



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ECONOMÍA

MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO. RAÍZ TEÓRICA,
METODOLOGÍA Y CASOS FISCALES EN MÉXICO

TESINA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

GÓMEZ ROMERO OSCAR ALEJANDRO

DIRECTOR DE TESINA

MTRO. MIGUEL CERVANTES JIMÉNEZ

MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres

Agradecimientos

A mis padres: Por el gran costo de oportunidad que impliqué en su vida, su gran apoyo en todos estos años y comprensión cuando decidí estudiar la carrera de Economía.

A mi tutor, Mtro. Miguel Cervantes Jiménez: Por ser mi formador como un verdadero economista siendo mi profesor de Teoría Económica, por ser mi jefe como becario AEFÉ, mi amigo cuando lo necesite y como un padre para mí.

A la profesora Hortensia Martínez: Por ser una gran amiga, darme su apoyo incondicional y soportarme todos estos años.

Al profesor Miguel González Ibarra: Por su apoyo en mi camino como profesionista y por creer en mí para un proyecto de vida.

Al profesor Marco Reyes: Por ser un gran amigo y siempre darme un punto de vista crítico para las cosas.

A mis compañeros de batalla: José Jaime, Miguel Ángel, Pamela Valdivia, Yarel Esparza, Ángel de León, Silvana García, Alondra Alderete, Ernesto García y Eloisa Peña.

A la Universidad Nacional Autónoma de México: Por permitirme ser parte de su gran comunidad.

A la Facultad de Economía: Por darme una formación integral en la ciencia económica.

A la División de Estudios Profesionales: Por recibirme siempre bien desde mi primer año de licenciatura hasta ahora que he terminado mis estudios.

“Se necesita de un gobierno que ayude a perfeccionar el funcionamiento de los mercados y a su vez los mercados nos pueden ayudar a cumplir las metas sociales, quienes necesariamente no tienen que afectar a los pobres.”

Pensamiento formado en 5 años de estudio en la
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Economía

Oscar Alejandro Gómez Romero

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. LA RAÍZ TEÓRICA DE LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADOS.....	4
1.1 El inicio de las matemáticas en la economía	4
1.2 La Teoría del Equilibrio General Walrasiano	4
1.3 La Teoría del Equilibrio General después de los años 50	6
CAPÍTULO 2. LOS MODELOS MATEMÁTICOS: EL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL Y EL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO	10
2.1 El Equilibrio General: un modelo matemático	10
2.2 Los Modelos de Equilibrio General Aplicados.....	16
2.2.1 Esquema del Modelo de Equilibrio General Aplicado	16
2.2.2 Funciones del Modelo de Equilibrio General Aplicado.....	17
2.2.2.1 Producción intermedia.....	17
2.2.2.2 Gobierno	18
2.2.2.3 Inversión	20
2.2.2.4 Comercio internacional	20
2.2.2.5 La suposición Armington	21
2.2.2.6 Condiciones de equilibrio de mercado	23
2.2.2.7 Comportamiento de los hogares	23
2.2.2.8 Ahorro.....	24
2.2.3 Las variables endógenas del MEGA y sus relaciones.....	24
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO	28
3.1 Descripción de los MEGA	28
3.2 Pasos a seguir para la construcción de un MEGA	32
3.2.1 Breve explicación de la construcción de un MEGA.....	32
3.2.2 Explicación ampliada de los MEGA.....	34
3.2.2.1 Problema General.....	34
3.2.2.2 Problemas de elección	38

3.2.2.3 Programación del modelo	38
3.2.2.4 Calibración.....	39
3.2.2.5 Cálculo del equilibrio original	40
3.2.2.6 Modelación del nuevo equilibrio	41
CAPÍTULO 4. VENTAJAS Y LIMITACIONES LOS MODELOS DE EQUILIBRIO	
GENERAL APLICADOS	42
4.1 Ventajas de los Modelos de Equilibrio General Aplicados	42
4.2 Limitaciones de los Modelos de Equilibrio General Aplicados	44
CAPÍTULO 5. CASOS FISCALES PARA MÉXICO DE MODELOS DE EQUILIBRIO	
GENERAL APLICADOS	45
5.1 Modelos de Kehoe y Serra	45
5.2 Modelos de Sobarzo	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	54

INTRODUCCIÓN

El Equilibrio General es una teoría que surgió hace dos siglos, resultado de intentar plasmar lo que pasaría en una economía cuando un elemento dentro de la misma tuviera un choque exógeno. Esta idea fue sustentada con base en el conocimiento de que los bienes están relacionados por sus sustitutos y sus complementos, además que el ingreso de un individuo se ve afectado por las variaciones en los precios absolutos y sus decisiones de demanda por la de los precios relativos.

Esta teoría se vio estancada por muchos años después de su formulación, ya que el desarrollo de las matemáticas dentro de la economía o mejor dicho la economía matemática, era poco avanzada. Posteriormente en la década de los 50 con el desarrollo de en las matemáticas y su aplicación en la economía, la Teoría del Equilibrio General tuvo un resurgimiento importante. Aunque no dejó de ser un modelo con poca utilidad para la elaboración de la política económica.

Es menester aclarar que a la teoría del equilibrio general no le fue suficiente el desarrollo matemático que se dio para su formulación, ya que tenía el mismo grado de utilidad que muchos modelos estudiados en la economía, tal como la teoría del consumidor, la teoría del productor o incluso las estructuras de mercado. Lo que necesitó el equilibrio general para dar el siguiente paso, además de las matemáticas, fue el desarrollo de la tecnología principalmente enfocada al software, ya que con base en ello dio pie a los Modelos de Equilibrio General Aplicados o Computables (MEGA).

El primer MEGA fue realizado por Johansen (1960) y era tan simple que se podía resolver de manera manual y fue desarrollado para la economía de Noruega, otra aplicación fue la realizada por Harberger (1962) que fue un trabajo pionero en la incidencia impositiva, cuyos supuestos principales son: tecnología, comportamiento de los oferentes de factores, estructura de mercado, ofertas totales de los factores,

preferencias de los consumidores y marco analítico de la incidencia impositiva. Pero quienes realmente dieron un impulso importante a los MEGA, fueron Shoven y Whalley (1972, 1984, 1992).

En México, el uso de este tipo de modelos para la evaluación de políticas no es muy común. En temas fiscales se encuentran a Serra (1981) que evalúa el efecto que tendría la sustitución del impuesto sobre ingresos mercantiles por el Impuesto al Valor Agregado (IVA), a Kehoe y Serra (1983) que evalúan la reforma fiscal de 1980, pero enfocada al desempleo y a el déficit gubernamental y a Sobarzo (2004 y 2009) donde para el año 2004 evaluó la propuesta de reforma fiscal que buscaba generalizar el IVA en alimentos y medicinas, mientras que para el 2009 buscó ver el impacto del Impuesto Empresarial a Tasa Única (IETU), impuesto propuesto con el objetivo de gravar a aquellas empresas que no pagaban el Impuesto Sobre la Renta.

