

SIMULACIÓN DE POLÍTICAS ECONÓMICAS: LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO ^(*)

Autor: *Antonio Gómez Gómez-Plana*^(a)
Universidad Pública de Navarra

P. T. N.º 35/02

(*) El autor desea agradecer los comentarios y sugerencias de Óscar Bajo, así como la financiación recibida del proyecto MCYT BEC2002-00954 y del Gobierno de Navarra.

(a) Departamento de Economía. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía. 31006 Pamplona. Teléfono: 948 16 97 21. Correo electrónico: agomezgp@unavarra.es.

N.B.: Las opiniones expresadas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad del autor, pudiendo no coincidir con las del Instituto de Estudios Fiscales.

Desde el año 1998, la colección de Papeles de Trabajo del Instituto de Estudios Fiscales está disponible en versión electrónica, en la dirección: ><http://www.minhac.es/ief/principal.htm>.

Edita: Instituto de Estudios Fiscales

N.I.P.O.: 111-02-004-2

I.S.S.N.: 1578-0252

Depósito Legal: M-23772-2001

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1. ¿QUÉ ES UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTACIONAL O APLICADO?
2. EL MÉTODO DE ANÁLISIS: DISEÑO DEL EJERCICIO DE SIMULACIÓN
3. LA BASE DE DATOS: LAS MATRICES DE CONTABILIDAD SOCIAL
4. FORMULACIÓN DE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO
 - 4.1. Un MEGA estático
 - 4.2. Un MEGA dinámico
5. SIMULACIONES CON MEGAs REALIZADAS PARA ESPAÑA

CONSIDERACIONES FINALES

BIBLIOGRAFÍA

ABSTRACT

Los modelos de equilibrio general aplicado o computacional se utilizan para la simulación de políticas económicas de diversa índole, como políticas fiscales, comerciales, medioambientales, y otras. Estos modelos han comenzado a plantearse recientemente como problemas de complementariedad mixta, lo que ha permitido solucionar algunos de los problemas en que incurre su formulación tradicional como problema de optimización del comportamiento de los agentes. En este trabajo realizamos una presentación y puesta al día de la metodología, junto con una descripción de las bases de datos utilizadas (matrices de contabilidad social), así como una revisión de los modelos de equilibrio general aplicado hechos para la economía española.

Palabras clave: Modelos de equilibrio general aplicado o computacional, simulación, problemas de complementariedad mixta, matrices de contabilidad social, España.

Clasificación JEL: C68, D58.

INTRODUCCIÓN

Los gobiernos estudian constantemente la implantación de medidas de política económica que sirvan para corregir alguna deficiencia observada en los mercados. Es deseable que estos gobiernos tengan un conocimiento aproximado de los efectos que esas medidas pueden generar. Por ello, se torna especialmente interesante el uso de modelos que permitan apreciar y también cuantificar los efectos que diferentes opciones de política económica tienen sobre los agentes. Estaríamos en el campo de los modelos de simulación. Ubicados entre la economía puramente normativa (que trata de explicar cómo debería ser una economía) y la econometría (que trata de valorar los determinantes reales de una situación económica concreta), nos parece interesante profundizar en el conocimiento de uno de los instrumentos que gobiernos, instituciones internacionales, centros de investigación y académicos utilizan con este objetivo: los modelos de equilibrio general aplicado (en adelante, los denotaremos por MEGAs) o modelos de equilibrio general computacional.

Trabajos como los de Shoven y Whalley (1992), Gunning y Keyzer (1995), Dixon y Parmenter (1996) o Ginsburgh y Keyzer (1997) ofrecen revisiones recientes muy completas de la literatura existente, así como en algún caso de la base teórica en que se sustentan estos modelos. Nuestro objetivo es presentar de forma sencilla estos modelos y las posibilidades que ofrecen. Hasta la actualidad han sido poco utilizados para estudiar la economía española, quizá por la complejidad matemática y algorítmica que presentan. Pero la aplicación al equilibrio general de la metodología de los problemas de complementariedad mixta a raíz de los trabajos de Mathiesen (1985) y Rutherford (1999) ha hecho que se puedan utilizar algoritmos más eficientes y se solucionen algunas de las complejidades del diseño de estos modelos. En este trabajo vamos a centrarnos en esta vía de resolución, hasta el momento poco conocida, que aquí presentamos de forma sencilla.

Este trabajo consta de seis secciones. En la sección primera se explica en qué consiste un modelo de equilibrio general aplicado. La sección segunda examina el método de análisis de problemas económicos que se sigue con estos modelos. La sección tercera describe el tipo de base de datos que utilizan estos modelos. La sección cuarta presenta la estructura básica de un modelo en su versión estática y de otro en su versión dinámica. En la sección quinta se presentan los modelos realizados con esta metodología para la economía española. Por último se recogen unas consideraciones finales.



1. ¿QUÉ ES UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTACIONAL O APLICADO?

Una primera aproximación a la noción de modelo de equilibrio general aplicado es la que proporcionan Shoven y Whalley (1992, pág. 1), cuando indican que la idea central que subyace en ellos es la de partir de una estructura de equilibrio general walrasiano, formalizado en los años 50 por Kenneth Arrow, Gerard Debreu y otros economistas. A partir de esta sólida base teórica para la representación de una economía, se trataría de convertirla en un modelo realista que aproxime las características de una economía actual, es decir, de un país, de un conjunto de países o de la totalidad de ellos. A estos modelos se incorporan los datos reales existentes, basados en una estructura de equilibrio general, tal y como se pueden encontrar en los sistemas de Cuentas Nacionales. Con todo ello los modelos pueden ser utilizados para simular determinadas opciones de política económica (fiscal, comercial, de mercado de trabajo, medioambiental, de I+D, ...). La simulación consiste en la modificación de uno o varios parámetros del equilibrio inicial del modelo, para recoger las opciones de política económica que se quieren estudiar.

Como señalan Scarf y Shoven (1984, págs. XI-XII), una de las virtudes de estos modelos es su capacidad para mostrar las consecuencias que un cambio puntual en una variable o en un sector puede tener en el conjunto de la economía, algo que es imposible obtener a través de otras muchas técnicas. Este es el punto clave que le hace destacar como método de simulación. Estos modelos permiten recoger las importantes propiedades del análisis input-output junto con un tratamiento de la demanda que tiene un importante fundamento teórico microeconómico. La desagregación que permiten estos modelos (de los sectores productivos, hogares, factores, países, ...) y la precisión de los métodos computacionales utilizados son algunos de sus puntos fuertes.

Es reseñable el distinto enfoque de los MEGAs respecto al de los modelos macroeconómicos o al de los modelos VAR, tanto en lo referente a la base de teoría económica, como la de teoría estadística utilizada. Mientras que la base teórica de un MEGA es muy robusta, su base teórica estadística es limitada, ya que utiliza los datos de un único año de la Contabilidad Nacional. Los modelos macroeconómicos profundizan más en las cualidades teóricas estadísticas de los datos utilizados, aunque disponen de una estructura teórica económica más limitada. Por último, los modelos VAR se fundamentan básicamente en la teoría estadística y su base de teoría económica es débil.

Históricamente existe consenso en considerar como precursor de los MEGAs el trabajo de Johansen (1960)¹. Este autor presentó un sistema de ecuacio-

¹ Sobre los orígenes de estos modelos puede consultarse Scarf y Shoven (1984, págs. IX-XIII) y Deardorff y Stern (1986, págs. 4-6).

nes de equilibrio general que resolvía a través de su linealización. Los resultados que obtenía eran exactos únicamente si las simulaciones consistían en efectuar un cambio marginal en una de las variables exógenas de las ecuaciones. Posteriormente Scarf (1967) desarrolló un algoritmo que permitía resolver sistemas de ecuaciones no lineales sin recurrir al método de linealización. A partir de este trabajo se han desarrollado una serie de algoritmos que han ido haciendo más tratables estos modelos desde el punto de vista computacional. Gómez (1999a) presenta una explicación detallada de los algoritmos habituales para la resolución de este tipo de modelos. Los trabajos de Johansen y Scarf dieron origen a las dos grandes escuelas que trabajan con modelos de equilibrio general aplicado: la escuela de linealización noruego-australiana, que sigue el camino abierto por Johansen, y la escuela de niveles norteamericana, que parte de sistemas de ecuaciones no lineales².

