

# **Análisis de eficiencia y equidad de políticas públicas.**

## **Una aplicación para España**

**Xavier Labandeira<sup>(a)</sup>, José M. Labeaga<sup>(b)</sup> y Miguel Rodríguez<sup>(a)</sup>**

<sup>(a)</sup> rede y Departamento de Economía Aplicada (Universidade de Vigo)

<sup>(b)</sup> FEDEA y Departamento de Análisis Económico II (UNED)

### **Resumen**

La mayoría de las políticas públicas tienen consecuencias no sólo sobre la eficiencia sino también sobre la distribución de la renta. Existe, no obstante, un trade-off entre los modelos que permiten calcular unos y otros efectos. En el primer caso, la mayoría de las aplicaciones se han realizado en contexto de modelos de equilibrio general mientras que para el ajuste de los efectos distributivos se han utilizado, básicamente, modelos de equilibrio parcial. En este trabajo se propone una metodología nueva que permite, al mismo tiempo, la estimación de las consecuencias de las políticas públicas sobre la eficiencia y la distribución. Para ello, integramos un modelo microeconómico que recoge el comportamiento en demanda de energía de los hogares y un modelo de equilibrio general aplicado. Para ilustrar el funcionamiento de este modelo integrado, simulamos una reforma hipotética en la que suponemos un incremento del 20 por ciento en los impuestos indirectos que afectan a la energía doméstica al mismo tiempo que una reducción en los impuestos indirectos del resto de bienes y servicios que mantiene constante la recaudación impositiva, en términos reales. Los resultados muestran efectos muy limitados sobre la eficiencia de la economía, aunque son significativos los cambios en la demanda de los hogares y en la redistribución de la renta.

**Palabras clave:** Modelo de equilibrio general, microsimulación, energía.

**Códigos JEL:** C33, D58, H30, Q21

---

#### **Correspondencia a:**

Xavier Labandeira

Departamento de Economía Aplicada

Faculdade de CC. EE. Campus Universitario de Vigo

36310 Vigo

e - mail: [xavier@uvigo.es](mailto:xavier@uvigo.es); tel: +34986812518; Fax: +34986812401

\* Este trabajo fue presentado en el Seminario del Departamento de Economía de la Universidad de Salamanca en marzo de 2005. Su elaboración fue posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Proyectos BEC-2002 04394 C02-02 y SEC-2002-03095) y de la Xunta de Galicia (Proyecto PGIDIT03PXIC30008PN).

## 1. Introducción

La mayoría de las políticas públicas generan efectos tanto sobre la eficiencia como sobre la distribución de la renta. Sin embargo, los economistas han incidido especialmente en la medición de las consecuencias de la intervención pública sobre la eficiencia económica. No obstante, los resultados distributivos de una determinada política pública constituyen a menudo un factor fundamental para determinar su aceptabilidad y, en última instancia, su aplicación. Además, es habitual que los decisores políticos introduzcan medidas para reducir los efectos negativos de las políticas públicas sobre distintos agentes y generen así efectos sobre la eficiencia. Por todo ello, es obvio que un análisis integrado de los aspectos de eficiencia y distribución asociados a la aplicación de políticas públicas tiene gran interés.

Los modelos microeconómicos constituyen actualmente la aproximación habitual para el análisis de aspectos distributivos. Este acercamiento requiere la utilización de bases de datos con carácter microeconómico (con información de individuos, hogares o empresas). El aspecto más interesante del uso de estos datos es que permiten tener en cuenta la gran heterogeneidad existente entre los agentes económicos. En el caso de las familias, esta heterogeneidad está relacionada con su renta, la propia composición del hogar o sus preferencias. El principal inconveniente de los modelos de microsimulación es que están planteados en un marco de equilibrio parcial que no permite endogeneizar los precios relativos, lo que deviene en resultados posiblemente sesgados. Además, no constituye el marco más adecuado para analizar aspectos de eficiencia derivados de las políticas públicas. Es en este contexto en el que debemos entender la existencia de un trade-off entre el análisis de los efectos distributivos y de eficiencia en el que normalmente los investigadores deben elegir ante la presencia de tal diversidad de instrumentos.

Por otra parte, los Modelos de Equilibrio General Aplicado (MEGA) permiten analizar los impactos de las medidas de política económica sobre toda la economía. Sobre la base de su fundamentación microeconómica, permiten analizar las interacciones entre todos los sectores e instituciones que forman la economía. Por tanto, los MEGA son un potente instrumento para el análisis de la eficiencia y

otros efectos macroeconómicos de políticas públicas ya introducidas o de potenciales medidas que se puedan poner en práctica. Sin embargo, a pesar de su potencial son incapaces de evaluar los efectos redistributivos que dichas políticas pueden tener sobre los hogares y, como consecuencia, pierden su potencial para el cálculo de aspectos relacionados con el bienestar. Este problema es común a los instrumentos basados en la existencia de consumidor representativo o incluso a los modelos agregados con un significativo número de consumidores representativos (Bourguignon, Robilliard y Robinson, 2003). Construir hogares o individuos de acuerdo a características específicas como la ocupación, la fuente de renta o el lugar de residencia, constituye una limitación en el sentido de que se pierde una gran parte de heterogeneidad que es la que produce entre los hogares pertenecientes a dichos grupos homogéneos.

En este trabajo proponemos una metodología que permita la evaluación de los efectos redistributivos y sobre la eficiencia de políticas públicas sin el menoscabo de perder la heterogeneidad entre hogares que las encuestas proporcionan. Para ello, planteamos un modelo a nivel microeconómico a efectos de ajustar la demanda de energía de los hogares. Dicho modelo lo integramos, a través de los precios, con un MEGA. El MEGA permite conocer los cambios inducidos por una política sobre el bienestar social, los precios relativos y los niveles de actividad sectorial e institucional. A partir de ahí, integramos los resultados a un modelo microeconómico para proceder a desagregar los efectos de dicha política sobre el bienestar de los hogares de la muestra y, si procede, agregar los resultados a nivel de la población de referencia.

A efectos de ilustrar el funcionamiento del instrumento de simulación, proponemos evaluar los efectos de una reforma impositiva que consiste en incrementar un 20 por ciento los impuestos indirectos aplicados a carbón, electricidad, hidrocarburos y gas natural. La racionalidad y oportunidad de esta reforma está sustentada sobre: i) existen iniciativas a nivel de la UE con el objetivo de controlar la emisión de gases de efecto invernadero tras la ratificación del Protocolo de Kyoto en abril de 2002;<sup>1</sup> ii) esta es una medida típica que va a tener efectos sobre la eficiencia y también sobre la distribución de la renta (Bovenberg y Goulder, 2002). La

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, el mercado europeo del carbón en 2005 o la armonización fiscal de los bienes energéticos existente en la UE.

recaudación extra obtenida por la subida impositiva previa se destina a reducir los impuestos indirectos del resto de bienes con el objetivo de conseguir neutralidad recaudatoria en términos reales. Los resultados de estos cambios impositivos sugieren una mejora de los niveles de actividad sectorial y, por ende, de la actividad de la economía española a nivel global. No se producen, por otra parte, cambios significativos en los precios de los factores capital y trabajo. Por tanto, todos los efectos redistributivos vienen por la vía de los cambios en los precios de los bienes y servicios. Así, encontramos efectos distributivos bastante significativos, lo que en nuestra opinión justifica la conveniencia de disponer de modelos integrados para el análisis global de los efectos potenciales de las políticas públicas.

El trabajo contiene cuatro secciones además de la introducción. En la sección 2 tratamos de argumentar las razones por las que es deseable, en algunas ocasiones, integrar modelos micro y macroeconómicos y repasamos la evidencia empírica disponible. En la sección 3 se explica el funcionamiento de los dos instrumentos que integran el modelo. La Sección 4 está dedicada a presentar las políticas que se pretenden simular y a analizar los resultados de dichas simulaciones. La sección 5 establece las conclusiones y algunas recomendaciones de política económica.

## **2. Métodos de integración de modelos micro y macroeconómicos**

Si seguimos el razonamiento de la sección anterior parece natural pensar que la integración de modelos micro – macro permitirá explotar las ventajas de ambas metodologías. Ambos procedimientos son, en todo caso, complementarios ya que los MEGA no incluyen la heterogeneidad que sí tienen presente los modelos de microsimulación (en general los modelos microeconómicos) y los instrumentos de microsimulación no tienen las características propias de los MEGA (Aaberge, Colombino, Holmoy, Strom y Vennemo, 2004).

