- Orcutt, G. (1990): «The microanalytic approach for modeling national economies». *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 14, pp. 29-41.
- Orcutt, G., Greenberger, M., Korbelt, J. y Rivlin, A. (1961): *Microanalysis of socio-economic systems: A simulation study*. Harper & Row, New York.
- Pryor, F. (1973): «Simulation of the impact of social and economic institutions on the size distributions of income and wealth», *American Economic Review*, Vol. 63, nº 1, p. 50-72.
- Pechman, J. y Okner, B. (1974): *Who bears the tax burden?*, Brookings, Washington, D.C.
- Taymaz, E. (1993): «A calibration algorithm for micro-simulation models». *IUI Working paper* nº 374.
- Valles, J. (1991): «Estimación mediante técnicas de simulación: una revisión de la literatura». *Cuadernos Económicos de ICE*, nº 48, vol. 2, pp. 143-1563.
- Whalley, J. (1991): «La modelización de equilibrio general aplicado». *Cuadernos Económicos de ICE*, nº 48, vol. 2, pp. 179-196.