Otra tipología es la considerada por Baldwin y Venables (1995, págs. 1628-1629), que hablan de tres tipos de MEGAs:

1. Modelos de primera generación. Son modelos que emplean como supuesto la existencia de competencia perfecta en un escenario estático. Estos modelos son los que aplican de forma más ortodoxa los supuestos de la teoría del equilibrio general dentro del marco del modelo Arrow-Debreu.
2. Modelos de segunda generación. Estos modelos, cuyo precursor es Harris (1984), incorporan la existencia de rendimientos crecientes y competencia imperfecta entre los supuestos que determinan el comportamiento de los productores, y también en un escenario estático. Nos estamos refiriendo a modelos que suponen extensiones del modelo tradicional Arrow-Debreu, básicamente por reflejar no convexidades en la modelización del comportamiento supuesto de los productores.
3. Modelos de tercera generación. Son modelos que incorporan aspectos dinámicos de crecimiento a través de cambios en los stocks de capital, y empiezan a ser más numerosos a partir de los noventa. La mayoría de los modelos son de tipo Ramsey con consumidor de vida infinita, aunque también se pueden encontrar modelos de generaciones solapadas.

2. EL MÉTODO DE ANÁLISIS: DISEÑO DEL EJERCICIO DE SIMULACIÓN

En esta sección explicamos cómo se lleva a cabo el análisis de problemas económicos mediante un MEGA (véase figura 1). Partimos de un modelo teórico que

² Una comparación entre las metodologías de las dos escuelas, con un ejemplo empírico, se recoge en Hertel, Horridge y Pearson (1992).

intenta ser una representación simplificada de la economía de un país o de un conjunto de países. En el modelo mostramos los comportamientos de los agentes, tales como consumidores y productores, además de poder incluir también el sector público y el sector exterior con un sistema de ecuaciones. Este sistema viene determinado por supuestos como son los comportamientos optimizadores de ciertos agentes, el establecimiento de reglas de fijación de precios por parte de los productores, las rigideces en el mercado de trabajo, la consideración de determinadas formas funcionales para las ecuaciones del modelo o el carácter exógeno, endógeno o calibrado de las variables representadas, entre otros.

Figura 1

MÉTODO DE ANÁLISIS CON UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTACIONAL



Es muy importante señalar que la realización de un modelo que intente aproximar la realidad se encuentra limitada por la disponibilidad de datos. Además, existen numerosas formas de representar una economía debido al gran número de supuestos que pueden utilizarse. Sin embargo, hay un *trade-off* entre complejidad teórica y disponibilidad de datos empíricos. La falta de datos impide el uso de numerosas especificaciones teóricas, o fuerza al uso de datos inadecuados (datos de otros países, datos antiguos, valores agregados, ...), lo que es una crítica común a los MEGA deterministas. Por estos motivos hay que ser especialmente cuidadosos no sólo en la construcción del modelo, sino también en la comprobación de la robustez de los supuestos y de los resultados. Para este tipo de modelos se requieren los datos que proporcionan las Matrices de Contabilidad Social (véase sección 3) que son unos sistemas contables de equilibrio general basados en la Contabilidad Nacional. También es habitual el uso de otras fuentes complementarias que suministran información sobre flujos comerciales, estimaciones de las elasticidades que precisa el modelo, índices de concentración, variables de mercado de trabajo, y otros datos que pueda necesitar el modelo.

Una vez que ya disponemos del sistema de ecuaciones y de la base de datos que conforman el modelo, se lleva a cabo la calibración del mismo, que va a permitir determinar los parámetros desconocidos. Siguiendo a Mansur y Whalley (1984, págs. 86-87), por calibración entendemos el método que, para las formas funcionales supuestas, fija el valor de los parámetros desconocidos de forma que *el sistema de ecuaciones reproduce la base de datos como una solución de equilibrio del modelo*. Obtenemos en ese momento el equilibrio base o de referencia, también denominado *benchmark equilibrium*. Esto implica el uso de un supuesto muy relevante, como es considerar el año base como una situación de equilibrio.

Una vez realizada la calibración ya disponemos del equilibrio de referencia, y el modelo puede ser utilizado para simular medidas de política económica. Las simulaciones que se pueden realizar con estos modelos se llevan a cabo a través de cambios en alguna o algunas de las variables que se representan en el equilibrio inicial. Los cambios suelen reflejarse en las variables que determinan las características fiscales, comerciales, tecnológicas, laborales, u otras, del modelo. Tras ese cambio, el sistema de ecuaciones busca una nueva solución de equilibrio a través del uso de un algoritmo. Al nuevo equilibrio también se le denomina *counterfactual equilibrium*.

El nuevo resultado se somete a un análisis de sensibilidad, es decir, tratamos de confirmar la robustez del equilibrio. Para ello se pueden realizar dos tipos de análisis. Por un lado es importante comprobar la estabilidad y unicidad del equilibrio obtenido a partir de un modelo generalmente no lineal. Dado el hecho de que la resolución de un sistema no lineal suele llevar a soluciones óptimas locales



es importante comprobar que si se busca la solución de equilibrio por otra vía (es decir, con otro algoritmo) no se llega a otro óptimo local diferente. Por tanto es importante la resolución del sistema de ecuaciones con al menos dos algoritmos que utilicen diferentes secuencias para estimar el equilibrio. Por otro lado, es relevante contrastar que los resultados no están afectados significativamente por los valores numéricos asignados a determinadas variables exógenas. Esto es especialmente importante respecto a las elasticidades utilizadas, que generalmente provienen de diversas fuentes y su adecuación al modelo puede ser sometida a crítica.

Una vez comprobada la robustez de los resultados ya consideramos que se puede efectuar una comparación entre los resultados del equilibrio de referencia y los de los nuevos equilibrios hallados en las simulaciones para, de esa forma, llegar a las conclusiones sobre los efectos de la reforma de política económica derivados de la simulación.

3. LA BASE DE DATOS: LAS MATRICES DE CONTABILIDAD SOCIAL

Aunque las Matrices de Contabilidad Social (en adelante, MCS) se construyen desde hace varias décadas, en España no fue hasta mediados de los años 80 cuando apareció la primera matriz, elaborada por Kehoe *et al.* (1986). Desde esa primera matriz ha habido que esperar hasta finales de la década de los 90 para que apareciera una nueva matriz que representara a la economía española. Esta matriz fue elaborada por Uriel *et al.* (1997) para el Instituto Nacional de Estadística. Desarrollos posteriores de esta matriz son los trabajos de Gómez (2001) y Fernández y Polo (2001).

La forma habitual de presentación de las cuentas nacionales es a través de estados contables por el tradicional método de partida doble. Pero el sistema de contabilización permite otras formas de representación y, entre éstas, se encuentra la representación en formato matricial, con la que únicamente se registran una vez las operaciones realizadas. Esta es la forma de representación de las matrices de contabilidad social [véase en el SEC-95, EUROSTAT (1996), pág. 214].

La construcción de una matriz de este tipo, como indica King (1985), tiene fundamentalmente dos objetivos:

1. Organizar la información.
2. Proporcionar la base estadística para la elaboración de un modelo para el análisis económico.

Respecto al primero, una MCS presenta la imagen para un año determinado de la estructura económica de un país. Como se señala en EUROSTAT (1996,

página 213), la matriz muestra el flujo circular de la renta, de forma que refleja de manera detallada las relaciones entre el valor añadido generado por los sectores de una economía y la renta primaria obtenida por los diferentes tipos de agentes. Nos indica que, a partir de esta base de datos, podemos analizar la interdependencia entre la estructura de producción y la de la distribución de la renta, algo que el análisis input-output no permite. El análisis input-output se centra en las variables más relacionadas con la producción, y una MCS recoge toda esa información como una parte de su estructura fundamental.

Respecto al segundo objetivo de una MCS, entendemos que éste es el verdadero sentido que puede tener su construcción. En este sentido es interesante resaltar, como señala Thorbecke (1985), que una MCS es una herramienta esencial para diagnosticar la situación inicial y para organizar los datos de forma sistemática con respecto a un Sistema de Contabilidad Nacional. Una MCS no es más que una fotografía puntual en el tiempo que proporciona la información de un año base de una forma consistente. Si esa MCS se va a utilizar para analizar alternativas de política económica, más que para elaborar únicamente diagnósticos de la situación, debe estar unida a un marco conceptual que contenga las relaciones de comportamiento y técnicas entre las variables que recoge. Por ejemplo, si recoge variables de consumo, debe aparecer en el modelo la representación del comportamiento del consumidor final, o la demanda intermedia de las empresas, o la demanda del sector exterior. Si recoge variables de renta, el modelo mostrará el funcionamiento de los mercados de factores que determinan esas rentas, las posibles rigideces del mercado de trabajo, etc. Por todo ello, una MCS es útil si se aplica a un modelo teórico para efectuar ejercicios de simulación.

A continuación vamos a detallar cómo es una sencilla matriz de contabilidad social de una economía abierta con sector público, que refleja el equilibrio en la economía de un territorio (véase figura 2).