El procedimiento más simple de integración consiste en añadir aspectos macroeconómicos a un modelo microeconómico, aunque sin llegar a construir un MEGA. Esto se puede hacer, por ejemplo, combinando un instrumento de microsimulación con una tabla input-output. Sin embargo, con carácter previo a la integración se deben tomar decisiones respecto al contenido de los instrumentos individuales. ¿De qué naturaleza debe ser el modelo microeconómico? Podríamos

pensar en modelos puramente aritméticos y también en modelos dinámicos, es decir, aquellos que incorporan el comportamiento de los agentes. El Gráfico 1 ilustra ambas posibilidades, que tienen como diferencia el hecho de incluir o no un modelo econométrico, o más en concreto microeconométrico. Los modelos aritméticos no miden las reacciones de los agentes, es decir, calculan el efecto del *día siguiente a la reforma (morning after effect)*. Los modelos dinámicos necesitan el ajuste del comportamiento, algo que se realiza mediante métodos econométricos con el objetivo de endogeneizar (y explicar) las decisiones de los individuos en relación con su oferta de trabajo, su demanda, el consumo intertemporal o su ahorro. De forma alternativa, los parámetros relevantes (generalmente las elasticidades) podrían tomarse de la literatura empírica a efectos de su inclusión en las rutinas de simulación. De entre las numerosas aplicaciones de la integración simple entre un modelo microeconómico y una tabla input-output, destacamos dos trabajos aplicado a España por Manresa y Sancho (1997) y Labandeira y Labeaga (1999). A pesar de la mejora metodológica que incorpora cuando se compara con la existencia de un simple modelo microeconómico ajustado, todavía presenta al menos dos inconvenientes: i) constituye un modelo en el marco de equilibrio parcial; ii) los métodos input-output son estáticos y no incluyen respuestas potenciales de los sectores y/o las instituciones.

**[Insertar Gráfico 1 aquí]**

El siguiente paso desde el punto de vista metodológico es construir un instrumento que integre modelos de microsimulación y MEGA. Las estrategias que se pueden seguir para alcanzar el engarce son, al menos, dos, que difieren en el grado de integración obtenido. La forma más sencilla consiste en utilizar un procedimiento secuencial, tal como hacen Bourguignon, Robilliard y Robinson (2003). Para los propósitos de su ejercicio, utilizan un MEGA en que existen 10 consumidores representativos, proporcionando los efectos que shocks macroeconómicos tienen sobre la pobreza y la desigualdad en Indonesia. El modelo microeconométrico toma del MEGA los cambios en los precios relativos, al margen de otras variables macroeconómicas, que entran como factores exógenos, tal como muestra el Gráfico 2.

**[Insertar Gráfico 2 aquí]**

La principal ventaja de la aproximación secuencial es que proporciona información a nivel microeconómico de los impactos sobre el bienestar de los hogares, permitiendo al modelo mantener un alto grado de flexibilidad. No obstante, existe el inconveniente y la necesidad de garantizar la coherencia entre ambos instrumentos. Sin embargo, dicha coherencia no se puede siempre garantizar a menos que se incluyan efectos de retroalimentación entre ambos instrumentos (Savard, 2003). De hecho Savard (2003) propone una innovación sobre la metodología de Bourguignon, Robilliard y Robinson (2003), permitiendo relaciones bi-direccionales entre el modelo microeconómico y el MEGA, forzando a obtener soluciones coherentes entre ambos mediante la convergencia de los resultados finales. Para ello, el comportamiento de los hogares es fijo cuando se realizan las simulaciones mediante el MEGA. Los resultados de dichas simulaciones constituyen un input para el modelo microeconómico (o para el instrumento de simulación) lo que permite calcular los efectos de las reformas a nivel microeconómico. Una vez se disponen de las respuestas de los hogares obtenidas mediante el modelo micro, la información se utiliza como input del MEGA proporcionando nuevos valores a las variables consideradas previamente como exógenas (Gráfico 2). El procedimiento no acaba en este estadio sino que se sigue un proceso iterativo hasta que se logra la convergencia en los resultados que ambos instrumentos proporcionan.

Para los propósitos que nuestro ejercicio persigue, lo realmente interesante de la propuesta de Bourguignon, Robilliard y Robinson (2003) es la posibilidad de comparar los resultados obtenidos en varios escenarios, por una parte, utilizando los instrumentos de simulación de forma individual y, por otra parte, empleando el modelo integrado. Los autores anteriores encuentran diferencias muy significativas, no solo en la magnitud sino también en el signo de los cambios. También Savard (2003) proporciona resultados muy diferentes en relación con los aspectos distributivos y de pobreza entre ambos procedimientos, en un ejercicio en el que simula una reforma en la política comercial en las Islas Filipinas.

### **3. Detalles del modelo micro – macro integrado**

Esta sección está enteramente dedicada a describir el procedimiento que utilizamos en este trabajo. La contribución metodológica fundamental consiste en evaluar los

efectos que una reforma impositiva que afecta a los bienes energéticos tiene tanto sobre la eficiencia de los sectores económicos (y global de la economía) cuanto sus consecuencias en términos de bienestar individual. El ejercicio empírico integra un MEGA diseñado específicamente para simular políticas impositivas medio-ambientales que afectan a los impuestos energéticos sobre la base del comportamiento de los hogares en la demanda de las diversas fuentes de energía disponibles. Por tanto, seguimos un procedimiento *de arriba abajo* (top-down) con el fin de estudiar los efectos macroeconómicos de las políticas y un método de *abajo a arriba* (bottom-up) para analizar sus efectos distributivos. De la misma forma que Bourguignon, Robilliard y Robinson (2003), tomamos los cambios en precios y renta proporcionados por el MEGA como variables exógenas con el fin de realizar las simulaciones mediante el modelo de demanda (o el instrumento de microsimulación). Teniendo en mente este funcionamiento, primero calculamos los precios relativos para cada bien utilizando el MEGA,  $P_{inew}^{MEGA} / P_{ibase}^{MEGA}$ . Los nuevos precios relativos surgidos de la reforma,  $P_{inew}^{MIC}$ , que se van a utilizar como input en el instrumento de microsimulación se calculan multiplicando los precios pre-reforma,  $P_{ibase}^{MIC}$ , por los cambios porcentuales en las variables correspondientes derivadas del MEGA:

$$P_{inew}^{MIC} = (P_{inew}^{MEGA} / P_{ibase}^{MEGA}) P_{ibase}^{MIC}$$

En consecuencia, la integración entre ambos módulos se produce de forma secuencial. Nuestro interés es analizar potenciales políticas con impacto sectorial en la oferta y demanda de bienes y servicios, con mínimos efectos sobre la renta. En relación con la renta, la única simulación que realizamos tiene que ver con el gasto que cada hogar realiza, dejando de lado el proceso de generación de la misma a nivel agregado. Dados los supuestos efectos que las reformas tendrán sobre la renta, el método secuencial empleado no supone un gran problema para las conclusiones cuando se compara con la alternativa iterativa.

Un objetivo prioritario del análisis que llevamos a cabo consiste en obtener información completa y con el mayor grado de heterogeneidad posible de los efectos sobre el bienestar y la distribución que los cambios impositivos tendrán. Es bien cierto que entre los datos de las encuestas y los datos agregados pueden producirse

inconsistencias. Los objetivos que la construcción de ambas fuentes de datos tienen no previene de encontrar dichos problemas ni en lo que se refiere a España ni en otros países. Aunque las muestras de la Encuesta Continua de Presupuestos Familiares (ECPF), que es la base utilizada en el análisis, son representativas de la población, los procesos muestrales, aunque tratan de minimizar el impacto de dichos problemas, no lo consiguen plenamente. Dado que entre la información proporcionada por la ECPF están los factores de elevación de los datos a poblacionales, utilizamos dichos factores para obtener cifras agregadas que cotejamos con las cifras de la Contabilidad Nacional (ver por ejemplo Symons, Proops y Gay, 1994 o Bourguignon, Robilliard y Robinson, 2003).

### ***3.1. El Modelo de Equilibrio General Aplicado<sup>2</sup>***

Con el fin de evaluar los efectos sobre la eficiencia de políticas energéticas y medio-ambientales, utilizaremos un MEGA estático cuya estructura se describe a continuación. Primero, los sectores y las instituciones serán desagregados el máximo que permita la información disponible. La desagregación adquiere importancia en la medida en que queramos tener en cuenta la heterogeneidad en el consumo de energía. Además, también conviene desagregar el sector energético tanto cuanto sea posible, dadas las pretensiones del ejercicio, ya que dicho sector proporciona diferentes inputs intermedios para la producción (servicios eléctricos, calefacción, servicios de transporte, etc.) y dichos inputs exhiben importantes diferencias en relación con los factores de emisión de CO<sub>2</sub>.<sup>3</sup> No debemos olvidar que la efectividad de las políticas medio-ambientales, y su eficiencia en términos de coste, dependen de dos factores clave: el precio de la energía necesario para la conservación del medio ambiente y la sustitución entre fuentes de energía (de energías *sucias* a *limpias* dependiendo de los factores de emisión).