Los MEGA son instrumentos fundamentales para los *policy maker*. Esto se ha demostrado ya que en todo el mundo se están utilizando para evaluar de manera contrafactual diversos tipos de políticas, desde temas fiscales, ambientales, de comercio internacional, temas de desarrollo, entre otros. Si bien, han tenido un gran avance y son atractivos ya que muestran los efectos que tiene un choque exógeno en toda una economía. No se debe olvidar que como todo modelo puede tener fallas: en primera, porque nunca deja de ser una abstracción de la realidad y éste sólo va a responder a las preguntas para las que fue elaborado, por lo que debemos evitar forzar al modelo a explicar algo para lo que no fue construido; en segunda, este tipo de modelo puede arrojar un resultado muy preciso o uno que no lo sea tanto, esto dependerá de la capacidad del *policy maker* para construirlo.

Atendiendo a la necesidad que cualquier investigador pueda tener en la elaboración de un MEGA, el objetivo general de la tesina es exponer la estructura y la metodología para la construcción de un MEGA. Por esto, la tesina está dividida en cinco capítulos: en el primero se menciona su raíz teórica, en el segundo se exponen

los modelos matemáticos del Equilibrio General de intercambio puro y el de los MEGA, en el tercero se expone la metodología que un investigador debe de seguir para su elaboración, en el cuarto se mencionan las ventajas y desventajas que tiene este tipo de modelo y en el quinto se hace mención de los MEGA que han sido usados en México para el análisis fiscal.

CAPÍTULO 1. LA RAÍZ TEÓRICA DE LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADOS

En este capítulo se expondrá el desarrollo que han tenido las matemáticas en la ciencia económica, el cual daría como resultado una gran cantidad de modelos económicos. Entre ellos se desarrollaría la Teoría de Equilibrio General de Walras (1874), el cual se vería estancando por años, hasta que economistas estudiosos de las matemáticas lograrían demostrar que las proposiciones realizadas por Walras eran factibles. Por lo que posteriormente, con el avance de la tecnología del software estos modelos se volverían la raíz teórica de lo que serían los MEGA.

1.1 El inicio de las matemáticas en la economía

El uso de las matemáticas dentro de la economía aparece en la primera mitad del siglo XIX, con el matemático y filósofo francés Antoine Augustin Cournot, quien es considerado como el padre fundador de la economía matemática por su obra *Principes Mathematiques de la théorie des Richesses*¹ publicada en 1838. Cournot demuestra que el análisis matemático puede ser fácilmente aplicado a la economía con base en proposiciones y teoremas que contienen las leyes económicas (Antelo, 2005, pág. 3). Es importante decir que la economía matemática no sería considerada como una rama más de la economía, tal como lo son el comercio internacional, la economía monetaria o las finanzas públicas, sino como un método de análisis para la economía (Chiang & Wainwright, 2006, pág. 2).

1.2 La Teoría del Equilibrio General Walrasiano

A lo largo del siglo XIX el uso de las matemáticas como el algebra lineal y el cálculo diferencial, ayudó al economista francés León Walras plantear la Teoría del Equilibrio General dada a conocer en su obra *Éléments d'économie politique pure*² en 1874, que fue publicada en dos partes, siendo una obra importante sobre la teoría

¹ Principios matemáticos de la teoría de la riqueza.

² Elementos de economía política pura.

del valor, basada en la utilidad marginal y sobre el análisis del Equilibrio General. Este planteamiento confrontaría a la idea del equilibrio parcial Marshalliano, que hace un análisis de un mercado casi aislado, ya que sólo considera el mercado de un bien en específico, el de sus insumos, sus bienes sustitutos y sus bienes complementarios.

A Walras le interesaba la interdependencia que existía entre los distintos mercados y vio el problema del valor de una manera diferente. Para él, estas interrelaciones existían debido a los procesos de valoración que tenían los individuos y que necesariamente se daban al mismo tiempo. Walras utilizó el principio de maximización microeconómica asumiendo que no existen excesos de demanda o de oferta, debido a que el objetivo del intercambio es maximizar la satisfacción, lo que eliminaría cualquier exceso de demanda. Siendo así, como en el acto del intercambio influyen los valores de los diferentes bienes de toda la economía, por eso el supuesto de *ceteris paribus* de Marshall resulta inadecuado para el análisis walrasiano, debido a que en una economía todos los componentes de la misma están en constante cambio, por ejemplo, los precios y las cantidades (Ekelund B. & Hérbert F., 2008, págs. 444-445)

Dentro del análisis que realizó Walras se encuentra el concepto de función de exceso de demanda, que hace referencia a la cantidad demandada y la cantidad ofrecida a un precio determinado, simbólicamente está representado de la siguiente forma $ED = (Q_d - Q_s)$. Esto indica que un exceso de demanda negativo se puede considerar como un exceso de oferta positivo, por lo que la suma del exceso de demanda deberá ser nulo (Ekelund B. & Hérbert F., 2008, pág. 451)

Con el análisis del Equilibrio General se desarrolló la ley de Walras, que tiene una estrecha relación con el concepto de exceso de demanda mencionado con anterioridad, indicando que el exceso de demanda de cualquier bien, depende de la suma de los excesos de demanda del resto de los bienes. Dicho de otra forma, la ley

de Walras, indica que en una economía competitiva donde existen j bienes y j mercados, existe un vector de precios p , para el cual el exceso de demanda global de la economía es cero, por lo que los j mercados se vacían. El supuesto comportamiento optimizador que tienen todos los agentes sobre la oferta y la demanda de bienes y servicios, es posible si y sólo si los diferentes precios se mueven para que se genere el equilibrio entre la oferta y la demanda en todos los mercados.

La Ley de Walras establece que si de los j mercados que integran el modelo, $j-1$ se encuentran en equilibrio, entonces el mercado restante también lo estará. Por lo que si tenemos una matriz cuadrada donde $j-1$ está resuelto, se pueden obtener múltiples resultados, por lo que para tener un sólo resultado basta con establecer un numerario, es decir, el valor de uno de los precios se establecerá de manera exógena, se deberá tener en claro que el valor de todas las variables nominales estarán expresadas en ese numerario³ (Pérez Mendoza, 2008, pág. 128).

En los primeros desarrollos del Equilibrio General se creía que si se tenía el mismo número de ecuaciones y de incógnitas el sistema tenía automáticamente solución. Posteriormente, se demostró que esta idea era falsa mientras estas ecuaciones no fueran linealmente independientes. Esto provocó que la Teoría del Equilibrio General se viera estancada hasta la década de 1950, cuando se utilizó para su análisis la topología (el enfoque del teorema de punto fijo) para la demostración del equilibrio walrasiano.