Una cuenta de la MCS la componen una fila y una columna. En la figura 2 mostramos que la actividad de esta economía estaría representada por cinco cuentas. Las denominamos *Productores*, *Consumidores*, *Sector público*, *Capital* y *Sector exterior*. En cada fila recogemos los recursos de cada cuenta particular, mientras que en cada columna se recogen sus empleos. El equilibrio contable entre recursos y empleos para cada cuenta refleja una de las características fundamentales de las MCS, esto es, la igualdad entre el total de cada fila con el total de la columna correspondiente a cada cuenta.

En esta matriz podemos comprobar que los *Productores* obtienen sus recursos de la venta de bienes finales a los consumidores (C), al sector público (G), al sector exterior (X) y la de bienes de inversión (I). Los empleos se dirigen a la retribución de los factores a través de la renta pagada a los consumidores (Y) y de las adquisiciones realizadas al sector exterior o importaciones (M).



Figura 2
MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL DE UNA ECONOMÍA ABIERTA CON
SECTOR PÚBLICO

		Empleos					Total
		Productores	Consumidores	Sector público	Sector exterior	Capital	
Recursos	Productores	—	C	G	X	I	Demanda
	Consumidores	Y	—	—	—	—	Renta
	Sector público	—	T	—	—	—	Ingresos
	Sector exterior	M	—	—	—	CN	Pagos al exterior
	Capital	—	A	SP	—	—	Ahorro
Total		Oferta	Gasto	Gasto	Ingresos del exterior	Inversión	

Los *Consumidores* emplean la renta (Y) procedente de su dotación de factores en consumo final (C), en el pago de impuestos al sector público (T) y destinan otra parte al ahorro privado (A). A su vez el *Sector público* obtiene sus recursos de la recaudación de impuestos (T), que emplea en el gasto público (G). La diferencia entre ambas partidas es el superávit público (SP), que cuando es negativa denominamos déficit público.

El *Sector exterior* obtiene sus recursos de las importaciones (M) que realiza esta economía, mientras que sus empleos son las exportaciones (X). En esta cuenta recogemos también el saldo comercial, que en este caso sencillo es equivalente a la capacidad o necesidad de financiación de la economía (CN). La cuenta de *Capital* muestra la igualdad macroeconómica entre ahorro nacional (A+SP) e inversión (I+CN).

Podemos comprobar que la MCS está cuadrada contablemente y que se verifican las siguientes igualdades:

$$C + G + X + I = Y + M$$

$$Y = C + T + A$$

$$T = G + SP$$

$$M + CN = X$$

$$A + SP = I + CN$$

Con esto completamos la explicación descriptiva del significado de una MCS. Esta es la base de datos necesaria para realizar un análisis sobre los efectos de determinadas políticas económicas con los modelos teóricos que presentamos en la siguiente sección.

4. FORMULACIÓN DE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO

En esta sección presentamos dos MEGAs: un modelo estático y otro modelo dinámico. Estos modelos pueden plantearse y resolverse como problemas de optimización o como problemas de complementariedad mixta.

Como problemas de optimización pueden surgir dificultades conceptuales porque pueden existir dudas sobre cuál es la variable que debe optimizarse. Esto puede ser especialmente problemático en modelos que representen a varios países o a varios agentes consumidores. Por ello, un planteamiento como problema de complementariedad mixta se presenta como una alternativa atractiva. El planteamiento analítico de estos problemas es el siguiente:

$$\begin{aligned} &\text{Dada } f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n, \text{ encontrar } z \in \mathbb{R}^n \\ &\text{tal que } f(z) \geq 0, z \geq 0 \text{ y } z^T f(z) = 0. \end{aligned}$$

Es decir, dada una función f definida en el espacio \mathbb{R}^n , se trata de encontrar un vector z de dimensión n tal que se verifica simultáneamente que $f(z)$ es mayor o igual que cero, z es mayor o igual que cero, y que se satisface la condición de holgura complementaria asociada a esa función $f(z)$ y a ese vector z , representada por su producto escalar. Esa condición exige que, o bien z sea igual a cero, o bien la función $f(z)$ sea igual a cero.

La denominación como problema de complementariedad mixta se debe a la condición de complementariedad entre funciones y variables, y a la estructura mixta de igualdades ($f(z) = 0, z = 0$) y desigualdades ($f(z) > 0, z > 0$). A continuación vamos a plantear los dos MEGAs estático y dinámico como problemas de complementariedad mixta, a partir de la adaptación que Mathiesen (1985) hizo a un modelo de equilibrio general. En ambos casos, y para que la representación analítica sea más clara, no incluimos al sector público ni al sector exterior. En el modelo dinámico incluimos la inversión, que implica acumulación de capital.

4.1. Un MEGA estático

Un MEGA que representa una economía con un consumidor representativo, en la que se produce un bien ($f(L, K)$) que se consume (C), y donde existen dos factores productivos (trabajo (L) y capital (K)), vendría definido por un equilibrio que recogiera el nivel positivo de renta (Y), el nivel de actividad de producción ($f(L, K)$), de precios del bien (p), de rentas del trabajo (w) y del capital (r), todos no negativos, que satisfacen *tres tipos de condiciones de holgura complementaria*: beneficios nulos (ecuación 1), equilibrio en los mercados del bien, del trabajo y del capital (ecuaciones 2 a 4) y equilibrio presupuestario del consumidor (ecuación 5):



$f(L, K)(wL + rK - pf(L, K)) = 0$ tal que

$$\text{si } (wL + rK - pf(L, K)) > 0 \Rightarrow f(L, K) = 0$$

$$\text{si } f(L, K) > 0 \Rightarrow wL + rK - pf(L, K) = 0 \quad (1)$$

$p(f(L, K) - C) = 0$ tal que

$$\text{si } (f(L, K) - C) > 0 \Rightarrow p = 0$$

$$\text{si } p > 0 \Rightarrow f(L, K) - C = 0 \quad (2)$$

$w(\bar{L} - L) = 0$ tal que

$$\text{si } (\bar{L} - L) > 0 \Rightarrow w = 0$$

$$\text{si } w > 0 \Rightarrow \bar{L} - L = 0 \quad (3)$$

$r(\bar{K} - K) = 0$ tal que

$$\text{si } (\bar{K} - K) > 0 \Rightarrow r = 0$$

$$\text{si } r > 0 \Rightarrow \bar{K} - K = 0 \quad (4)$$

$$Y(pC - w\bar{L} - r\bar{K}) = 0 \text{ tal que se verifica que } Y > 0 \text{ y } pC - w\bar{L} - r\bar{K} = 0 \quad (5)$$

donde \bar{L} y \bar{K} son las dotaciones iniciales de trabajo y capital, respectivamente.

La condición de complementariedad 1 presenta la condición de beneficios nulos de las empresas cuando tiene lugar la actividad económica. La condición de complementariedad 2 expresa que los excesos de demanda del bien son nulos, excepto si los bienes son libres. Las condiciones 3 y 4 muestran el equilibrio en los mercados de factores, incluyendo el caso de factores libres. Por último, la condición de complementariedad 5 recoge que el consumidor, por el supuesto de no saciabilidad, gasta toda su renta. Esta última es una definición más que una condición de complementariedad.

Como se puede observar, con este planteamiento no existe el problema de elección de la variable que se debe optimizar. Como resultado del problema se obtienen los precios, y los niveles de actividad y de renta de equilibrio, que son las variables endógenas del modelo.

4.2. Un MEGA dinámico

El marco dinámico puede parecer más adecuado para la simulación de ciertas políticas económicas. Sin embargo, los modelos dinámicos requieren la calibración de un mayor número de parámetros y es necesario formular supuestos sobre variables futuras como son la tasa de crecimiento de la economía, la tasa de crecimiento de la población, la tasa de depreciación, la tasa de descuento, y

otras. Por esto muchas veces es preferible un modelo estático, que puede ser un instrumento más adecuado para las simulaciones ya que utiliza más datos cercanos a la evidencia empírica disponible.

La aproximación a los modelos dinámicos de crecimiento es más compleja y abre un abanico de posibilidades dada la variedad de especificaciones dinámicas existentes. La especificación más frecuente en la literatura de MEGAs son los modelos de crecimiento de Ramsey, basados en el modelo de Ramsey (1928) que fue perfeccionado por Cass (1965) y Koopmans (1965)³. Tenemos dos formas de plantear el ejercicio en función del supuesto que realicemos sobre el equilibrio de referencia o *benchmark equilibrium*, cuyos datos numéricos serían los de una MCS. En nuestro caso consideramos situación inicial como una situación de estado estacionario⁴.