Los 17 sectores productivos del modelo producen con rendimientos constantes a escala y minimizan costes en contextos competitivos. La función de producción, que está específicamente diseñada para acomodar políticas medio-ambientales, es una sucesión de funciones de elasticidades de sustitución constante (CES), tal como

---

<sup>2</sup> El criterio en cuanto a la notación sigue la siguiente convención. Las variables endógenas están expresadas en letras mayúsculas. Las variables exógenas están en mayúsculas con una línea sobre la letra.



recoge el Gráfico A.1.<sup>4</sup> Como es habitual en modelos MEGA, la producción total correspondiente al sector  $i$  surge de combinar inputs intermedios y un bien compuesto de trabajo, capital y diversas fuentes de energía mediante una tecnología Leontief.

Para modelar las transacciones internacionales de bienes seguimos el método Armington. Los bienes importados y nacionales son sustitutos imperfectos en términos de producción. Por tanto, la oferta total de bienes y servicios de la economía es una combinación, que con orígenes diferentes, se obtiene a través de funciones CES. La maximización de los beneficios por parte de cada sector, que se determina mediante una función de transformación de elasticidad constante,<sup>5</sup> distribuye la oferta de bienes y servicios entre el consumo doméstico y el mercado exterior. Dado que estamos en el caso de una economía pequeña y que la mayoría del comercio de bienes lo realiza España con los países de la UE, el tipo de cambio es fijo (de hecho, la mayor proporción de nuestro comercio exterior tiene lugar con los países de la Unión Monetaria) y los agentes se enfrentan a precios del resto del mundo exógenos.<sup>6</sup>

La oferta de capital es inelástica (se distribuye exógenamente entre las instituciones), posee movilidad perfecta entre sectores pero no está permitida su movilidad a nivel internacional. Los hogares ofrecen trabajo de forma tal que maximizan su utilidad. El trabajo también es móvil entre sectores aunque no a nivel internacional.

El sector público recauda impuestos directos (IRPF de los hogares e impuestos sobre los salarios también de los sectores) e impuestos indirectos (tanto de la producción como del consumo). La dotación de capital del gobierno ( $K_G$ ), las transferencias a otras instituciones ( $TR_G$ ) y el déficit público ( $DP$ ) son variables exógenas. El consumo de bienes y servicios del gobierno ( $D_{iG}$ ) se determina a través

---

<sup>3</sup> Los factores de emisión de CO<sub>2</sub> en España son: 98kg/GJ para carbón; 73kg/GJ; para productos refinados derivados del petróleo y 55kg/GJ para el gas natural.

<sup>4</sup> El MEGA utilizado incorpora algunas modificaciones respecto al utilizado por Böhringer, Ferris y Rutherford (1997), aunque en esencia es el mismo modelo.

<sup>5</sup> Para una descripción detallada del tratamiento del comercio internacional en MEGA se puede consultar Shoven y Whalley (1992).

<sup>6</sup> Supondremos que las políticas simuladas no tienen impactos significativos sobre el tipo de cambio del euro, dado que los países con los que España realiza transacciones son principalmente los pertenecientes a la Unión Monetaria por lo que cualquier impacto sobre la situación de la economía española será relativamente pequeño.

de una función tipo Cobb Douglas, en la que  $PD_i$  son los precios interiores. Por tanto, debe existir un balance entre el gasto total público, las rentas de capital y la recaudación impositiva (REV) que cumpla la siguiente restricción presupuestaria:

$$\overline{DP} = r \cdot \overline{K}_G + \overline{TR}_G + REV - \sum_{i=1}^{17} PD_i \cdot D_{Gi} \quad (1)$$

en la que  $r$  es el precio de los servicios de capital.

El hogar representativo posee una dotación de tiempo fija que reparte entre ocio ( $LS$ ) y trabajo. Maximiza la utilidad ( $W$ ) que es función del ocio y de un bien compuesto ( $UA$ ) del resto de bienes y ahorro, sujeta a la restricción presupuestaria:<sup>7</sup>

$$W = \left( s_{UB} LS^{\frac{\sigma^{UB}-1}{\sigma^{UB}}} + (1-s_{UB}) UA^{\frac{\sigma^{UB}-1}{\sigma^{UB}}} \right)^{\frac{\sigma^{UB}}{\sigma^{UB}-1}} \quad (2)$$

Suponemos, como Böhringer y Rutherford (1997), que los consumidores tienen una propensión marginal al ahorro constante que es función de su renta disponible ( $Y_H$ ). La renta disponible está formada por las rentas del capital, los salarios ( $w$  es el salario nominal y  $SC_H$  las contribuciones sociales) y las transferencias, cantidad de la que se ha de deducir el impuesto sobre la renta (siendo  $T_H$  el tipo impositivo). El consumo de bienes y servicios viene definido por una estructura de funciones CES anidadas tal como muestra el Gráfico A.2, en la que se presta una atención especial a la demanda de bienes energéticos. Una contribución importante del MEGA es la distinción entre energía para usos domésticos, energía para el transporte privado y otros productos energéticos.<sup>8</sup>

$$Y_H = (1-T_H) \left[ r \cdot \overline{K}_H + w(1-SC_H) \cdot (\overline{TIME} - LS) + \overline{TR}_H \right] \quad (3)$$

El MEGA es un modelo estructura basado en el concepto de equilibrio Walrasiano. Esto significa que para cualquier política simulada el modelo encuentra un conjunto de precios y cantidades que vacía todos los mercados (de bienes, trabajo y

<sup>7</sup>  $\sigma^{UB}$  es la elasticidad de sustitución y  $S_{UB}$  es la proporción que el ocio representa en el bienestar.

<sup>8</sup> Esta distinción es común en modelos microeconómicos (ver sección 2.2). Otros bienes no energéticos es un bien compuesto para el que también se ha elegido una formulación Cobb-Douglas.

capital<sup>9</sup>). El ahorro total de la economía (*SAVINGS*) se define de forma endógena y es igual a la suma de los ahorros que generan todas las instituciones. El equilibrio macroeconómico del modelo queda determinado por la capacidad/necesidad exógena de la economía de financiar/ser financiada por el sector exterior (*CAPNEC*). Esta capacidad/necesidad surge de la diferencia entre el ahorro nacional, el déficit público y la inversión interna, que se agregan mediante una función Leontief de los diferentes bienes utilizados en la formación bruta de capital, *INV<sub>i</sub>*:

$$SAVINGS + \overline{DP} - \sum_{i=1}^{17} PD_i \cdot INV_i = \overline{CAPNEC} \quad (4)$$

Los precios internacionales *PXM<sub>i</sub>*, las transferencias entre el sector exterior y otras instituciones y el consumo de bienes y servicios que realizan los residentes extranjeros en España (*D<sub>IRM</sub>*) son consideradas variables exógenas. De este modo, las exportaciones (*EXP<sub>i</sub>*) e importaciones (*IMP<sub>i</sub>*) han de satisfacer la restricción a la que se enfrenta el sector exterior:

$$\sum_{i=1}^{17} \overline{PXM}_i \cdot EXP_i + \overline{TR}_{RM} + CNR - \sum_{i=1}^{17} \overline{PXM}_i \cdot IMP_i = \overline{CAPNEC} \quad \text{donde } CNR = \sum_{i=1}^{17} PD_i \cdot \overline{D}_{IRM} \quad (5)$$

El modelo es también capaz de simular las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de las diferentes fuentes de energía. Las emisiones se generan únicamente durante los procesos de producción en los que se utilizan combustibles fósiles. Por tanto, existe una relación tecnológica entre el consumo de combustibles fósiles en unidades físicas y las emisiones, cuyos parámetros para carbón, productos refinados del petróleo y gas natural son, respectivamente,  $\theta_C$ ,  $\theta_R$  y  $\theta_G$ . Por ejemplo, para el sector *i* las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes dada la tecnología serán:

$$CO2_i = \theta_C \cdot COAL_i + \theta_R \cdot REF_i + \theta_G \cdot GAS_i \quad (6)$$

### *Datos y calibración del modelo*

---

<sup>9</sup> No hay ajustes vía cantidad en la oferta de capital de la economía porque la dotación de capital entre todas las instituciones es una variable exógena. Los únicos cambios se producen en la utilización de capital por los sectores productivos. La condición de equilibrio se obtiene mediante cambios en el precio de los servicios de capital (*r*).

Para realizar análisis de los efectos de políticas públicas mediante el instrumento descrito es requisito imprescindible construir con carácter previo una Matriz de Contabilidad Nacional (NAM-95) para la economía española. La hemos construido partiendo de la Contabilidad Nacional de 1995.<sup>10</sup> Además, extendemos la base de datos disponible con datos medio-ambientales que relacionan el consumo de combustibles fósiles y las emisiones para cada sector productivo e institución considerados. Desgraciadamente no existe información que proporcione los datos al nivel de desagregación requerido. Es por ello, que hemos tenido que estimar datos medio-ambientales tomados de diversas fuentes como IEA (1998) o INE (2002a, 2002b).