1.3 La Teoría del Equilibrio General después de los años 50

Kenneth J. Arrow (1977) en su libro *General Competitive Analysis*⁴ explica que Walras reconoció dos complicaciones:

³ Es importante señalar que el planteamiento de la Ley de Walras, dice que las cantidades reales no se ven afectadas por el numerario, sin importar cual sea éste, debido a la homogeneidad de las demandas de grado cero en ingresos y en precios, por lo que al incrementarse éstos las demandas permanecerán inalteradas.

⁴ Análisis General Competitivo.

- a) Únicamente los precios relativos logran afectar el comportamiento de las familias y las empresas, por lo que el sistema va a tener sólo $n-1$ variables. Es por esto que Walras puso un bien para que sirviera como numerario, mientras que la relación entre el resto de los bienes se medían con relación a éste.
- b) El equilibrio presupuestario de cada familia entre su ingreso y consumo, y la condición de beneficio nulo de las empresas, implican en conjunto lo que ha de llamarse Ley de Walras.

Gerard Debreu premio Nobel de Economía en 1983, fue quien utilizó nuevos métodos de análisis y reformuló la Teoría del Equilibrio General, virando del cálculo hacia la utilización de las propiedades topológicas y de convexidad⁵. En 1954 publicó junto con Kenneth Arrow un artículo llamado *Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy*⁶ y en 1959 publicó su obra *Theory of Value*⁷, donde Debreu (1973) centró su atención en dos problemas:

- i) Cómo se explican los precios de las mercancías como resultado de la interacción entre los agentes en una economía de propiedad privada.
- ii) El papel que juegan los precios en un estado óptimo de la economía.

Acorde con Mas-Colell (1995) el término de “equilibrio general” hacer referencia a dos cosas: al punto de vista metodológico y a la teoría de fondo.

- i) Metodológicamente, el equilibrio general hace una aproximación a dos características centrales:
 - La primera es vista como una economía cerrada y como un sistema interrelacionado en el que se puede determinar simultáneamente el valor

⁵ Acorde con Rivera (2004) la hipótesis de competitividad del Modelo de Equilibrio General, se relaciona con los supuestos de convexidad o concavidad de los conjuntos de producción y de las preferencias de los agentes, dependiendo del caso que se trate. Su utilidad radica en el hecho que los problemas de optimización, bajo los supuestos de convexidad o concavidad, son resolubles únicamente a partir de las condiciones necesarias de optimalidad de primer orden, por lo que no se requieren condiciones de segundo orden.

⁶ Existencia de un equilibrio para una economía competitiva.

⁷ Teoría del Valor.

de equilibrio de todas las variables de interés. De esta manera, se pueden evaluar los efectos de una perturbación en el entorno económico y del equilibrio de todo el conjunto de variables endógenas que la economía necesita al ser recalculada (Mas-Colell, Whinston, & Green, 1995, pág. 511).

- La segunda característica a la que aproxima el equilibrio general, es que su objetivo es reducir el conjunto de variables tomadas como exógenas a un pequeño número de realidades físicas *i.e.* grupo de agentes económicos, tecnologías disponibles, las preferencias y la dotación física de los bienes (Mas-Colell, Whinston, & Green, 1995, pág. 511).
- ii)* Mientras que en la teoría de fondo Mas-Colell (1995) indica: Que la Teoría del Equilibrio General ha tenido un significado específico que la define como una teoría que determina los precios y las cantidades de equilibrio en un sistema de mercados de competencia perfecta.

Por esto Mas-Colell (1995) considera que la “teoría Walrasiana” de mercado es muy ambiciosa ya que intenta predecir un vector de consumo final y de producción usando sólo los elementos fundamentales de la economía (lista de insumos, el estado de la tecnología, las preferencias y las dotaciones).

Ante la postura de los teóricos ortodoxos, otros economistas han planteado este tipo de modelos con estructuras de mercado oligopólicas, sustituyendo el supuesto de competencia perfecta y por tanto el de vaciado de mercado. También se ha trabajado en la elaboración de modelos que contengan producción interna, por lo que las dotaciones ya no son consideradas como variables exógenas, teniendo como resultado que todo bien dentro de la economía es resultado de la actividad empresarial.

Debido a que los Modelos de Equilibrio General captan las interrelaciones entre los distintos sectores de una economía, éstos son útiles para analizar los efectos que

tienen la aplicación de políticas económicas, ya que capta tanto los efectos directos como los indirectos además que sirven para identificar a los ganadores y a los perdedores por la implementación de una política gubernamental. Después que se demostrara la existencia del equilibrio walrasiano por Arrow y Debreu, éste se transformó en un modelo práctico donde se representa a una economía con el objetivo de evaluar los impactos de las políticas económicas⁸. Los MEGA, son considerados como la contraparte numérica de los Modelos de Equilibrio General Walras-Arrow-Debreu.

⁸ Esta representación se realiza en diversos tipos de software especializados para los agentes dentro de la economía se comporten bajo los principios de optimización microeconómica, dichos software son mencionados en el Capítulo 3.

CAPÍTULO 2. LOS MODELOS MATEMÁTICOS: EL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL Y EL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO

En este capítulo se expondrá el Modelo de Equilibrio General de intercambio puro, considerando una economía de I individuos y J bienes. Por lo que para su comprensión es necesario un nivel de matemáticas un poco elevado al igual que dar por hecho algunas proposiciones. Además se debe de tener un conocimiento de microeconomía intermedia para comprender los axiomas que representan las preferencias de los individuos.

También se expone un Modelo de Equilibrio General Aplicado que considera, consumidores, productores, gobierno y sector externo. Donde los ingresos del gobierno van a depender de los impuestos directos e indirectos, los consumidores recibirán un ingreso el cual destinarán al consumo y al ahorro, los productores buscarán satisfacer la demanda de bienes y el sector externo intercambiará bienes bajo la suposición de Armington.

2.1 El Equilibrio General: un modelo matemático

Para realizar un correcto análisis utilizando las matemáticas se debe saber primero qué es lo que se quiere obtener. Por lo que en el análisis matemático de la Teoría del Equilibrio General, primero se deben plantear las siguientes preguntas cuyas respuestas son obligadas a ser dadas mediante el uso de las matemáticas: *i)* ¿Cómo se alcanza la situación de equilibrio? y *ii)* ¿Cuáles son las propiedades en términos de bienestar que tiene este equilibrio? El modelo de intercambio puro es donde no hay producción, aquí los agentes intercambian los bienes producidos por la naturaleza, es decir se consideran cantidades dadas. Este modelo nos permite estudiar las posibilidades que ofrece el comercio, donde al finalizar los intercambios entre los agentes se alcanza una situación de equilibrio walrasiano, también conocido como equilibrio general competitivo. Esto significa que cuando se realiza el comercio libremente, los agentes ya no tienen incentivos en modificar su decisión.