Una representación sencilla del modelo de Ramsey consiste en un agente representativo racional de vida infinita, que posee una dotación fija de trabajo en el tiempo (\bar{L}_t) y un stock inicial de capital (\bar{K}_0). En esta economía se produce de forma competitiva un bien en cada periodo t , a partir de factor trabajo (L_t) y factor capital (K_t). En cada periodo t el bien puede ser consumido (C_t) o invertido (I_t). La definición del equilibrio general del modelo se presenta de forma analítica con tres tipos de condiciones de holgura complementaria (los mismos tres tipos que para el modelo estático), pero en este caso son para cada periodo t ⁵.

Las condiciones de beneficios nulos son las ecuaciones 6 a 8. La condición 6 hace referencia a los beneficios nulos en la producción del bien, la condición 7 establece los beneficios nulos para la acumulación de capital, y la condición 8 muestra los beneficios nulos respecto a la decisión del agente entre inversión o consumo. Estas condiciones son:

$$f_t(L_t, K_t)(w_t L_t + r_t K_t - p_t f_t(L_t, K_t)) = 0 \quad \text{tal que}$$

$$\begin{aligned} \text{si } (w_t L_t + r_t K_t - p_t f_t(L_t, K_t)) > 0 &\Rightarrow f_t(L_t, K_t) = 0 \\ \text{si } f_t(L_t, K_t) > 0 &\Rightarrow w_t L_t + r_t K_t - p_t f_t(L_t, K_t) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$K_t^S (p_t^K - (1 - \delta)p_{t+1}^K - r_t) = 0 \quad \text{tal que}$$

$$\begin{aligned} \text{si } (p_t^K - (1 - \delta)p_{t+1}^K - r_t) > 0 &\Rightarrow K_t^S = 0 \\ \text{si } K_t^S > 0 &\Rightarrow (p_t^K - (1 - \delta)p_{t+1}^K - r_t) = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

³ Una explicación detallada del modelo de Ramsey-Cass-Koopmans puede encontrarse en Sala-i-Martin (2000, capítulo 3).

⁴ Si la situación de referencia determinada por la MCS está fuera del estado estacionario, el modelo debería incluir otras ecuaciones adicionales.

⁵ Una derivación detallada de condiciones de complementariedad similares a éstas puede encontrarse en Lau, Pahlke y Rutherford (2002).

$$I_t(p_t - p_{t+1}^K) = 0 \text{ tal que}$$

$$\text{si } (p_t - p_{t+1}^K) > 0 \Rightarrow I_t = 0$$

$$\text{si } I_t > 0 \Rightarrow (p_t - p_{t+1}^K) = 0 \quad (8)$$

donde la notación es idéntica a la del modelo estático, pero además incluye el subíndice t indicador del periodo de tiempo. El precio del capital en el periodo t es p_t^K , el parámetro δ es la tasa anual de depreciación, y K_t^S es la oferta de capital en el periodo t .

El segundo bloque de condiciones de complementariedad (9 a 12) hacen referencia al equilibrio de los mercados. La condición 9 indica el equilibrio en el mercado de bienes, las condiciones 10 y 11 se refieren a los mercados de trabajo y capital, respectivamente. La condición 12 no sería una condición de complementariedad propiamente dicha, sino que se trata de la definición del stock de capital. La representación analítica sería:

$$p_t(f_t(L_t, K_t) - C_t - I_t) = 0 \text{ tal que}$$

$$\text{si } (f_t(L_t, K_t) - C_t - I_t) > 0 \Rightarrow p_t = 0$$

$$\text{si } p_t > 0 \Rightarrow f_t(L_t, K_t) - C_t - I_t = 0 \quad (9)$$

$$w_t(\bar{L}_t - L_t) = 0 \text{ tal que}$$

$$\text{si } (\bar{L}_t - L_t) > 0 \Rightarrow w_t = 0$$

$$\text{si } w_t > 0 \Rightarrow \bar{L}_t - L_t = 0 \quad (10)$$

$$r_t(K_t^S - K_t) = 0 \text{ tal que}$$

$$\text{si } (K_t^S - K_t) > 0 \Rightarrow r_t = 0$$

$$\text{si } r_t > 0 \Rightarrow K_t^S - K_t = 0 \quad (11)$$

$$p_{t+1}^K(K_{t+1}^S - (1-\delta)K_t^S - I_t) = 0 \text{ tal que se verifica que}$$

$$p_{t+1}^K > 0 \text{ y } (K_{t+1}^S - (1-\delta)K_t^S - I_t) = 0 \quad (12)$$

Por último, el tercer bloque de condiciones de complementariedad corresponde a la condición de equilibrio presupuestario del consumidor, reflejada en la condición 13, que es:

$$Y \left(\sum_{t=0}^{\infty} p_t C_t + \sum_{t=0}^{\infty} p_t^K I_t - \sum_{t=0}^{\infty} w_t \bar{L}_t - p_0^K \bar{K}_0 \right) = 0 \text{ tal que se verifica que}$$

$$Y > 0 \text{ y } \left(\sum_{t=0}^{\infty} p_t C_t + \sum_{t=0}^{\infty} p_t^K I_t - \sum_{t=0}^{\infty} w_t \bar{L}_t - p_0^K \bar{K}_0 \right) = 0 \quad (13)$$

La resolución numérica del modelo se enfrenta a un problema relevante: el horizonte temporal del modelo es infinito. Evidentemente esto implica una solución indeterminada. Por ello es necesario incluir una regla de cierre del modelo que fije un horizonte temporal finito. Pero el problema no se limita únicamente a sustituir el valor infinito de t por un valor finito, sino que hay que tener en cuenta cuál es el tratamiento que se le da al capital, porque no tendría mucho sentido económico considerar que en el último periodo todo el capital sería consumido y no existiría inversión. Lau, Pahlke y Rutherford (2002) analizan este problema y presentan una regla que aprovecha las ventajas del marco de los problemas de complementariedad mixta para aproximar equilibrios de modelos de crecimiento neoclásico de horizonte infinito. La regla consiste en una formulación de este tipo:

$$\frac{I_T}{I_{T-1}} = \frac{f_T(L_T, K_T)}{f_{T-1}(L_{T-1}, K_{T-1})} \quad (14)$$

donde T es el último periodo. La intuición económica detrás de esta regla es que, en el último periodo, la inversión crece al mismo nivel que la producción (u otra variable cuyas cantidades físicas crezcan a ritmo constante en el modelo, como podría ser el consumo).

Otro tipo de modelos de crecimiento que podemos plantear como MEGAs son los modelos de generaciones solapadas. Para estos modelos nuevamente el formato de complementariedad mixta se presenta como útil. Rasmussen y Rutherford (2002) presentan una introducción a este tipo de modelos, a los que se puede aplicar también la regla de cierre (14) para determinar un horizonte temporal finito.

5. SIMULACIONES CON MEGAs REALIZADAS PARA ESPAÑA

Desde el trabajo de Kehoe *et al.* (1988) se han realizado una veintena de MEGAs referidos específicamente a la economía española. El cuadro 1 muestra las referencias de estos modelos, junto con sus principales características: si incorporan competencia imperfecta o no, las características de la MCS utilizada, el nivel de desagregación de los hogares y de los sectores productivos, la base teórica del mercado de trabajo y, por último, una descripción del tipo de simulación efectuada.

Podemos comprobar que una parte importante de los trabajos se ocupa de simular medidas de política fiscal, fundamentalmente dirigidas a dos impuestos: implantación y modificaciones posteriores del IVA, y reducciones de cotizaciones sociales para estimular la contratación de trabajadores. Kehoe *et al.* (1988), Kehoe *et al.* (1989), Polo y Sancho (1990), Polo y Sancho (1991), Bajo y Gómez (1999), Gómez (1999b) y Bajo y Gómez (2001) son los trabajos que se engloba-

rían en este bloque. Un segundo bloque son los modelos que simulan medidas de política comercial: Polo y Sancho (1993a), Roland-Holst *et al.* (1995), Gómez (1998) y Bajo y Gómez (2000). Estos trabajos tratan de estudiar fundamentalmente el proceso de integración económica de España en Europa. Un tercer grupo de modelos [Ferri *et al.* (2001) y Ferri *et al.* (2002)] analizan aspectos de política de mercado de trabajo relacionados con la inmigración. La legalización de los inmigrantes que trabajan en territorio español y su movilidad entre sectores son los temas que abordan. Sobre política medioambiental orientada a la reducción de emisiones contaminantes, ligada con aspectos fiscales, se han realizado dos trabajos: Manresa y Sancho (2001) y Gómez y Kverndokk (2002). Un quinto bloque corresponde al trabajo de Ferri (1998) sobre la incidencia del gasto público en la educación. Por último, los trabajos de Polo y Sancho (1993b) y Kehoe *et al.* (1995) muestran el potencial que los MEGAs tienen como herramientas de predicción cuando las simulaciones incorporan shocks que ha podido sufrir la economía (como la variación de los precios del petróleo o los cambios en la productividad sectorial, por ejemplo). En conclusión, comprobamos una cierta variedad en los temas de política económica estudiados.