Sobre la base de la información obtenida en la NAM-95, algunos parámetros del modelo como los tipos impositivos, los coeficientes técnicos de producción y consumo y los parámetros de la función de utilidad, se obtienen mediante calibración. Como es de sobra sabido, el criterio para calibrar el modelo es que el MEGA replique la información contenida en la NAM-95 como un equilibrio, que es el que se utiliza como punto de partida, y en nuestro caso como punto óptimo con el que comparar los resultados de las simulaciones.<sup>11</sup>

Existen otros parámetros del modelo que se toman de la literatura como alternativa a la calibración de los mismos. Por ejemplo, la elasticidad de la oferta de horas al salario se fija en 0.4, similar a la obtenida por Labeaga y Sanz (2001). Para obtener la elasticidad de la oferta de trabajo seguimos el procedimiento utilizado en Ballard, Showen y Whalley (1985) y Parry, Williams y Goulder (1999) de suponer que el ocio representa la tercera parte de la dotación de horas para llevar a cabo la simulación en la situación inicial. En cualquier caso, por el hecho de que este valor de la elasticidad es clave para los resultados obtenidos, se ha realizado análisis de sensibilidad incrementando y reduciendo dicho valor en un 50 por ciento. De este análisis de sensibilidad podemos concluir que los resultados que proporciona el MEGA son robustos a diferentes valores de las elasticidades.

---

<sup>10</sup> La NAM-95 que utilizamos está basada en una NAM publicada por Fernández y Manrique (2004). Para una descripción más detallada del procedimiento se puede consultar el trabajo de Rodríguez (2003). La Contabilidad Nacional de España en 1995 sigue el Sistema Europeo de Cuentas (ESA-95).

<sup>11</sup> Una breve descripción de la metodología se puede consultar en Shoven y Whalley (1992). El MEGA se ha programado en GAMS/MPSGE. Para la calibración se utiliza el método propuesto por Rutherford (1999), utilizando el algoritmo PATH.

### 3.2. Un modelo microeconómico de demanda de energía de los hogares

Con el fin de evaluar los efectos distributivos de la puesta en marcha de medidas de política medio-ambiental (de carácter fiscal), utilizamos un sistema de demanda de bienes energéticos con datos de hogares (para más detalles se puede consultar el trabajo de Labandeira, Labeaga y Rodríguez, 2005). En este apartado se describen las características más importantes del modelo y se presentan los principales resultados. El modelo teórico que sirve de base para la estimación econométrica es la extensión cuadrática del Sistema de Demanda Casi Ideal de Deaton y Muellbauer (1980) propuesto por Banks, Blundell y Lewbel (1997). El sistema de demanda ajusta las proporciones de gasto en cada bien respecto al gasto total en bienes no duraderos que cada hogar realiza, en función de los precios de los bienes, del gasto total y del cuadrado del gasto total, amén de características demográficas:

$$w_{iht} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \log p_j + \beta_i \log \frac{x_{ht}}{a(p_t)} + \frac{\lambda_i}{b(p_t)} \left( \log \frac{x_{ht}}{a(p_t)} \right)^2 \quad (7)$$

$$\log a(p_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \log p_i \log p_j \quad (8)$$

$$b(p_t) = \prod_{i=1}^n p_i^{\beta_i} \quad (9)$$

en las que denotamos por  $i, j = 1, 2, \dots, n$  los bienes del sistema (electricidad, gas natural, LPGS – propano y, principalmente, butano -, combustible para transporte privado, transporte público, alimentos y bebidas no alcohólicas y otros bienes no duraderos);  $w_{iht}$  es la participación del bien  $i$  en el gasto total del hogar  $h$  en el momento  $t$ .  $p_{it}$  es el precio del bien  $i$  en el momento  $t$ , y  $x_{ht}$  es el gasto total del hogar en bienes no duraderos en términos reales en el momento  $t$  (deflactado por un índice de precios tipo Stone).

La distinción entre diferentes fuentes de energía para su consumo en el hogar es crucial (Baker, Blundell y Micklewright, 1989). La electricidad proporciona al hogar numerosos servicios como luz artificial, frío para la conservación de los alimentos, servicios para cocinar, lavar o de calefacción. Por otro lado, el carbón, el gas natural o los productos refinados del petróleo proporcionan servicios más

limitados e incluso de diferente naturaleza (principalmente servicios de calefacción y transporte). Por tanto, estimamos el sistema completo de demanda de todos los bienes enumerados y lo hacemos de forma simultánea ya que hemos de imponer las restricciones teóricas de homogeneidad de grado cero en precios y renta y simetría, con el fin de disponer de un sistema coherente con la teoría del consumidor y poderlo utilizar a efectos de las evaluaciones de bienestar y de distribución posteriores.

Entre las características demográficas que afectan la demanda de los bienes considerados, incluimos variables ficticias de nivel de educación del cabeza de familia, de localización geográfica del hogar, de posesión de la vivienda así como variables que controlan la composición de la familia por edades y una tendencia con la que tratamos de controlar patrones a lo largo del tiempo en la distribución de los gastos, que en el caso de las fuentes de energía pueden tener en cuenta los cambios técnicos que mejoren la eficiencia de los aparatos que producen energía.

Los datos que utilizamos tienen su origen en una combinación de fuentes de datos de carácter microeconómico que contienen información de gastos, renta y características demográficas de los hogares. En particular combinamos las Encuestas de Presupuestos Familiares (EPF) de 1973-74, de 1980-81 y la Encuesta Continua de Presupuestos Familiares (ECPF) para el período 1985-1995. Todas ellas han sido realizadas por el INE. La EPF 1973-74 proporciona información de más de 170 bienes mientras la EPF 1980-81 contiene más de 600 bienes y servicios. El tamaño muestral de ambas es aproximadamente 24,000 hogares. La muestra de la ECPF que utilizamos tiene información de 26,000 hogares y más de 270 bienes y servicios. Para hacer compatibles las tres fuentes de datos, agregamos los bienes a grupos homogéneos de acuerdo a las definiciones dadas en las encuestas. Para la construcción de las variables demográficas utilizamos las mismas definiciones en las tres encuestas con el fin de disponer de las mismas variables.

Existe un objetivo primordial que nos lleva a combinar las tres encuestas descritas. En general, es complicado identificar los efectos de los precios cuando se estiman sistemas completos de demanda. Ello es debido a la escasa variación en los mismos y a la elevada colinealidad entre las series de precios de los distintos bienes. Nuestra experiencia es que incluso cuando se estima el sistema para un período

relativamente amplio como el 1985-95, la multicolinealidad en las series de precios no permite estimaciones precisas ni de los coeficientes de los precios propios ni de los efectos cruzados. Al combinar datos para un período amplio como el cubierto por las tres encuestas, 1973-1995, somos capaces de identificar adecuadamente las respuestas de los precios. Por supuesto, el coste es que en un intervalo de tiempo tan amplio hemos de imponer que no hayan cambiado los patrones de demanda de los hogares españoles o tener en cuenta este hecho durante la estimación del sistema. En cualquier caso, si el objetivo es utilizar los parámetros estimados para realizar simulaciones de medidas fiscales que afectan a los precios de los bienes, entonces disponer de efectos bien estimados es muy importante.

Los resultados de la estimación del sistema ponen de manifiesto la importancia de ajustar el comportamiento del consumidor mediante la utilización de datos microeconómicos. Esto permite, además, tener en cuenta diferencias en la demanda de bienes como el acceso a ciertas fuentes de energía que no están disponibles para hogares en zonas rurales, por ejemplo, y sí en zonas urbanas, como el caso del gas natural. Otros bienes como el transporte público son de difícil acceso también en zonas rurales. De esta forma, hogares que viven en zonas rurales han de basar sus desplazamientos en el uso de servicios privados y, como consecuencia, en la compra de hidrocarburos, mientras que en zonas urbanas existen posibilidades de sustitución de servicios de transporte privado por servicios de transporte público cuando cambian los precios relativos. Los resultados del modelo también muestran la importancia de la composición del hogar en el consumo de bienes ya que, por ejemplo, en los hogares formados por jubilados se gasta una menor proporción en servicios de transporte porque se utilizan menos los servicios privados mientras existen subvenciones en los precios del transporte público para este colectivo.

Los efectos renta sobre el consumo de los bienes que forman el sistema son significativos. Entre las fuentes de energía, los LPGs son preferidos por hogares de renta baja porque representan un sustituto barato del gas natural. Por otra parte, la gasolina o gasóleo para vehículos se ha de asociar necesariamente con la posesión de uno o más vehículos, que es una decisión correlacionada con la renta de los hogares. La elasticidad precio de todos los bienes que forman parte del sistema es negativa tal como la teoría requiere. Los bienes energéticos son relativamente

inelásticos mientras el grupo de otros bienes no duraderos presenta una elasticidad precio que les hace mucho más elásticos.<sup>12</sup>

Con el propósito de realizar las simulaciones, utilizamos la misma metodología que Baker, Blundell y Micklewright (1989) y Labeaga y López (1994). Las simulaciones se realizan con datos anuales para 1995 tomados de la ECPF. El procedimiento utilizado permite obtener cambios en la demanda, pagos impositivos y medidas de bienestar. En este trabajo proporcionamos variaciones equivalentes siguiendo el procedimiento descrito en Banks, Blundell y Lewbel (1997).