Antelo (2005) explica el desarrollo matemático del Equilibrio General de intercambio puro de una manera muy simple y accesible, tal como se demuestra a continuación:

Se considerará una economía conformada por I individuos representados por el vector $I = \{1,2,3, \dots, I\}$ y J bienes representados por el vector $J = \{1,2,3, \dots, J\}$; es decir, se tendrá una economía de intercambio puro de I x J . Los consumidores representados por el vector I se enfrentarán ante un proceso de tres fases:

- i) Ordenar las opciones de consumo acorde con la intensidad de sus preferencias.
- ii) Considerar su riqueza, indicada por sus restricciones.
- iii) Escoger su mejor opción de consumo. Se supone que un individuo va a consumir canastas de bienes representadas por el vector $q = \{q_1, \dots, q_j\} \in X \subset \mathbb{R}_+^j$ donde X representa al conjunto de planes del individuo, donde $q_j \geq 0$ y $q \neq 0$.

Para representar los gustos de los consumidores se usa una lista de axiomas⁹ que están relacionados con las preferencias que cumplen con las propiedades de \mathbb{R} , los cuales son:

- **Completitud** $\forall (q^1, q^2) \in X$ o bien $q^1 \succeq q^2$ o bien $q^2 \succeq q^1$ ambas. Lo que nos dice este axioma es que cualquier plan de consumo de un individuo puede ser comparado, es decir, le da capacidad al consumidor de elegir.
- **Reflexividad** $q \succeq q$ indica que cualquier elemento del conjunto X , es al menos tan preferida como si mismo.
- **Transitividad** $\forall (q^1, q^2, q^3) \in X$, si $q^1 \succeq q^2$ y $q^2 \succeq q^3$ entonces $q^1 \succeq q^3$, este axioma da coherencia al proceso de decisión del consumidor.

⁹ Un axioma se entiende como una proposición no sujeta a demostración, es decir, no se discute.

- **Continuidad** $\forall q \in X$, el conjunto preferido a $q \succeq q$ y el conjunto no preferido a $q \preceq q$, son conjuntos cerrados y convexos.

Con ayuda de las propiedades antes descritas, se puede representar una función de utilidad $u: q \in X \subset \mathbb{R}_+^J \rightarrow u(q) \in \mathbb{R}$ tal que $q^1 \succeq q^2 \Leftrightarrow u(q^1) \geq u(q^2)$, se puede establecer lo siguiente:

Proposición 1 Si la preferencia es completa, reflexiva, transitiva y continua; entonces existe una función definida que la representa.

Debido a que pueden existir preferencias no susceptibles a ser representadas numéricamente, se debe adicionalmente formalizar la idea de consumo de los individuos tomando en cuenta que “más” es mejor que “menos”, además del hecho de que existe diversidad en el consumo pues la gente prefiere combinaciones intermedias a las extremas. Por esto se plantean las siguientes propiedades:

- **Monotonía** $\forall q^1, q^2 \in X$ si $q^1 \geq q^2, q^1 \neq q^2$, entonces $q^1 \succ q^2$.
- **Convexidad** $\forall q^1, q^2 \in X$ tal que $q^1 \succeq q^2, \alpha q^1 + (1-\alpha)q^2 \succ q^2, \alpha \in (0,1)$

Dadas las propiedades anteriores, se puede decir que las tripletas $(u^i(q^i), X^i, w^i)$, donde $w^i = (w_1^i, \dots, w_J^i)$ es la dotación inicial del individuo i , $u^i(q^i)$ son la función de utilidad del individuo i , que es creciente y cuasiconcava, y donde $q^i = (q_1^i, \dots, q_J^i)$ indica la combinación de consumo del individuo i . Por lo que en una economía de intercambio puro $I \times J$, se describe un vector del siguiente tipo:

$$e = \left[\mathbb{R}_+^J (u^i(q^i), X^i, w^i) \right]^{i \in I}$$

Para el análisis de la restricción del agente se toma en cuenta que la riqueza del individuo es $\sum_{j=1}^J p_j w_j^i$, donde p_j representa el precio de mercado del bien j , y dada la no negatividad del consumo de bienes $q^i \geq 0$ que definen un conjunto presupuestario compacto, por lo que cada individuo i debe resolver:

$$\max_{\{q^i\}} u^i(q^i), \text{ s.a. : } \begin{cases} \sum_{j=1}^J p_j q_j^i - \sum_{j=1}^J p_j w_j^i \leq 0 \\ q^i \geq 0 \end{cases}$$

La ecuación anterior presenta un problema de programación no lineal que satisface la condición del teorema de Weierstrass sobre la existencia de un máximo local, indicando que tiene solución.

$$q_j^{i*} = q_j^{im}(\mathbf{p}, \mathbf{p} \cdot \mathbf{w}^i), i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J$$

Donde $\mathbf{P}=(p_1, \dots, p_j) \geq 0$ es el vector de precios, definiendo la función de exceso de demanda de los individuos

$$z_j^i(\mathbf{p}, \mathbf{p} \cdot \mathbf{w}^i) = q_j^{im}(\mathbf{p}, \mathbf{p} \cdot \mathbf{w}^i) - w_j^i$$

Lo que nos indica que un individuo va a ser un comprador (vendedor) si el valor de la ecuación anterior es positivo (negativo), lo que hace que el exceso de demanda agregada en el vector de mercancías sea

$$z_j(\mathbf{p}, \mathbf{p} \cdot \mathbf{w}^i) = \sum_{i=1}^I [q_j^{im}(\mathbf{p}, \mathbf{p} \cdot \mathbf{w}^i) - w_j^i]$$

Esto nos permite definir el equilibrio walrasiano en una economía de intercambio puro.

Definición 1 Un equilibrio walrasiano en una economía de intercambio puro es el sistema de precios $\mathbf{p}^* = (p_1^*, \dots, p_j^*)$ y la asignación de bienes $\mathbf{q}^* = (q^{1*}, \dots, q^{I*})$ tales que

1. Para todo $i = 1, \dots, I, \mathbf{q}^{i*}$ es una asignación factible
2. Para todo $i = 1, \dots, I, \mathbf{q}^{i*}$ resuelve el problema de maximización para $(\mathbf{p}^*, \mathbf{w}^i)$.
3. Para todo $j = 1, \dots, J, \sum_{i=1}^I q_j^{im}(\mathbf{p}, \mathbf{p} \cdot \mathbf{w}^i) - \sum_{i=1}^I w_j^i \leq 0$