Destacamos también otras características relevantes en estos trabajos. En primer lugar, en todos los casos se trata de modelos estáticos. En segundo lugar, aunque todos modelizan las empresas como competidoras perfectas, algunos de ellos, además, modelizan diferentes marcos de competencia imperfecta. Roland-Holst *et al.* (1995) representan como no competitivos tres sectores manufactureros que tienen unos determinados costes fijos de producción, los cuales pueden ser cubiertos o no. Una aproximación diferente la encontramos en los trabajos de Gómez (1998 y 1999b), Bajo y Gómez (1999, 2000 y 2001) y Gómez y Kverndokk (2002), que representan los sectores como oligopolistas, con libre entrada y salida de empresas y conjeturas Cournot. Además de los sectores manufactureros, estos autores incluyen como no competitivos los sectores de servicios. La regla de fijación de precios que utilizan [basada en los índices de Herfindahl estimados para España por Bajo y Salas (1998)] hace que los índices de concentración bajos correspondan a los sectores más competitivos (con márgenes más bajos de acuerdo con la forma de modelizar), e índices de concentración altos correspondan a sectores en los que la competencia está limitada (y presentan márgenes más altos).

Otra característica relevante se refiere a las diferentes vías de modelización del mercado de trabajo, de las que se plantean cuatro. Las más simple corresponde a un mercado de trabajo competitivo en el que el salario es perfectamente flexible, y es la aplicada por Roland-Holst *et al.* (1995). La más utilizada es la que considera la existencia de diferentes relaciones entre el salario real y el desempleo a través de una elasticidad que reflejaría la rigidez o flexibilidad de los salarios reales con respecto a la tasa de desempleo. A esta elasticidad se le

suele otorgar un valor central en función de estimaciones empíricas, y se añaden otros escenarios de mercado de trabajo con salarios reales más rígidos y más flexibles. En tercer lugar, Ferri (1998) presenta una especificación del mercado de trabajo de tipo Layard-Nickell, con salarios de eficiencia que reaccionan ante la existencia de desempleo. Una última vía de modelización es la de Bajo y Gómez (2001) y Gómez y Kverndokk (2002), que aplican una regla de desempleo de equilibrio fundamentada en la existencia de costes de búsqueda y salarios de reserva. Esta especificación parte de una aproximación a una función de *matching* (basada en los ajustes entre flujos de vacantes y desempleados) que determinaría el volumen de contrataciones.

Cuadro 1
MEGAs DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

	Competencia imperfecta	Matriz de Contabilidad Social [†]	Núm. de Hogares	Núm. de sectores productivos	Mercado de trabajo ^{**}	Simulación
Kehoe <i>et al.</i> (1988)	No	1	8	12	2	Reforma fiscal de 1986
Kehoe <i>et al.</i> (1989)	No	1	8	12	2	Reforma fiscal de 1986
Polo y Sancho (1990)	No	1	8	12	2	Reducciones del 30% de cotizaciones sociales e IVA
Polo y Sancho (1991)	No	2	8	12	2	Sustitución de cotizaciones sociales por IVA, e IRPF por IVA
Polo y Sancho (1993a)	No	2	8	12	2	Programa del Mercado Único ex-ante
Polo y Sancho (1993b)	No	2	8	12	2	Potencial de predicción del modelo incluyendo como exógenos shocks acaecidos
Kehoe <i>et al.</i> (1995)	No	1	8	12	2	Idem, y sensibilidad a reglas de cierre del modelo
Roland-Holst <i>et al.</i> (1995)	Sí	1	1	12	1	Escenarios de liberalización comercial industrial
Ferri (1998)	No	3	12	11	3	Incremento del gasto público en educación
Gómez (1998)	Sí	4	1	11	2	Programa del Mercado Único ex-ante y ex-post

(Sigue.)

(Continuación.)

	Competencia imperfecta	Matriz de Contabilidad Social*	Núm. de Hogares	Núm. de sectores productivos	Mercado de trabajo**	Simulación
Bajo y Gómez (1999)	Sí	4	1	11	2	Reforma fiscal de 1995
Gómez (1999b)	Sí	4	1	11	2	Sustitución de cotizaciones sociales por IVA
Bajo y Gómez (2000)	Sí	4	1	11	2	Programa del Mercado Único ex-post, y supuestos de tamaño del país
Bajo y Gómez (2001)	Sí	5	12	11	4	Reducción de cotizaciones sociales por nivel de cualificación
Ferri <i>et al.</i> (2001)	No	3	12	11	2	Legalización de inmigrantes y papel de las remesas
Manresa y Sancho (2001)	No	6	1	22	2	Imposición sobre emisiones de CO ₂ compensadas con cotizaciones sociales
Ferri <i>et al.</i> (2002)	No	3	12	11	2	Movilidad intersectorial de inmigrantes y discriminación salarial
Gómez y Kverndokk (2002)	Sí	5	1	16	4	Imposición sobre emisiones de CO ₂ compensadas con cotizaciones sociales

* Matriz de Contabilidad Social utilizada:

1. Año 1980. Kehoe *et al.* (1986).
2. Año 1987. Actualización no publicada de Kehoe *et al.* (1986).
3. Año 1990. Uriel *et al.* (1997).
4. Año 1990. Uriel *et al.* (1997) y Gómez (1998).
5. Año 1990. Uriel *et al.* (1997) y Gómez (2001).
6. Año 1990. Manresa y Sancho (2001).

** Modelización del mercado de trabajo:

1. Competencia perfecta.
2. Elasticidad finita del salario real con respecto al desempleo.
3. Layard-Nickell.
4. Matching unemployment.

CONSIDERACIONES FINALES

Los modelos de equilibrio general computacional o aplicado son instrumentos de análisis para la simulación de políticas económicas que pueden afectar a un territorio económico. Estos modelos se ubican entre la economía normativa y la econometría y por eso algunos autores los redefinen como “teoría con números”. La importante base teórica en la que se sustentan (modelo Arrow-Debreu) es el principal aval que ofrecen y por ello la robustez de los resultados numéricos de las simulaciones tiene que ser debidamente comprobada tanto con respecto a los supuestos teóricos empleados, como a las variables numéricas clave utilizadas.

La formulación tradicional de los modelos ha sido a través de modelos de optimización. Sin embargo, en los últimos años varios autores han comenzado a presentar estos modelos como problemas de complementariedad mixta. Esto implica dos tipos de ventajas: por un lado, se amplía el campo de los algoritmos de resolución que pueden ser empleados. Por otro lado, se evitan cierto tipo de problemas que suelen aparecer en los modelos de optimización (por ejemplo, la elección de la variable que se debe optimizar cuando el modelo incluye consumidores múltiples). En el trabajo hemos presentado el marco teórico de dos modelos (uno estático y otro dinámico) formulados como problemas de complementariedad mixta, dando un paso adelante respecto a la presentación tradicional. El equilibrio general en este formato se basa en tres tipos de condiciones: beneficios nulos de las empresas, equilibrio en los mercados de bienes y factores, y equilibrio presupuestario. Estas condiciones se presentan como condiciones de holgura complementaria entre variables y ecuaciones, con pleno sentido económico.

Por último, hemos mostrado la literatura de los modelos específicamente realizados para la economía española, que abarca una gama variada de problemas. Estudian aspectos de políticas fiscal, comercial, de inmigración, de medio ambiente, de educación, y también sobre el potencial de estos modelos como instrumento de predicción. Por todo ello observamos la importancia que puede tener su uso como herramienta de simulación y de apoyo al diseño de políticas económicas.