#### **4. Resultados obtenidos mediante el modelo integrado micro-macro**

##### ***4.1. Descripción de la reforma***

En este trabajo analizamos los efectos de una reforma fiscal verde consistente en la introducción de un incremento del 20 por ciento en los impuestos indirectos que gravan el consumo de bienes energéticos: electricidad, productos refinados del petróleo, gas natural y carbón. Los ingresos generados son utilizados para financiar una reducción general en los tipos del IVA (excepto los bienes energéticos mencionados anteriormente). El objetivo de la reforma es por tanto incrementar la fiscalidad de los bienes energéticos manteniendo el presupuesto público inalterado en términos reales.

La motivación de esta reforma responde a la relativamente baja fiscalidad de los productos energéticos en España respecto a los restantes socios de la UE. En este sentido la Comisión Europea ha propuesto en repetidas ocasiones la necesidad de armonizar la fiscalidad de los productos energéticos, sin que hasta el momento se haya llegado a ningún acuerdo satisfactorio. Un objetivo adicional de la reforma es contribuir al control de las emisiones españolas de gases de efecto invernadero (GHG). La UE ha ratificado el protocolo de Kyoto donde se establece una reducción del 8 por ciento de las emisiones europeas de GHG en el 2010 respecto a las realizadas en el año 1990. La regla de reparto de dicha reducción entre los socios de la UE determinó que España podría incrementar sus emisiones durante el mismo

---

<sup>12</sup> Si se desea disponer de información adicional sobre la construcción y descripción de la base de datos y los resultados se pueden consultar el trabajo de Labandeira, Labeaga y Rodríguez (2005). El modelo de microsimulación se ofrece con más detalle en Labandeira, Labeaga y Rodríguez (2004).



período en un 15 por ciento. Sin embargo a finales del año 2002 habían crecido más de un 35 por ciento.

#### **4.2. Resultados**

La reforma fiscal verde produce un efecto positivo sobre la actividad económica, incrementando el PIB en un 1 por ciento. La demanda de trabajo permanece inalterada, y no se producen efectos significativos en la remuneración del trabajo y el capital en términos reales.<sup>13</sup> Por tanto, los efectos de la reforma sobre las principales variables macroeconómicas son, en general, poco significativos, a pesar de su elevada heterogeneidad a nivel sectorial y que mostramos a continuación. En consecuencia, los cambios experimentados en los bienes y servicios, así como la heterogeneidad del consumo entre los hogares, son las únicas fuentes de efectos distributivos de la reforma.

El Gráfico 3 muestra los efectos de la reforma fiscal sobre la actividad y sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en cada uno de los sectores. La producción de productos refinados del petróleo (*REFINO*) recibe el impacto más negativo en términos de actividad, al caer un 8 por ciento.<sup>14</sup> Ello es debido a que la carga tributaria soportada por estos productos es muy elevada, cercana por ejemplo al 200 por ciento en el caso de las gasolinas. Por tanto un incremento del 20 por ciento en los tipos impositivos tiene un efecto significativo sobre sus precios. La anterior reforma tiene, sin embargo, un efecto limitado sobre los precios de electricidad (*ELEC*) y gas natural (*GAS*) como muestra el Cuadro 1. Ambas circunstancias estimulan la sustitución de los productos refinados del petróleo. Como consecuencia el impacto de la reforma sobre la producción de electricidad y distribución de gas natural es poco significativa (reducción del 0.5 por ciento).

**[Insertar Gráfico 3 aquí]**

Entre los sectores no energéticos cabe destacar el impacto negativo sobre determinados servicios como ocio, cultura, educación o servicios sanitarios (*SERV2*). Son sectores que soportan una fiscalidad pre-reforma relativamente

---

<sup>13</sup> Precios relativos al Índice de Precios de Consumo.

<sup>14</sup> El impacto es aun mayor en el sector de extracción de petróleo y gas natural, pero la actividad de este sector en España es testimonial.

reducida y que por tanto se benefician muy poco de la reducción en la imposición indirecta. También se reduce la actividad en los servicios de transporte (*TRANSP*) y el sector de productos químicos (*QUIMICO*), ambos muy dependientes del consumo de productos refinados del petróleo. La reforma fiscal es capaz de generar, sin embargo, mejoras significativas en la actividad de algunos sectores, estimulada por la reducción de los impuestos indirectos. Destacan los sectores de determinadas manufacturas (*MANUF*) y construcción (*CONSTRUC*), con incrementos del 1.5 por ciento aproximadamente, y productos minerales (*MINERAL*) y metálicos (*METAL*), con incrementos del 0.7 por ciento.

El incremento del 20 por ciento en los tipos que gravan el consumo de algunos bienes energéticos permite reducir las emisiones españolas de CO<sub>2</sub> un 5.7 por ciento. Su distribución entre los diferentes sectores es muy desigual, como muestra el Gráfico 3. Por un lado, destacan las caídas superiores al 9 por ciento en el sector del refino del petróleo, productos químicos, y servicios de transporte. Por otro lado, la menor caída se produce en el sector eléctrico y productos minerales, de tan sólo el 2 por ciento. No debemos olvidar que centrales nucleares e hidroeléctricas representan más de la mitad de la producción de electricidad en España.

El Cuadro 1 muestra los cambios porcentuales en los precios relativos tras la reforma, que serán introducidos como input en el modelo de demanda energética de los hogares. A consecuencia de la reforma se produce un importante incremento en los precios relativos de carburantes (23.35 por ciento). Sin embargo los efectos sobre los restantes bienes energéticos son muy inferiores. Ello es debido a la relativamente reducida fiscalidad de dichos bienes (16 por ciento para electricidad o gas natural y 7 por ciento para LPGs). Los cambios en los precios de los bienes energéticos producen un pequeño incremento en el precio relativo de los servicios de transporte público (1.4 por ciento) y caídas en los precios relativos de alimentos y otros bienes (0.83 y 1.09 por ciento, respectivamente). Este último resultado tendrá importantes consecuencias en los efectos distributivos de la reforma.

Los cambios en el gasto medio realizado por los hogares en cada uno de los bienes también están recogidos en el Cuadro 1. El mayor incremento se produce en carburantes (17.6 por ciento), de menor cuantía que el incremento en sus precios lo que indica una caída en el gasto. El encarecimiento de la electricidad frente a los gases incentiva la sustitución entre energías en el hogar. El gasto en electricidad

cae un 6.5 por ciento y los gases crecen más del 10 por ciento. También cae el gasto en los servicios de transporte privado, alimentos y otros bienes. Debemos concluir, por tanto, que el importante incremento experimentado por el precio de los carburantes junto a la escasa respuesta de los consumidores (bien relativamente inelástico) son compensados con reducciones en el consumo de otros bienes (servicios de transporte público, alimentos). En realidad se producen cambios poco significativos en el consumo de alimentos y otros bienes si tenemos en cuenta tanto los cambios en sus precios como en el gasto medio (efectos negativos y positivos respectivamente).

**[Insertar Cuadro 1 aquí]**

Los efectos que la reforma tiene sobre el bienestar de los hogares son significativos, como ilustra el Cuadro 2, donde mostramos las variaciones equivalentes de bienestar<sup>15</sup> medidas en euros y en términos relativos respecto al gasto total en cada grupo de renta (la población ha sido dividida en decilas). En general, se produce una mejora que en términos del gasto total representa más del 1 por ciento. Este resultado es razonable si tenemos en cuenta que la suma del gasto en bienes energéticos (los bienes que incrementan los tipos impositivos) representa para la mayoría de los hogares menos del 10 por ciento del gasto total realizado. Los datos del cuadro también muestran que la reforma tiene efectos progresivos sobre la distribución de la renta. Los hogares pertenecientes a la primera decila mejoran su bienestar un 2.06 por ciento en términos del gasto total, mientras los pertenecientes a la última decila lo hacen en un 1.26 por ciento. Como cabía esperar, los hogares con menor posesión de vehículos y por tanto menor consumo de carburantes (los más pobres) son los más beneficiados por la reforma.

**[Insertar Cuadro 2 aquí]**

Alternativamente, los hogares pueden ser clasificados en función de diversas variables como el estatus laboral del cabeza de familia, número de hijos menores o el lugar de residencia, como muestra el Cuadro 3. Los resultados en términos distributivos son menos significativos en este caso, frente a una clasificación en función de la renta. Los hogares menos beneficiados con la reforma son aquellos

---

<sup>15</sup> Para el cálculo de las variaciones equivalentes de bienestar seguimos la metodología propuesta en Banks, Blundell y Lewbel (1997).

con varios hijos menores de 15 años y los residentes en áreas urbanas (ayuntamientos con más de 50,000 habitantes). Los resultados obtenidos para ambos grupos de hogares son consecuencia de la relación positiva entre número de hijos o lugar de residencia y nivel de renta. En los hogares rurales la mayor dependencia del transporte privado (gasto en carburantes) es compensado por el menor nivel de renta medio (mayor peso del gasto en alimentos y menor posesión de vehículos). Los hogares más beneficiados son aquellos en los cuales el cabeza de familia esta jubilado y que por tanto tienen menos renta y consumen menos carburantes. De los anteriores resultados debemos concluir que los efectos distributivos de la reforma están íntimamente relacionados con el nivel de renta de los hogares.