Esto nos indica que cuando un vector de precios \mathbf{p}^* vacía todos los mercados de la economía al mismo tiempo, se dice que se encuentra en equilibrio walrasiano, es decir, no existe exceso de demanda en ninguno de los mercados. Debido a que es una economía de intercambio puro, la información importante es la de los precios relativos, por lo que la representación más útil es la de establecer una normalización de precios fijando en su precio en $p_j = 1$, dando como resultado que en la nueva economía normalizada se realiza en términos de un precio normalizado a 1. También es posible normalizar los precios de todas las mercancías $\sum_{j=1}^J p_j = 1$, siendo que la suma de los precios y los espacios de los nuevos precios de las mercancías es el simplex unitario que está definido de dimensión $J-1$ y que hace referencia a los $J-1$ precios linealmente independientes. La expresión de precios normalizados en el simplex unitario se define como

$$S^{J-1} = \left\{ \mathbf{p} \in \mathbb{R}_+^J \mid \mathbf{p} \geq \mathbf{0} \text{ y } \sum_{j=1}^J p_j = 1 \right\} \subset \mathbb{R}_+^J$$

Donde a partir de él se define la función de exceso de demanda agregada $z(\mathbf{p}): S^{J-1} \rightarrow S^{J-1}$

$$z(\mathbf{p}) = \sum_{i=1}^I q^{i*}(\mathbf{p}, \mathbf{p} \cdot \mathbf{w}^i) - \sum_{i=1}^I \mathbf{w}^i$$

$z(\mathbf{p}) = (z_1(\mathbf{p}), \dots, z_J(\mathbf{p}))$, por lo que se formaliza el ajuste de precios mediante la función $g(\mathbf{p}): S^{J-1} \rightarrow S^{J-1}$ siendo $g(\mathbf{p}) = (g_1(\mathbf{p}), \dots, g_J(\mathbf{p}))$, donde sus componentes son

$$g_j(\mathbf{p}) = \frac{\max\{0, p_j + z_j(\mathbf{p})\}}{1 + \sum_{j=1}^J \max\{0, z_j(\mathbf{p})\}}, j = 1, \dots, J$$

La función anterior indica el ajuste de los precios en el mercado del bien j . Debido a que la ecuación anterior cumple los requisitos de Brouwer, se garantiza que existe un vector de precios que son el equilibrio walrasiano, $\mathbf{p}^* = g(\mathbf{p}^*)$.

Proposición 2. Si la función de exceso de demanda es continua y satisface la ley de Walras $\mathbf{p} \cdot \mathbf{z}(\mathbf{p}) \equiv \mathbf{0}$, existe al menos un vector de precios \mathbf{p}^* en S^{J-1} tal que $\mathbf{z}(\mathbf{p}^*) \leq \mathbf{0}$ el teorema de punto fijo garantice la existencia de equilibrio walrasiano.

Después de determinar la existencia del equilibrio walrasiano, se debe ver qué tan bueno es; es decir, la asignación correspondiente. Para esto se debe recurrir a los dos teoremas de la economía del bienestar:

- El primer teorema del bienestar, afirma que las asignaciones que proporcionan los mercados competitivos son eficientes en el sentido de Pareto¹⁰, lo que nos indica que los precios son el mecanismo más eficiente de asignación.
- El segundo teorema del bienestar, afirma que toda asignación eficiente en el sentido de Pareto va a ser un equilibrio en algún conjunto de precios.

Definición 2 se dice que el equilibrio walrasiano \mathbf{p}^* es dinámicamente estable si $\mathbf{p}(t) = \mathbf{p}^*$, para todo $t > 0$, i.e si $\dot{\mathbf{p}}^* = f(z_2(\mathbf{p}), \dots, z_j(\mathbf{p})) = f(\mathbf{p}^*) = 0$

¹⁰ En economía se dice que una situación es eficiente en el sentido de Pareto si no es posible mejorar el bienestar de un individuo sin empeorar el de alguna otra persona, por lo que se han agotado todas las ganancias derivadas del comercio.

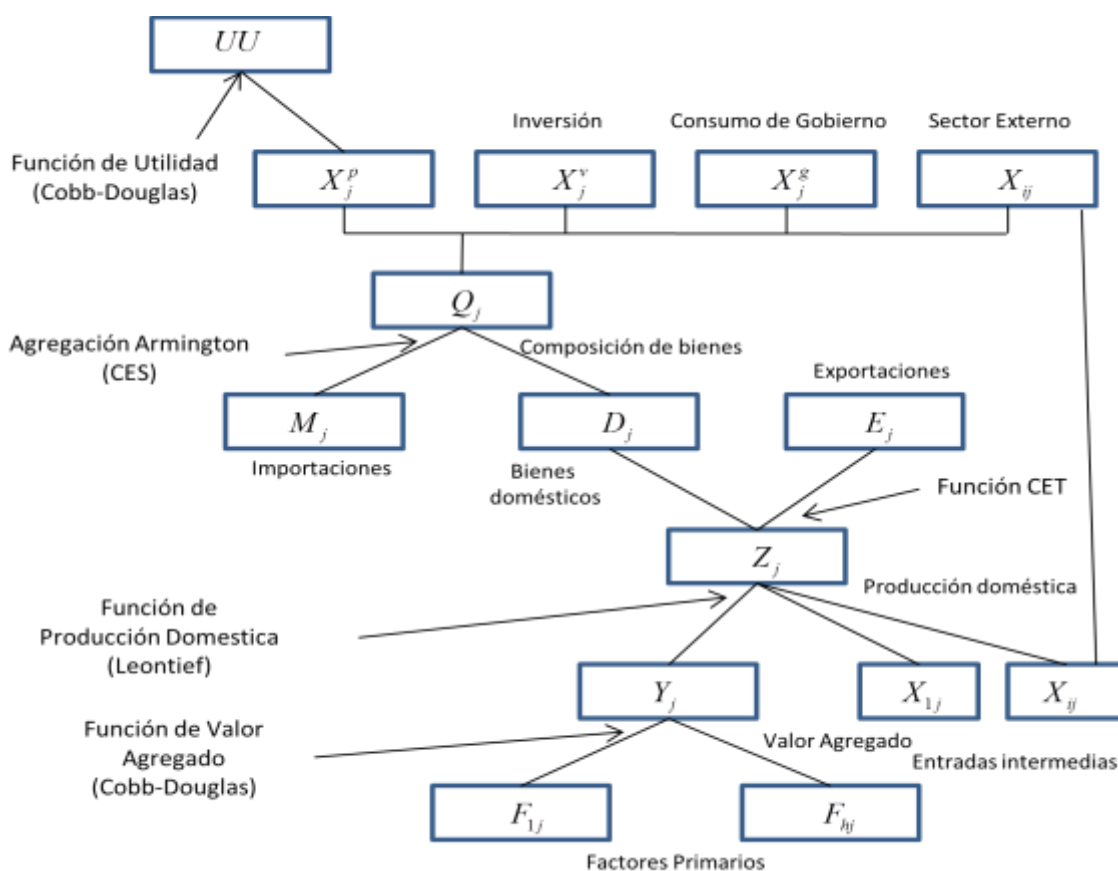
2.2 Los Modelos de Equilibrio General Aplicados

2.2.1 Esquema del Modelo de Equilibrio General Aplicado

Es importante explicar cómo se debe de modelar un MEGA cuando se busca hacer un análisis empírico. Por lo que con base en esto cualquier investigador tendrá una idea clara de que tipo de funciones tiene que utilizar cuando construya un MEGA y cuáles son las relaciones que guardan cada uno de los elementos que compone el modelo.