BIBLIOGRAFÍA

- BAJO, O., y GÓMEZ, A. (1999): "Efectos de cambios impositivos en un modelo de equilibrio general aplicado". *Revista Asturiana de Economía*, núm. 15, páginas 23-42.
- (2000): "The Role of Country Size and Returns to Scale in Empirical Assessments of Economic Integration: The Case of Spain". *Documento de trabajo* número 2000/05. Departamento de Economía, Universidad Pública de Navarra, Pamplona.
 - (2001): "Reducing social contributions on unskilled labour as a way of fighting unemployment: An empirical evaluation for the case of Spain". *Estudios sobre la economía española*, núm. 107, FEDEA, Madrid.
- BAJO, O., y SALAS, R. (1998): "Índices de concentración para la economía española: Análisis a partir de las fuentes tributarias". *Economía Industrial*, núm. 320, páginas 101-116.
- BALDWIN, R. E., y VENABLES, A. J. (1995): "Regional Economic Integration". En *Handbook of International Economics* (ed. por GROSSMAN, G. M., and ROGOFF, K.), vol. 3, págs. 1597-1644, North-Holland, Amsterdam.
- CASS, D. (1965): "Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation". *Review of Economic Studies*, vol. 32, págs. 233-240.
- DEARDORFF, A. V., y STERN, R. M. (eds.) (1986): *The Michigan Model of World Production and Trade*. The MIT Press, Cambridge, Mass.
- DIXON, P. B., y PARMENTER, B. R. (1996): "Computable General Equilibrium Modeling for Policy Analysis and Forecasting". En *Handbook of Computational Economics* (ed. por AMMAN, H. M., and KENDRICK, D. A.), vol. 1, págs. 3-85, North-Holland, Amsterdam.
- EUROSTAT (1996): *European system of accounts*. ESA 1995. Bruselas.
- FERNÁNDEZ, M., y POLO, C. (2001): "Una nueva matriz de contabilidad social para España: La SAM-90". *Estadística Española*, núm. 148, págs. 281-311.
- FERRI, F. J. (1988): *Efectos del gasto público en educación*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia, Valencia.
- FERRI, F. J.; MARTÍN, J., y GÓMEZ, A. (2001): "General Equilibrium Effects of Increasing Immigration: the Case of Spain". *Documento de trabajo* núm. 01-02. Departamento de Análisis Económico, Universidad de Valencia, Valencia.
- (2002): "International immigration and mobility across sectors: an exploration of alternative scenarios for Spain". *Estudios sobre la economía española*, número 124, FEDEA, Madrid.

- GINSBURGH, V., y KEYZER, M. (1997): *The structure of applied general equilibrium models*. The MIT Press, Cambridge, Mass.
- GÓMEZ, A. (1998): *Efectos del Mercado Único europeo sobre la economía española: un análisis a través de un modelo de equilibrio general aplicado*. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra, Pamplona.
- (1999a): "GAMS/MPSGE: Un sistema para la resolución de modelos de equilibrio general aplicado". *Revista de Economía Aplicada*, núm. 19, págs. 171-183.
 - (1999b): "Efectos de los impuestos a través de un modelo de equilibrio general aplicado para la economía española". *Papeles de Trabajo* núm. 4/99, Instituto de Estudios Fiscales. Ministerio de Economía y Hacienda.
 - (2001): "Extensiones de la Matriz de Contabilidad Social de España". *Estadística Española*, núm. 147, págs. 125-163.
- GÓMEZ, A., y KVERNDOKK, S. (2002): *Can carbon taxation reduce Spanish unemployment?*. Ragnar Frisch Centre for Economic Research, University of Oslo, mimeo.
- GUNNING, J. W., y KEYZER, M. A. (1995): "Applied general equilibrium models for policy analysis". En *Handbook of Development Economics* (ed. por BEHRMAN, J., and SRINIVASAN, T. N.), vol. 3, págs. 2025-2107, North-Holland, Amsterdam.
- HARRIS, R. G. (1984): "Applied general equilibrium analysis of small open economies with scale economies and imperfect competition". *American Economic Review*, vol. 74, págs. 1016-1032.
- HERTEL, T. W.; HORRIDGE, J. M., y PEARSON, K. R. (1992): "Mending the family tree. A reconciliation of the linearization and levels schools of AGE modelling". *Economic Modelling*, vol. 9, págs. 385-407.
- JOHANSEN, L. (1960): *A Multi-sectorial Study of Economic Growth*, North-Holland, Amsterdam.
- KEHOE, T. J.; MANRESA, A.; NOYOLA, P. J.; POLO, C.; SANCHO, F., y SERRA-PUCHE, J. (1986): "A Social Accounting System for Spain: 1980". *Documento de trabajo* 63.86, Departamento de Economía. Universidad Autónoma de Barcelona.
- KEHOE, T. J.; MANRESA, A.; POLO, C., y SANCHO, F. (1989): "Un análisis de equilibrio general de la reforma fiscal de 1986 en España", *Investigaciones Económicas*, vol. 13, págs. 337-385.
- KEHOE, T. J.; MANRESA, A.; NOYOLA, P. J.; POLO, C., y SANCHO, F. (1988): "A General Equilibrium Analysis of the 1986 Tax Reform in Spain", *European Economic Review*, vol. 32, págs. 334-342.
- KEHOE, T. J.; POLO, C., y SANCHO, F. (1995): "An evaluation of the performance of an applied general equilibrium model of the Spanish economy", *Economic Theory*, vol. 6, págs. 115-141.

- KING, B. B. (1985): "What is a SAM?". En *Social Accounting Matrices. A Basis for Planning* (ed. por PYATT, G., y ROUND, J. I.), págs. 17-51, The World Bank, Washington.
- KOOPMANS, T. C. (1965): "On the concept of optimal economic growth", en *The Econometric Approach to Development Planning*, North Holland, Amsterdam.
- LAU, M. I.; PAHLKE, A., y RUTHERFORD, T. F. (2002): "Approximating infinite-horizon models in a complementarity format: a primer in dynamic general equilibrium analysis". *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 26, páginas 577-609.
- MANRESA, A., y SANCHO, F. (2001): "Análisis de una reforma impositiva medioambiental: Implicaciones sobre emisiones de CO₂ y el desempleo en España". Ponencia presentada en el Encuentro "Evaluación de políticas económicas con modelos de equilibrio general aplicado", Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Sevilla.
- MANSUR, A., y WHALLEY, J. (1984): "Numerical specification of applied general equilibrium models: estimation, calibration, and data". En *Applied general equilibrium analysis* (ed. por SCARF, H. E., y SHOVEN, J. B.), págs. 69-127, Cambridge University Press, Cambridge.
- MATHIESEN, L. (1985): "Computation of economic equilibria by a sequence of linear complementary problems". *Mathematical Programming Study*, vol. 23, páginas 144-162.
- POLO, C., y SANCHO, F. (1990): "Efectos económicos de una reducción de las cuotas empresariales a la Seguridad Social", *Investigaciones Económicas*, vol. 14, páginas 407-424.
- (1991): "Equivalencia recaudatoria y asignación de recursos: Un análisis de simulación", *Cuadernos Económicos de ICE*, núm. 48, págs. 239-251.
 - (1993a): "An Analysis of Spain's Integration in the EEC", *Journal of Policy Modeling*, vol. 15, págs. 157-178.
 - (1993b): "Insights or Forecasts? An Evaluation of a Computable General Equilibrium Model of Spain", *Journal of Forecasting*, vol. 12, págs. 437-448.
- RAMSEY, F. (1928): "A Mathematical Theory of saving", *Economic Journal*, vol. 38, páginas 543-559.
- RASMUSSEN, T. N., y RUTHERFORD, T. F. (2002): "Modeling Overlapping Generations in a Complementarity Format". Próxima publicación en *Journal of Economic Dynamics & Control*.
- ROLAND-HOLST, D. W.; POLO, C., y SANCHO, F. (1995): "Trade Liberalization and Industrial Structure in Spain: An Applied General Equilibrium Analysis", *Empirical Economics*, vol. 20, págs. 1-18.

- RUTHERFORD, T. F. (1999): "Applied general equilibrium modeling with MPSGE as a GAMS subsystem: An overview of the modeling framework and syntax". *Computational Economics*, vol. 14, págs. 1-46.
- SALA-I-MARTIN (2000): *Apuntes de crecimiento económico*. 2.^a edición. Antoni Bosch Editor, Barcelona.
- SCARF, H. E. (1967): "The approximation of fixed points of a continuous mapping", *SIAM Journal of Applied Mathematics*, vol. 15, págs. 1328-1343.
- SCARF, H. E., y SHOVEN, J. B. (eds.) (1984): *Applied general equilibrium analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SHOVEN, J.B., y WHALLEY, J. (1992): *Applying General Equilibrium*. Cambridge University Press, Cambridge.
- THORBECKE, E. (1985): "The Social Accounting Matrix and Consistency-Type Planning Models". En *Social Accounting Matrices. A Basis for Planning* (ed. por PYATT, G., y J. I. ROUND, J. I.), págs. 207-256, The World Bank, Washington.
- URIEL, E.; BENEITO, P.; FERRI, F. J., y MOLTÓ, M. L. (1997): *Matriz de Contabilidad Social de España 1990 (MCS-90)*. Instituto Nacional de Estadística e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, Madrid.