**[Insertar Cuadro 3 aquí]**

Finalmente, los resultados presentados en el Cuadro 4 muestran que un incremento del 20 por ciento en los tipos impositivos sobre el consumo de electricidad, gases y carburantes junto a una reducción del IVA que grava el consumo de los restantes bienes genera efectos ambientales significativos. El modelo microeconómico de demanda de energía estima que los hogares españoles reducirían sus emisiones de CO<sub>2</sub> un 2.32 por ciento. Además, la reforma fiscal permitiría reducir las emisiones de óxido de azufre (SO<sub>2</sub>), gas causante de los fenómenos de lluvia ácida, un 8.65 por ciento, y las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), que causan importantes problemas de salud y lluvia ácida, un 5.5 por ciento.

**[Insertar Cuadro 4 aquí]**

## **5. Conclusiones**

Es habitual que las políticas públicas que persiguen mejoras económicas en términos de eficiencia provoquen además efectos de uno u otro signo sobre la distribución de la renta. Las metodologías de análisis utilizadas para estudiar ambos efectos son, sin embargo, distintas. Los métodos de equilibrio general son los más adecuados para el análisis de eficiencia de las políticas públicas. No obstante, cuando incluyen un hogar representativo no permiten realizar análisis

distributivos. Modelos más desagregados también pueden conducirnos a resultados erróneos a tenor de la evidencia empírica en la literatura. Los modelos microeconómicos, por otra parte, son adecuados para realizar análisis de distribución pero no así de eficiencia debido a su enfoque de equilibrio parcial.

En éste trabajo hemos utilizado un nuevo enfoque metodológico, integrando diferentes métodos de análisis para estudiar los efectos de las políticas públicas. En particular, integramos un modelo de equilibrio general estático, que nos permite evaluar los efectos de una reforma sobre la eficiencia y la actividad de los diferentes sectores económicos, con un modelo microeconómico de demanda de energía de los hogares, que posibilita la desagregación de los resultados atendiendo a diferentes tipos de hogares. Para ilustrar la conveniencia de la metodología propuesta simulamos una política consistencia en incrementar un 20 por ciento la imposición sobre el consumo de los diferentes bienes energéticos. La recaudación obtenida es utilizada para financiar una reducción en la imposición que grava el consumo de los restantes bienes y servicios de la economía. El objetivo es por tanto mantener el presupuesto público inalterado.

Los resultados que obtenemos indican que la reforma contribuye a reducir las emisiones de los diferentes contaminantes de forma significativa. También proporciona otros beneficios al margen de los medio-ambientales, como el ligero incremento de la producción. Los efectos de la reforma son, como era de esperar, muy desiguales por sectores. Mientras que se incrementa la producción a nivel global, los sectores intensivos en energía ven disminuido el valor de su producción. Los efectos sobre los precios también son heterogéneos por sectores, observándose importantes incrementos en los precios de los sectores intensivos en energía con ligeras reducciones de precios en los bienes que, de forma más importante, constituyen la cesta de la compra de los hogares. Como no se observan cambios significativos en la renta, los cambios en los precios y la heterogeneidad entre hogares son las únicas fuentes por las que pueden producirse cambios en la distribución de la renta.

Las consecuencias distributivas para algunos hogares son significativas. En general, se produce una mejora del bienestar que tiene impactos sobre aspectos redistributivos. El ratio entre la variación equivalente y el gasto total es superior al

1 por ciento en media para todos los hogares. Esta cifra es un 63 por ciento mayor para los hogares más pobres (primera decila de la distribución) que para los más ricos (última decila). Los hogares en los que el sustentador principal está jubilado también se benefician más que la media tras la reforma impositiva. Este resultado tiene su interés por cuanto la mayoría de la evidencia disponible a nivel internacional sugiere que los impuestos sobre los bienes energéticos son regresivos, aunque dicha evidencia se obtiene, con carácter general, en modelos de equilibrio parcial. En España y otros países mediterráneos se muestra, en uno u otro contexto, que la imposición sobre bienes energéticos tiene, en el peor de los casos, un nivel muy reducido de regresividad.

El trabajo también tiene algunas implicaciones metodológicas. Se muestra que es posible mejorar el análisis de forma notable integrando diferentes métodos. El MEGA permite estudios más ricos y profundos de los efectos macroeconómicos de las políticas públicas e integrado con un modelo de microsimulación a nivel de hogares o individuos, complementa los resultados al mayor grado de heterogeneidad posible, permitiendo así la realización de análisis de bienestar a nivel individual.

## Referencias

Aaberge, R., Colombino, U., Holmoy, E., Strom, B. y Wennemo, T. (2004). Population ageing and fiscal sustainability: an integrated micro-macro analysis of required tax changes. *Discussion Papers* No 367, Statistics Norway, Research Department.

Baker, P., Blundell, R. W. , Micklewright, J. (1989). Modelling household energy expenditures using micro-data, *The Economic Journal* 99, pp 720-738.

Ballard, C., Shoven, J., Whalley, J. (1985). General equilibrium computations of the marginal welfare costs of taxes in the United States, *American Economic Review* 75(1), pp128-138.

Banks, J., Blundell, R. W., Lewbel, A. (1997). Quadratic Engel curves and consumer demand, *Review of Economics and Statistics*. 79(4), pp 527-539.

Böhringer, C., Rutherford, T. (1997). Carbon taxes with exemptions in an open economy: A general equilibrium analysis of the german tax initiative, *Journal of Environmental Economics and Management* 32, pp 189-203.

Böhringer, C., Ferris, M., Rutherford, T. (1997). Alternative CO<sub>2</sub> abatement strategies for the European Union. In Proost, S., Brader, J. (Eds.), *Climate Change, Transport and Environmental Policy*, Edward Edgar, Cheltenham.

Bourguignon, F., Robilliard, A., Robinson, S. (2003). Representative versus real households in the macro-economic modeling of inequality, DELTA Working Papers n° 2003-05. (disponible online en [www.pep-net.org](http://www.pep-net.org))

Bovenberg, L., Goulder, L. (2002). Environmental taxation and regulation. In Auerbach, A.J., Feldstein, M. (Eds.), *Handbook of Public Economics*, Elsevier Science, Dordrecht.

Deaton, A.S., Muellbauer, J. N. (1980). An almost ideal demand system, *American Economic Review* 83, pp 570-597.

Fernandez, M., Manrique, C. (2004). La matriz de contabilidad nacional: un método alternativo de presentación de las cuentas nacionales, *Documentos de Trabajo: Area Analise Economica* n°30, IDEGA, Universidade de Santiago de Compostela.

IEA (1998). *Energy Statistics of OECD Countries. 1995-1996*. International Energy Agency, OECD, Paris.

INE (2002a). *Contabilidad nacional de España. Base 1995. Serie contable 1995-2000. Marco Input-Output 1995-1996-1997*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

INE (2002b) *Estadísticas de Medio Ambiente. Cuentas Ambientales*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

Labandeira, X., Labeaga, J.M. (1999). Combining Input-Output analysis and micro-simulation to assess the effects of carbon taxation on spanish households, *Fiscal Studies* 20(3), pp 303-318.

Labandeira, X., Labeaga, J.M., Rodriguez, M. (2004). Microsimulating the effects of household energy prices changes in Spain, Nota di Lavoro 161.2004, Fondazione Eni enrico Mattei, Milano.

Labandeira, X., Labeaga, J.M., Rodriguez, M. (2005). A residential energy demand system for Spain, MIT CEEPR Working Paper 05-001, Center for Energy and Environmental Policy, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

Labeaga, J.M. y López, A. (1994). Simulación fiscal para España con un sistema de demanda flexible. En Arellano, M. (ed.) *Modelos Microeconómicos y Política Fiscal*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.

Labeaga, J.M., Sanz, J. (2001). Oferta de trabajo y fiscalidad en España. Hechos recientes y tendencias tras el nuevo IRPF, *Papeles de Economía Española* 87, pp 230-243.

Manresa, A., Sancho, F. (1997). El análisis medio-ambiental y la tabla input-output: cálculos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub>. Regidoria-Presidencia de la Comisió de Medi Ambient y Serveis Urbans. Ajuntament de Barcelona.

Parry, I., Williams, R., Goulder, L. (1999). When can carbon abatement policies increase welfare? the fundamental role of distorted factor markets, *Journal of Environmental Economics and Management* 37, pp 52-84.

Rutherford, T. (1999). Applied general equilibrium modeling with MPSGE as a GAMS subsystem: an overview of the modeling framework and syntax, *Computational Economics* 14, pp 1-46.