El modelo constará de los siguientes agentes: consumidores, productores, gobierno y sector externo. También se introducirán insumos intermedios, un gobierno que cobra impuestos directos e indirectos, empresas que invierten y el sector externo.

Imagen número 1. Esquema del Modelo de Equilibrio General Aplicado



Fuente: Hosoe, 2004

2.2.2 Funciones del Modelo de Equilibrio General Aplicado

2.2.2.1 Producción intermedia

Se supone que las empresas además de utilizar los factores de la producción, como el trabajo y el capital, van a usar insumos intermedios. Por eso se divide la producción en dos etapas:

- 1) En la primera etapa se asume que el valor agregado es producto del trabajo y del capital, para lo cual se usará una función tipo Cobb-Douglas.
- 2) En la etapa superior se supone que la producción es realizada con base en el resultado obtenido del valor agregado y los insumos intermedios, por lo que se usará una función de tipo Leontief, también conocida como de complementos perfectos.

$$Y_j = b_j \prod_h F_{hj}^{\beta_{hj}} \quad 2.1$$

$$Z_j = \min \left(\frac{X_{Bread\ j}}{ax_{Bread\ j}}, \frac{X_{Wine\ j}}{ax_{Wine\ j}}, \frac{Y_j}{ay_j} \right) \quad 2.5^*$$

$$X_{ij} = ay_{ij} Z_j, \quad \forall i, j \quad 2.3$$

$$Y_j = ay_j Z_j, \quad \forall j \quad 2.3$$

$$F_{hj} = \frac{\beta_{hj} p_j^y}{r_h} Y_j, \quad \forall h, j \quad 2.4$$

Donde:

π_j : Beneficio de la j -th empresa en la etapa superior

π_j^y : Beneficio de la j -th empresa en la etapa inferior

Z_j : Producción bruta del bien j -th

F_{hj} : Insumo del factor h -th de la empresa j -th, $F_{hj} \geq 0$

β_{hj} : Proporción del parámetro en la función de producción, $0 \leq \beta_{hj} \leq 1, \sum_h \beta_{hj} = 1$

b_j : Parámetro de escala en la función de producción

X_{ij} : Insumos intermedios del bien i -th usado por la j -th empresa

Y_j : Valor agregado de la j -th empresa

ax_{ij} : Mínimo requerido del coeficiente del bien intermedio i -th por unidad de producción bruta

ay_j : Mínimo requerido del coeficiente del valor agregado por unidad de producción bruta

p_j^s : Precio de oferta del bien j -th

p_i^q : Precio del bien intermedio i -th

p_j^y : Precio del valor agregado de la j -th empresa

Debido a que se puede tener problemas con la función tipo Leontief para el cálculo numérico, derivado de que el software puede tener dificultades en el cálculo de gradiente para la evaluación de soluciones, se procede a hacer:

$$\pi = p_j^s Z_j - \left(p_j^y Y_j + \sum_i p_i^q X_{ij} \right)$$

$$\pi = p_j^s Z_j - \left(ay_j p_j^y Z_j + \sum_i ax_{ij} p_i^q Z_j \right) = 0 \quad \forall j$$

Y para asegurar que se está en una economía competitiva se supone lo siguiente

$$p_j^s = ay_j p_j^y + \sum_i xa_{ij} p_i^q \quad \forall j \quad 2.5$$

2.2.2.2 Gobierno

El gobierno es considerado como un agente económico importante, ya que sus políticas influyen positiva o negativamente en la asignación de los recursos, mediante los impuestos y las transferencias. Aquí, el gobierno tendrá sus ingresos

mediante los tres tipos de impuestos: directos, indirectos y sobre las importaciones. Además que contribuirá a una parte del ahorro nacional, con el ahorro de gobierno.

Cuando se asume que el gobierno pone impuestos indirectos sobre la producción de los bienes en la economía tenemos:

$$T_j = \tau_j p_j^s Z_j \quad \forall j \quad 2.6$$

La ecuación que va a hacer referencia a los impuestos directos, es decir impuestos sobre los factores será:

$$T^d = \tau d \sum_h r_h F F_h \quad 2.7$$

Los impuestos a las importaciones son representadas como:

$$T_i^m = \tau m_i p_i^m M_i, \quad \forall i \quad 2.8$$

Mientras que la función de gasto del gobierno va a estar dada por

$$X_i^g = \frac{\mu_i}{p_i^g} \left(T^d + \sum_j T_j + \sum_j T_i^m - S^g \right) \quad \forall i \quad 2.9$$

Donde:

X_i^g : Consumo público del bien i -th

T_j : Impuesto indirectos

T^d : Impuestos directos

T^m : Impuestos a las importaciones

τ_j : Tasa de impuesto sobre los bienes

τd : Tasa de impuesto a los ingresos

τm : Tasa de impuesto a las importaciones

S^g : Ahorro público

μ_i : Proporción del gasto de la i -th materia prima, $0 \leq \mu_i \leq 1, \sum_i \mu_i = 1$

2.2.2.3 Inversión

Acorde con Mankiw (2006) las empresas compran bienes de inversión con el propósito de incrementar su stock de capital y reponer el capital existente conforme se desgasta o envejece. Por esto la inversión es un elemento importante en el modelo, por lo que su función sería:

$$X_i^v = \frac{\lambda_i}{p_i^q} (S + S^s + \varepsilon S^f) \quad \forall i \quad 2.10$$

Donde:

S : Ahorro privado

S^f : Ahorro del exterior en divisa extranjera

X_i^v : Demanda de inversión para la i -th materia prima

ε : Tipo de cambio

λ_i : Proporción del gasto de la i -th materia prima, $0 \leq \lambda_i \leq 1$, $\sum_i \lambda_i = 1$

2.2.2.4 Comercio internacional

Aquí se va a suponer que la economía de este país es pequeña, por lo que será un tomador de precios, lo que nos permite expresar las importaciones y las exportaciones en términos de moneda extranjera.

$$p_i^e = \varepsilon p_i^{We}, \quad \forall i \quad 2.11$$

$$p_i^m = \varepsilon p_i^{Wm}, \quad \forall i \quad 2.12$$

Por lo que la balanza de pagos de la economía que se está trabajando se expresaría en moneda extranjera:

$$\sum_i p_i^{*e} E_i + S^f = \sum_i p_i^{*m} M_i \quad 2.13$$

Donde:

p_i^{We} : Precio de exportación de la i -th materia prima en moneda extranjera (*exógena*)

p_i^e : Precio de exportación de la i -th materia prima en moneda local

E_i : Cantidad de exportaciones de la i -th materia prima

p_i^{Wm} : Precio de importación de la i -th de la materia prima en moneda extranjera (*exógena*)

p_i^m : Precio de importación de la i -th materia prima en moneda local

M_i : Cantidad de las importaciones de la i -th materia prima

2.2.2.5 La suposición Armington

Cuando se usa un modelo de economía abierta, se debe tener en consideración que existe una imperfecta sustitución entre las importaciones y los bienes domésticos, esto a pesar que los bienes estén metidos en la misma categoría.