NORMAS DE PUBLICACIÓN DE PAPELES DE TRABAJO DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS FISCALES

Esta colección de *Papeles de Trabajo* tiene como objetivo ofrecer un vehículo de expresión a todas aquellas personas interesadas en los temas de Economía Pública. Las normas para la presentación y selección de originales son las siguientes:

1. Todos los originales que se presenten estarán sometidos a evaluación y podrán ser directamente aceptados para su publicación, aceptados sujetos a revisión, o rechazados.
2. Los trabajos deberán enviarse por duplicado a la Subdirección de Estudios Tributarios. Instituto de Estudios Fiscales. Avda. Cardenal Herrera Oria, 378. 28035 Madrid.
3. La extensión máxima de texto escrito, incluidos apéndices y referencias bibliográficas será de 7000 palabras.
4. Los originales deberán presentarse mecanografiados a doble espacio. En la primera página deberá aparecer el título del trabajo, el nombre del autor(es) y la institución a la que pertenece, así como su dirección postal y electrónica. Además, en la primera página aparecerá también un abstract de no más de 125 palabras, los códigos JEL y las palabras clave.
5. Los epígrafes irán numerados secuencialmente siguiendo la numeración arábica. Las notas al texto irán numeradas correlativamente y aparecerán al pie de la correspondiente página. Las fórmulas matemáticas se numerarán secuencialmente ajustadas al margen derecho de las mismas. La bibliografía aparecerá al final del trabajo, bajo la inscripción "Referencias" por orden alfabético de autores y, en cada una, ajustándose al siguiente orden: autor(es), año de publicación (distinguiendo a, b, c si hay varias correspondientes al mismo autor(es) y año), título del artículo o libro, título de la revista en cursiva, número de la revista y páginas.
6. En caso de que aparezcan tablas y gráficos, éstos podrán incorporarse directamente al texto o, alternativamente, presentarse todos juntos y debidamente numerados al final del trabajo, antes de la bibliografía.
7. En cualquier caso, se deberá adjuntar un disquete con el trabajo en formato word. Siempre que el documento presente tablas y/o gráficos, éstos deberán aparecer en ficheros independientes. Asimismo, en caso de que los gráficos procedan de tablas creadas en excel, estas deberán incorporarse en el disquete debidamente identificadas.

Junto al original del Papel de Trabajo se entregará también un resumen de un máximo de dos folios que contenga las principales implicaciones de política económica que se deriven de la investigación realizada.

PUBLISHING GUIDELINES OF WORKING PAPERS AT THE INSTITUTE FOR FISCAL STUDIES

This serie of *Papeles de Trabajo* (working papers) aims to provide those having an interest in Public Economics with a vehicle to publicize their ideas. The rules governing submission and selection of papers are the following:

1. The manuscripts submitted will all be assessed and may be directly accepted for publication, accepted with subjections for revision or rejected.
2. The papers shall be sent in duplicate to Subdirección General de Estudios Tributarios (The Deputy Direction of Tax Studies), Instituto de Estudios Fiscales (Institute for Fiscal Studies), Avenida del Cardenal Herrera Oria, nº 378, Madrid 28035.
3. The maximum length of the text including appendices and bibliography will be no more than 7000 words.
4. The originals should be double spaced. The first page of the manuscript should contain the following information: (1) the title; (2) the name and the institutional affiliation of the author(s); (3) an abstract of no more than 125 words; (4) JEL codes and keywords; (5) the postal and e-mail address of the corresponding author.
5. Sections will be numbered in sequence with arabic numerals. Footnotes will be numbered correlatively and will appear at the foot of the corresponding page. Mathematical formulae will be numbered on the right margin of the page in sequence. Bibliographical references will appear at the end of the paper under the heading "References" in alphabetical order of authors. Each reference will have to include in this order the following terms of references: author(s), publishing date (with an a, b or c in case there are several references to the same author(s) and year), title of the article or book, name of the journal in italics, number of the issue and pages.
6. If tables and graphs are necessary, they may be included directly in the text or alternatively presented altogether and duly numbered at the end of the paper, before the bibliography.
7. In any case, a floppy disk will be enclosed in Word format. Whenever the document provides tables and/or graphs, they must be contained in separate files. Furthermore, if graphs are drawn from tables within the Excell package, these must be included in the floppy disk and duly identified.

Together with the original copy of the working paper a brief two-page summary highlighting the main policy implications derived from the re-search is also requested.

ÚLTIMOS PAPELES DE TRABAJO EDITADOS POR EL INSTITUTO DE ESTUDIOS FISCALES

2000

- 1/00 Crédito fiscal a la inversión en el impuesto de sociedades y neutralidad impositiva: Más evidencia para un viejo debate.
Autor: Desiderio Romero Jordán.
Páginas: 40.
- 2/00 Estudio del consumo familiar de bienes y servicios públicos a partir de la encuesta de presupuestos familiares.
Autores: Ernesto Carrillo y Manuel Tamayo.
Páginas: 40.
- 3/00 Evidencia empírica de la convergencia real.
Autores: Lorenzo Escot y Miguel Ángel Galindo.
Páginas: 58.

Nueva Época

- 4/00 The effects of human capital depreciation on experience-earnings profiles: Evidence salaried spanish men.
Autores: M. Arrazola, J. de Hevia, M. Risueño y J. F. Sanz.
Páginas: 24.
- 5/00 Las ayudas fiscales a la adquisición de inmuebles residenciales en la nueva Ley del IRPF: Un análisis comparado a través del concepto de coste de uso.
Autor: José Félix Sanz Sanz.
Páginas: 44.
- 6/00 Las medidas fiscales de estímulo del ahorro contenidas en el Real Decreto-Ley 3/2000: análisis de sus efectos a través del tipo marginal efectivo.
Autores: José Manuel González Páramo y Nuria Badenes Plá.
Páginas: 28.
- 7/00 Análisis de las ganancias de bienestar asociadas a los efectos de la Reforma del IRPF sobre la oferta laboral de la familia española.
Autores: Juan Prieto Rodríguez y Santiago Álvarez García.
Páginas 32.
- 8/00 Un marco para la discusión de los efectos de la política impositiva sobre los precios y el *stock* de vivienda.
Autor: Miguel Ángel López García.
Páginas 36.
- 9/00 Descomposición de los efectos redistributivos de la Reforma del IRPF.
Autores: Jorge Onrubia Fernández y María del Carmen Rodado Ruiz.
Páginas 24.
- 10/00 Aspectos teóricos de la convergencia real, integración y política fiscal.
Autores: Lorenzo Escot y Miguel Ángel Galindo.
Páginas 28.

2001

- 1/01 Notas sobre desagregación temporal de series económicas.
Autor: Enrique M. Quilis.
Páginas 38.
- 2/01 Estimación y comparación de tasas de rendimiento de la educación en España.
Autores: M. Arrazola, J. de Hevia, M. Risueño y J. F. Sanz.
Páginas 28.
- 3/01 Doble imposición, “efecto clientela” y aversión al riesgo.
Autores: Antonio Bustos Gisbert y Francisco Pedraja Chaparro.
Páginas 34.
- 4/01 Non-Institutional Federalism in Spain.
Autor: Joan Rosselló Villalonga.
Páginas 32.
- 5/01 Estimating utilisation of Health care: A groupe data regression approach.
Autora: Mabel Amaya Amaya.
Páginas 30.
- 6/01 Shapley inequality decomposition by factor components.
Autores: Mercedes Sastre y Alain Trannoy.
Páginas 40.
- 7/01 An empirical analysis of the demand for physician services across the European Union.
Autores: Sergi Jiménez Martín, José M. Labeaga y Maite Martínez-Granado.
Páginas 40.
- 8/01 Demand, childbirth and the costs of babies: evidence from spanish panel data.
Autores: José M.^a Labeaga, Ian Preston y Juan A. Sanchis-Llopis.
Páginas 56.
- 9/01 Imposición marginal efectiva sobre el factor trabajo: Breve nota metodológica y comparación internacional.
Autores: Desiderio Romero Jordán y José Félix Sanz Sanz.
Páginas 40.
- 10/01 A non-parametric decomposition of redistribution into vertical and horizontal components.
Autores: Irene Perrote, Juan Gabriel Rodríguez y Rafael Salas.
Páginas 28.
- 11/01 Efectos sobre la renta disponible y el bienestar de la deducción por rentas ganadas en el IRPF.
Autora: Nuria Badenes Plá.
Páginas 28.
- 12/01 Seguros sanitarios y gasto público en España. Un modelo de microsimulación para las políticas de gastos fiscales en sanidad.
Autor: Ángel López Nicolás.
Páginas 40.
- 13/01 A complete parametrical class of redistribution and progressivity measures.
Autores: Isabel Rabadán y Rafael Salas.
Páginas 20.
- 14/01 La medición de la desigualdad económica.
Autor: Rafael Salas.
Páginas 40.