Savard, L. (2003). Poverty and inequality within a CGE framework: a comparative analysis of the representative agent and micro-simulation approaches, *Mimeo*, International Development Reseach Center (IDRC), Dakar, Senegal. (disponible on line en [www.pep-net.org](http://www.pep-net.org))

Shoven, J., Whalley, J. (1992). *Applying general equilibrium*, Cambridge University Press, Cambridge.

Speck, S. (1999). Energy and carbon taxes and their distributional implications, *Energy Policy* 27, pp 659-667.

Symons, E., Proops, J., Gay P. (1994). Carbon taxes, consumer demand and carbon dioxide emissions: a simulation analysis for the UK, *Fiscal Studies* 15(2), pp 19-43.



**Apéndice. Las estructuras productivas y de consumo**

**Gráfico A.1. Estructura de la tecnología productiva de las empresas**

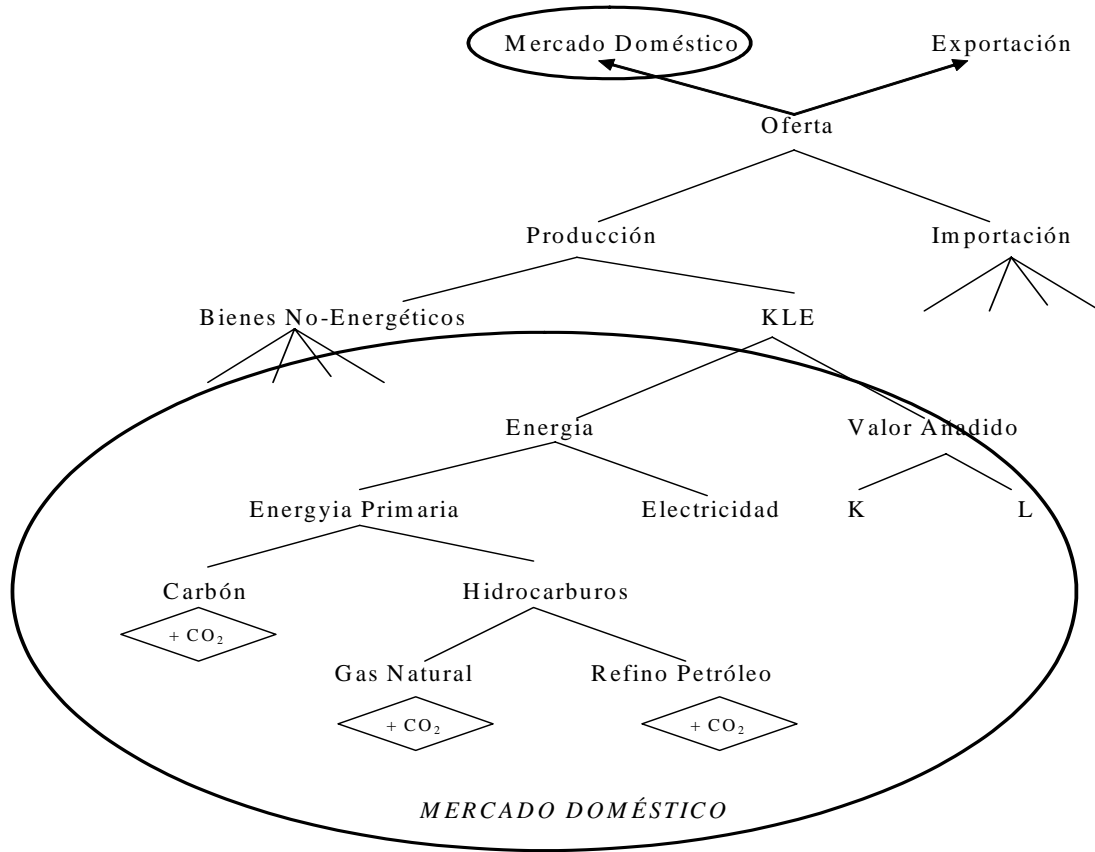
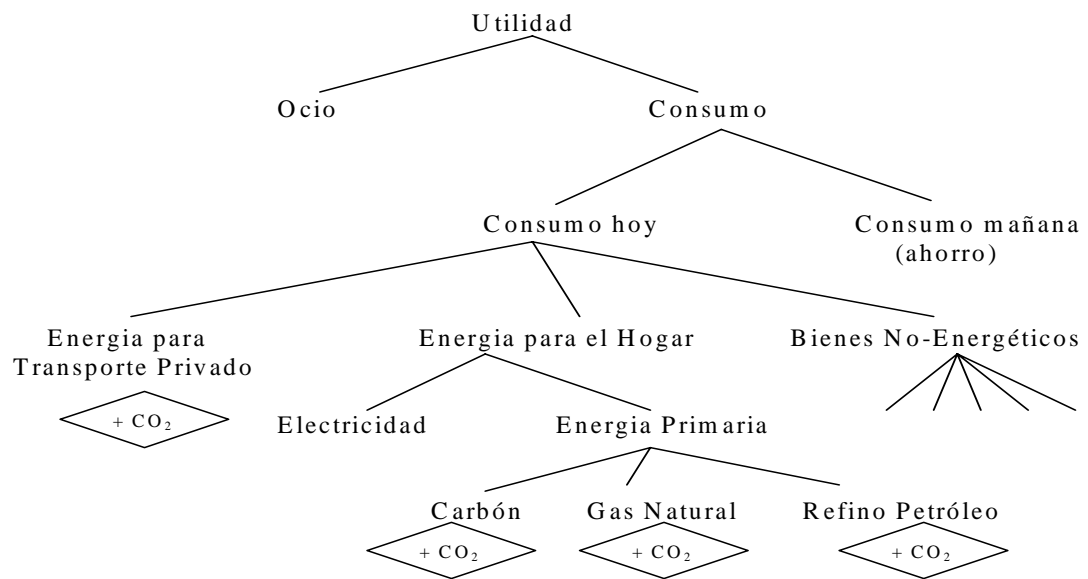


Gráfico A.2. Estructura de las decisiones de consumo de los hogares



**Cuadro A.1. Ramas de actividad y su correspondencia entre MCS-1995 y TSIO-1995**

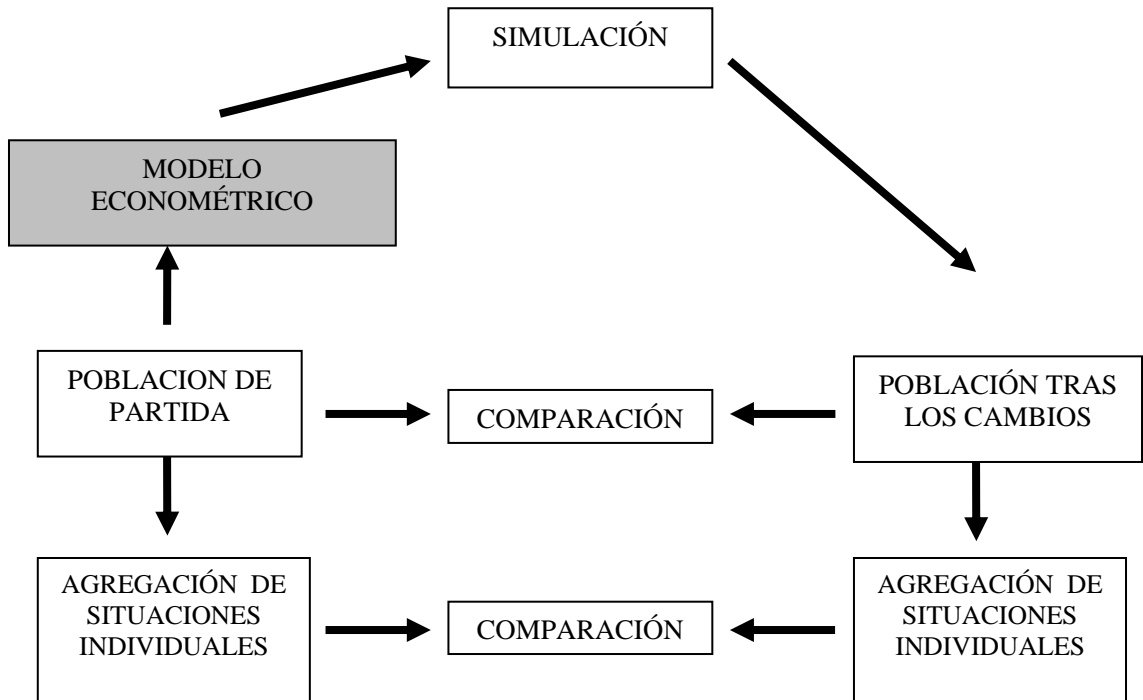
Sectores MCN-95	Descripción	Código TSIO 1995
AGRI	Agricultura, ganadería y caza, selvicultura, pesca y acuicultura	TSIO 01, 02, 03
CARBON	Extracción y aglomeración de antracita, hulla, lignito y turba	TSIO 04
CRUDO	Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de minerales de uranio y torio	TSIO 05
MINER	Extracción de minerales metálicos, no metálicos ni energéticos	TSIO 06, 07
PETROL	Coquerías, refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	TSIO 08
ELEC	Electricidad	TSIO 09
GAS NAT	Gas natural	TSIO 10
ALIM	Alimentos y bebidas	TSIO 12-15
MANUF	Otras manufacturas	TSIO 11, 16-20, 31-38
QUIMIO	Industria química	TSIO 21-24
PROMIN	Manufactura otros minerales no metálicos, reciclaje	TSIO 25-28, 39
METAL	Metalurgia, productos metálicos	TSIO 29, 30
CONS	Construcción	TSIO 40
SERV1	Telecomunicaciones, servicios financieros, inmobiliarios, alquiler, informática, I+D, servicios profesionales, asociaciones empresariales	TSIO 41-43, 50-58, 71
HOST	Hostelería	TSIO 44
TRANSP	Servicios de transporte	TSIO 45-49
SERV2	Educación, servicios sanitarios, veterinarios y sociales, saneamiento, ocio, cultura, deporte, administraciones públicas	TSIO 59-70

Nota.