Por lo que primero se supondrá que las importaciones y los bienes domésticos son agregados a ser bienes compuestos (suposición Armington)

$$Q_i = \gamma_i \left(\delta m_i M_i^{\eta_i} + \delta d_i D_i^{\eta_i} \right)^{\frac{1}{\eta_i}}, \quad \forall i \quad 2.14$$

Donde podemos obtener que las empresas maximizaran su beneficio con las siguientes funciones de demanda de factores de importaciones y de bienes domésticos

$$M_i = \left(\frac{\gamma_i^{\eta_i} \delta m_i p_i^q}{(1 + \tau m_i) p_i^m} \right)^{\frac{1}{1-\eta_i}} Q_i, \quad \forall i \quad 2.15$$

$$D_i = \left(\frac{\gamma_i^{\eta_i} \delta d_i p_i^q}{p_i^d} \right)^{\frac{1}{1-\eta_i}} Q_i, \quad \forall i \quad 2.16$$

Donde:

π_i^q : Beneficio de la i -th empresa del bien compuesto

p_i^q : Precio del i -th bien compuesto

Q_i : Salida del i -th bien compuesto

D_i : Entrada de la i -th producción del bien doméstico

γ_i : Parámetro de productividad de la función de producción del i -th bien compuesto

$\delta m, \delta d$: Proporción del parámetro de la función de producción del i -th bien compuesto

η_i : Parámetro relacionado a la elasticidad de sustitución

σ_i : Elasticidad subsitución

Después se considerará que las empresas transforman el producto bruto en exportaciones y bienes domésticos, por lo que se asume que las exportaciones son imperfectamente transformables con bienes domésticos y que las empresas asumirán tener una función de transformación con elasticidad tecnológica constante.

$$Z_i = \theta_i \left(\xi e_i E_i^{\phi} + \xi d_i D_i^{\phi} \right)^{\frac{1}{\phi}} \quad 2.17$$

Por lo que si se optimizan las condiciones, podemos obtener la función de transformación y la oferta de funciones de exportaciones de bienes domésticos.

$$E_i = \left(\frac{\theta^{\phi} \xi e_i (1 + \tau_i) p_i^s}{p_i^e} \right)^{\frac{1}{1-\phi}} z_i, \quad \forall i \quad 2.18$$

$$D_i = \left(\frac{\theta^{\phi} \xi d_i (1 + \tau_i) p_i^s}{p_i^d} \right)^{\frac{1}{1-\phi}} z_i, \quad \forall i \quad 2.19$$

Donde:

π_i^z : Beneficio de la i -th empresa de transformación

θ_i : Productividad del parámetro de la i -th función de transformación de la empresa

$\xi e_i, \xi d_i$: Proporción del parámetro de la función de transformación de la empresa i -th

ϕ_i : Parámetro relacionado a la elasticidad de transformación

ψ_i : Elasticidad de transformación de la empresa i -th

2.2.2.6 Condiciones de equilibrio de mercado

La ecuación de condición de equilibrio entre la oferta y la demanda

$$Q_i = X_i^p + X_i^g + X_i^v + \sum_j X_{ij}, \quad \forall i \quad 2.20$$

La condición de equilibrio de factores privados está dada por

$$\sum_j F_{hj} = FF_h, \quad \forall i \quad 2.21$$

2.2.2.7 Comportamiento de los hogares

Acorde con Mankiw (2006) las compras de alimentos, de ropa, gasto para la recreación forman parte del consumo. Por lo que en países industrializados, llegan a representar dos tercios del PIB. Es por eso que existen economistas muy interesados en el estudio de las decisiones de los consumidores. Aun así, de manera simple el comportamiento de los hogares se resume en que éstos reciben un ingreso (renta) por su trabajo y su propiedad sobre el capital que poseen, además pagan impuestos al gobierno y deciden que parte destinarán al ahorro. Por lo que la función de demanda de consumo de los hogares está constituida de la siguiente forma:

$$X_i^p = \frac{\alpha_i}{p_i^q} \left(\sum_h r_h FF_h - S - T^d \right) \quad \forall i \quad 2.22$$

2.2.2.8 Ahorro

El modelo define en dos funciones al ahorro, una parte que proviene del ahorro de los hogares y la otra que proviene del ahorro de gobierno, si éste tiene un superávit. Aquí es importante mencionar que el ahorro externo, si bien es contemplado en el modelo, es considerado como una variable exógena (véase imagen número 5), es por eso que no se define una función para el ahorro externo.