- 15/01 Crecimiento económico y dinámica de distribución de la renta en las regiones de la UE: un análisis no paramétrico.
Autores: Julián Ramajo Hernández y María del Mar Salinas Jiménez.
Páginas 32.
- 16/01 La descentralización territorial de las prestaciones asistenciales: efectos sobre la igualdad.
Autores: Luis Ayala Cañón, Rosa Martínez López y Jesus Ruiz-Huerta.
Páginas 48.
- 17/01 Redistribution and labour supply.
Autores: Jorge Onrubia, Rafael Salas y José Félix Sanz.
Páginas 24.
- 18/01 Medición de la eficiencia técnica en la economía española: El papel de las infraestructuras productivas.
Autoras: M.^a Jesús Delgado Rodríguez e Inmaculada Álvarez Ayuso.
Páginas 32.
- 19/01 Inversión pública eficiente e impuestos distorsionantes en un contexto de equilibrio general.
Autores: José Manuel González-Páramo y Diego Martínez López.
Páginas 28.
- 20/01 La incidencia distributiva del gasto público social. Análisis general y tratamiento específico de la incidencia distributiva entre grupos sociales y entre grupos de edad.
Autor: Jorge Calero Martínez.
Páginas 36.
- 21/01 Crisis cambiarias: Teoría y evidencia.
Autor: Óscar Bajo Rubio.
Páginas 32.
- 22/01 Distributive impact and evaluation of devolution proposals in Japanese local public finance.
Autores: Kazuyuki Nakamura, Minoru Kunizaki y Masanori Tahira.
Páginas 36.
- 23/01 El funcionamiento de los sistemas de garantía en el modelo de financiación autonómica.
Autor: Alfonso Utrilla de la Hoz.
Páginas 48.
- 24/01 Rendimiento de la educación en España: Nueva evidencia de las diferencias entre Hombres y Mujeres.
Autores: M. Arrazola y J. de Hevia.
Páginas 36.
- 25/01 Fecundidad y beneficios fiscales y sociales por descendientes.
Autora: Anabel Zárate Marco.
Páginas 52.
- 26/01 Estimación de precios sombra a partir del análisis Input-Output: Aplicación a la economía española.
Autora: Guadalupe Souto Nieves.
Páginas 56.
- 27/01 Análisis empírico de la depreciación del capital humano para el caso de las Mujeres y los Hombres en España.
Autores: M. Arrazola y J. de Hevia.
Páginas 28.

- 28/01 Equivalence scales in tax and transfer policies.
Autores: Luis Ayala, Rosa Martínez y Jesús Ruiz-Huerta.
Páginas 44.
- 29/01 Un modelo de crecimiento con restricciones de demanda: el gasto público como amortiguador del desequilibrio externo.
Autora: Belén Fernández Castro.
Páginas 44.
- 30/01 A bi-stochastic nonparametric estimator.
Autores: Juan G. Rodríguez y Rafael Salas.
Páginas 24.

2002

- 1/02 Las cestas autonómicas.
Autores: Alejandro Esteller, Jorge Navas y Pilar Sorribas.
Páginas 72.
- 2/02 Evolución del endeudamiento autonómico entre 1985 y 1997: la incidencia de los Escenarios de Consolidación Presupuestaria y de los límites de la LOFCA.
Autores: Julio López Laborda y Jaime Vallés Giménez.
Páginas 60.
- 3/02 Optimal Pricing and Grant Policies for Museums.
Autores: Juan Prieto Rodríguez y Víctor Fernández Blanco.
Páginas 28.
- 4/02 El mercado financiero y el racionamiento del endeudamiento autonómico.
Autores: Nuria Alcalde Fradejas y Jaime Vallés Giménez.
Páginas 36.
- 5/02 Experimentos secuenciales en la gestión de los recursos comunes.
Autores: Lluís Bru, Susana Cabrera, C. Mónica Capra y Rosario Gómez.
Páginas 32.
- 6/02 La eficiencia de la universidad medida a través de la función de distancia: Un análisis de las relaciones entre la docencia y la investigación.
Autores: Alfredo Moreno Sáez y David Trillo del Pozo.
Páginas 40.
- 7/02 Movilidad social y desigualdad económica.
Autores: Juan Prieto-Rodríguez, Rafael Salas y Santiago Álvarez-García.
Páginas 32.
- 8/02 Modelos BVAR: Especificación, estimación e inferencia.
Autor: Enrique M. Quilis.
Páginas 44.
- 9/02 Imposición lineal sobre la renta y equivalencia distributiva: Un ejercicio de microsimulación.
Autores: Juan Manuel Castañer Carrasco y José Félix Sanz Sanz.
Páginas 44.
- 10/02 The evolution of income inequality in the European Union during the period 1993-1996.
Autores: Santiago Álvarez García, Juan Prieto-Rodríguez y Rafael Salas.
Páginas 36.

- 11/02 Una descomposición de la redistribución en sus componentes vertical y horizontal: Una aplicación al IRPF.
Autora: Irene Perrote.
Páginas 32.
- 12/02 Análisis de las políticas públicas de fomento de la innovación tecnológica en las regiones españolas.
Autor: Antonio Fonfría Mesa.
Páginas 40.
- 13/02 Los efectos de la política fiscal sobre el consumo privado: nueva evidencia para el caso español.
Autores: Agustín García y Julián Ramajo.
Páginas 52.
- 14/02 Micro-modelling of retirement behavior in Spain.
Autores: Michele Boldrin, Sergi Jiménez-Martín y Franco Peracchi.
Páginas 96.
- 15/02 Estado de salud y participación laboral de las personas mayores.
Autores: Juan Prieto Rodríguez, Desiderio Romero Jordán y Santiago Álvarez García.
Páginas 40.
- 16/02 Technological change, efficiency gains and capital accumulation in labour productivity growth and convergence: an application to the Spanish regions.
Autora: M.^a del Mar Salinas Jiménez.
Páginas 40.
- 17/02 Déficit público, masa monetaria e inflación. Evidencia empírica en la Unión Europea.
Autor: César Pérez López.
Páginas 40.
- 18/02 Tax evasion and relative contribution.
Autora: Judith Panadés i Martí.
Páginas 28.
- 19/02 Fiscal policy and growth revisited: the case of the Spanish regions.
Autores: Óscar Bajo Rubio, Carmen Díaz Roldán y M.^a Dolores Montávez Garcés.
Páginas 28.
- 20/02 Optimal endowments of public investment: an empirical analysis for the Spanish regions.
Autores: Óscar Bajo Rubio, Carmen Díaz Roldán y M.^a Dolores Montávez Garcés.
Páginas 28.
- 21/02 Régimen fiscal de la previsión social empresarial. Incentivos existentes y equidad del sistema.
Autor: Félix Domínguez Barrero.
Páginas 52.
- 22/02 Poverty statics and dynamics: does the accounting period matter?.
Autores: Olga Cantó, Coral del Río y Carlos Gradín.
Páginas 52.
- 23/02 Public employment and redistribution in Spain.
Autores: José Manuel Marqués Sevillano y Joan Rosselló Villalonga.
Páginas 36.

- 24/02 La evolución de la pobreza estática y dinámica en España en el periodo 1985-1995.
Autores: Olga Cantó, Coral del Río y Carlos Gradín.
Páginas: 76.
- 25/02 Estimación de los efectos de un "tratamiento": una aplicación a la Educación superior en España.
Autores: M. Arrazola y J. de Hevia.
Páginas 32.
- 26/02 Sensibilidad de las estimaciones del rendimiento de la educación a la elección de instrumentos y de forma funcional.
Autores: M. Arrazola y J. de Hevia.
Páginas 40.
- 27/02 Reforma fiscal verde y doble dividendo. Una revisión de la evidencia empírica.
Autor: Miguel Enrique Rodríguez Méndez.
Páginas 40.
- 28/02 Productividad y eficiencia en la gestión pública del transporte de ferrocarriles implicaciones de política económica.
Autor: Marcelino Martínez Cabrera.
Páginas 32.
- 29/02 Building stronger national movie industries: The case of Spain.
Autores: Víctor Fernández Blanco y Juan Prieto Rodríguez.
Páginas 52.
- 30/02 Análisis comparativo del gravamen efectivo sobre la renta empresarial entre países y activos en el contexto de la Unión Europea (2001).
Autora: Raquel Paredes Gómez.
Páginas 48.
- 31/02 Voting over taxes with endogenous altruism.
Autor: Joan Esteban.
Páginas 32.
- 32/02 Midiendo el coste marginal en bienestar de una reforma impositiva.
Autor: José Manuel González-Páramo.
Páginas 48.
- 33/02 Redistributive taxation with endogenous sentiments.
Autores: Joan Esteban y Laurence Kranich.
Páginas 40.
- 34/02 Una nota sobre la compensación de incentivos a la adquisición de vivienda habitual tras la reforma del IRPF de 1998.
Autores: Jorge Onrubia Fernández, Desiderio Romero Jordán y José Félix Sanz Sanz.
Páginas 36.
- 35/02 Simulación de políticas económicas: los modelos de equilibrio general aplicado.
Autor: Antonio Gómez Gómez-Plana.
Páginas 36.