1. Los códigos TSIO representan las distintas ramas de actividad en la TSIO publicada en INE (2002a).

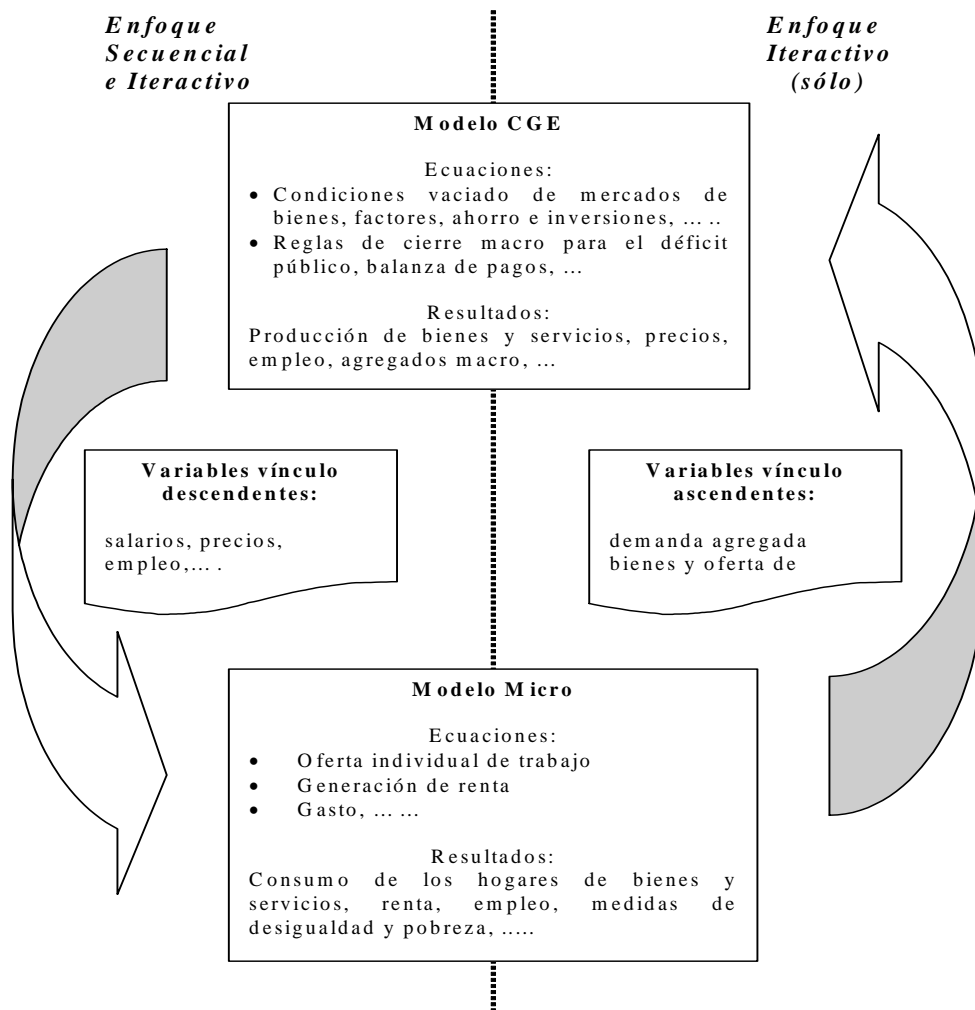
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 1. Estructura de un modelo de microsimulación**



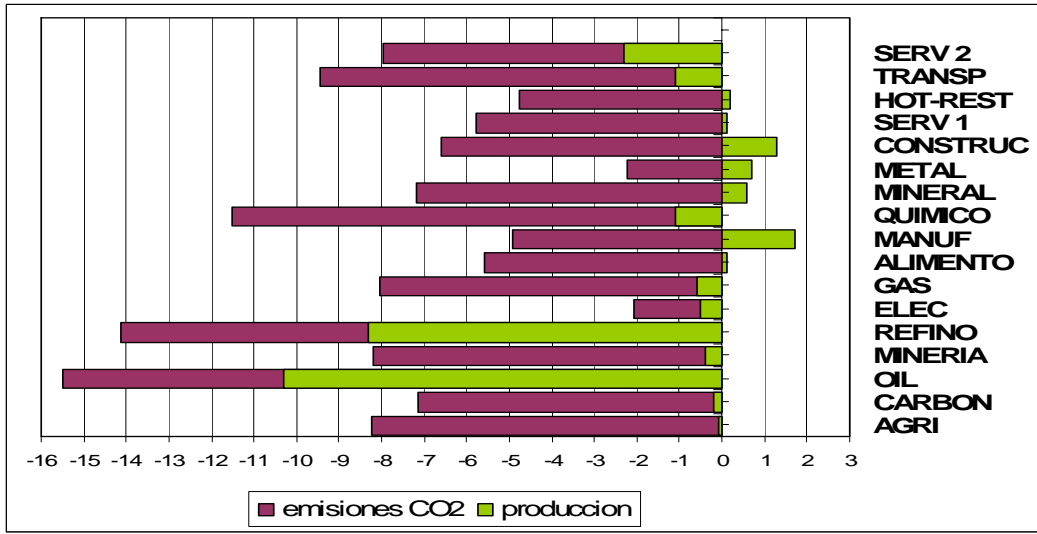
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 2. Procedimientos secuenciales e iterativos de integración de modelos microeconómicos y MEGA**



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Cambios sectoriales en producción y emisiones (%)



Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 1. Cambios porcentuales en los precios relativos y gasto medio**

	<b>precios</b>	<b>gasto medio</b>
<b>Electricidad</b>	2.79	- 6.49
<b>Gas natural</b>	1.70	11.21
<b>GLP</b>	1.00	16.40
<b>Carburantes</b>	23.35	17.60
<b>Transporte publico</b>	1.40	-2.50
<b>Alimentos y bebidas</b>	-0.83	-1.72
<b>Otros, no-duraderos</b>	-1.09	-0.73

Nota.

1. Cambios en los precios relativos respecto al IPC. Los cambios en el gasto corresponden a valores medios para todos los hogares en la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 2. Efectos distributivos de la reforma fiscal. Variaciones equivalentes por decila y porcentajes respecto al gasto total**

<b>Decila</b>	<b>Euros</b>	<b>%</b>
<b>1°</b>	101	2.06
<b>2°</b>	141	1.89
<b>3°</b>	166	1.80
<b>4°</b>	189	1.70
<b>5°</b>	210	1.60
<b>6°</b>	235	1.56
<b>7°</b>	260	1.5
<b>8°</b>	290	1.47
<b>9°</b>	332	1.39
<b>10°</b>	442	1.26

Nota.

1. Valores medios para los hogares en cada decila.

Fuente: Elaboración propia.



**Cuadro 3. Efectos distributivos de la reforma sobre grupos de hogares**

<b>Tipo de hogar</b>	<b>euros</b>	<b>%</b>
<b>Retirado</b>	223	1.80
<b>Sin hijos</b>	234	1.57
<b>2 hijos</b>	233	1.38
<b>4 hijos</b>	244	1.33
<b>Rural</b>	211	1.57
<b>Urbano</b>	257	1.47

Nota.

1. Valores medios de la variación equivalente para los hogares en cada grupo.

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 4. Efectos ambientales de la reforma. Cambios en las emisiones de los hogares (%)**

	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>
<b>Electricidad</b>	- 9.03%	- 9.03%	- 9.03%
<b>Gas natural</b>	9.36%		
<b>GLP</b>	15.25%		
<b>Carburantes</b>	- 4.66%	- 4.66%	- 4.66%
<b>Transporte público</b>	- 3.84%		
<b>Alimentos y bebidas</b>	- 0.89%		
<b>Otros, no-duraderos</b>	0.36%		
<b><i>Total</i></b>	<b>- 2.32%</b>	<b>- 8.65%</b>	<b>- 5.50%</b>

Fuente: Elaboración propia.