$$S = ss \sum_h r_h F F_h, \quad 2.23$$

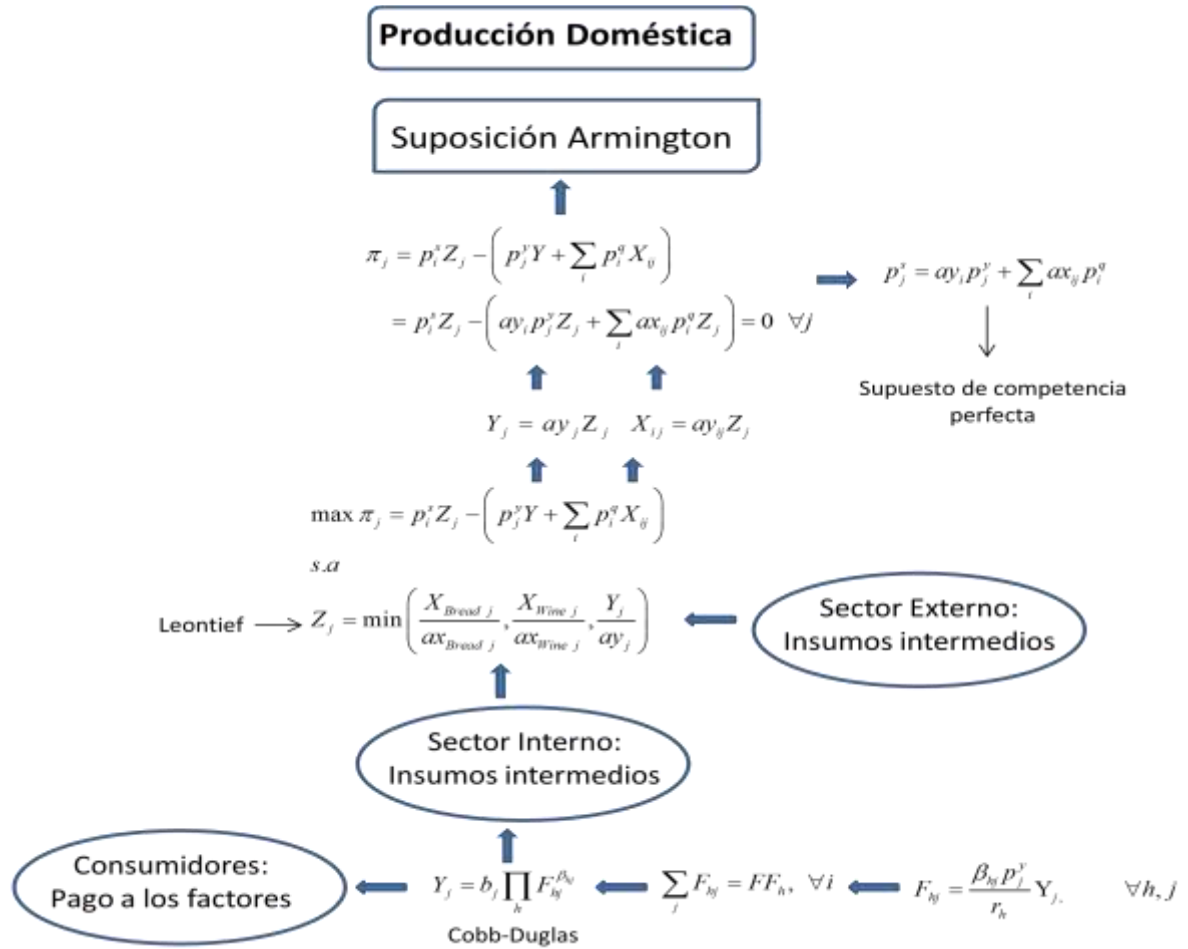
$$S = ss^g \left(\sum_j T_j + \sum_i T_i^m + T^d \right) \quad 2.24$$

2.2.3 Las variables endógenas del MEGA y sus relaciones

Por lo que todo el modelo contará con las siguientes variables endógenas:

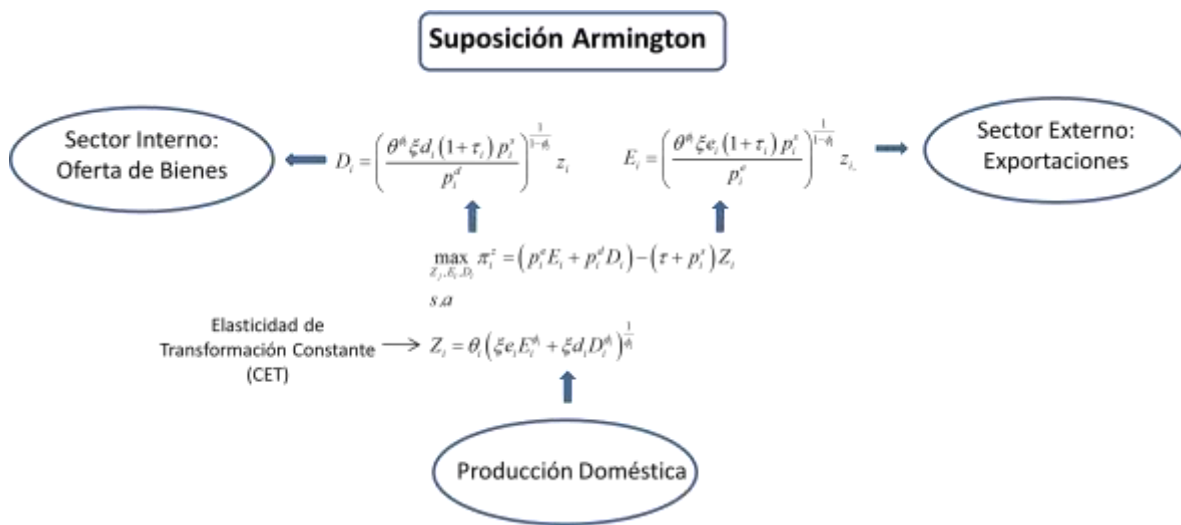
$Y_j, F_{hj}, X_{ij}, Z_j, X_i^g, X_i^v, E_i, M_i, Q_i, D_i, X_i^p, r_h, p_j^y, p_j^s, p_i^q, p_i^e, p_i^m, p_i^d, \varepsilon, S, S^g, T^d, T_i^m, \text{ y } T_j$

Imagen número 2. Sector de producción doméstica



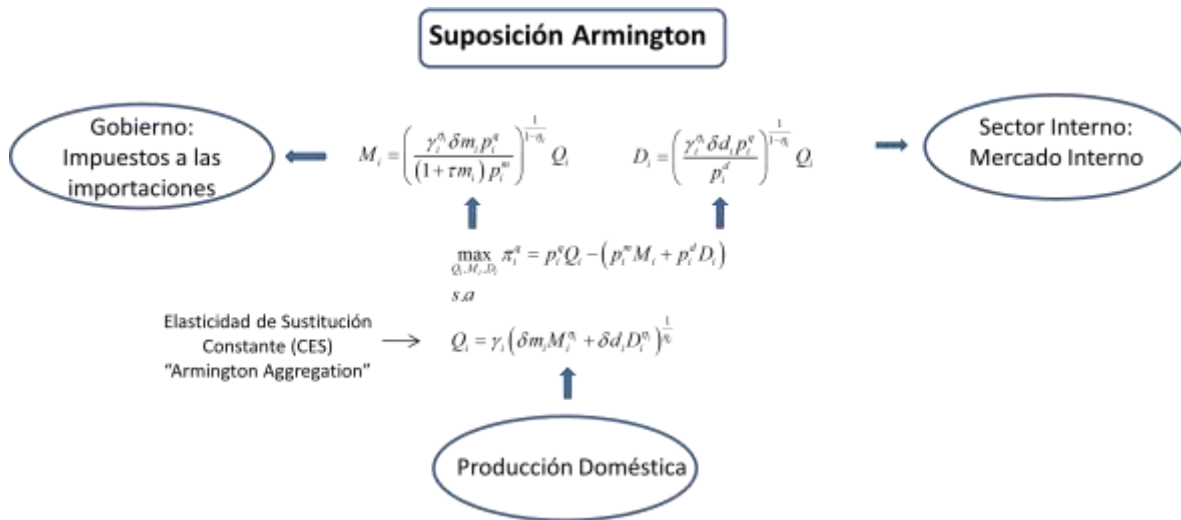
Fuente: Elaboración propia con base en Hosoe, 2004

Imagen número 3. Suposición de Armington para la producción doméstica



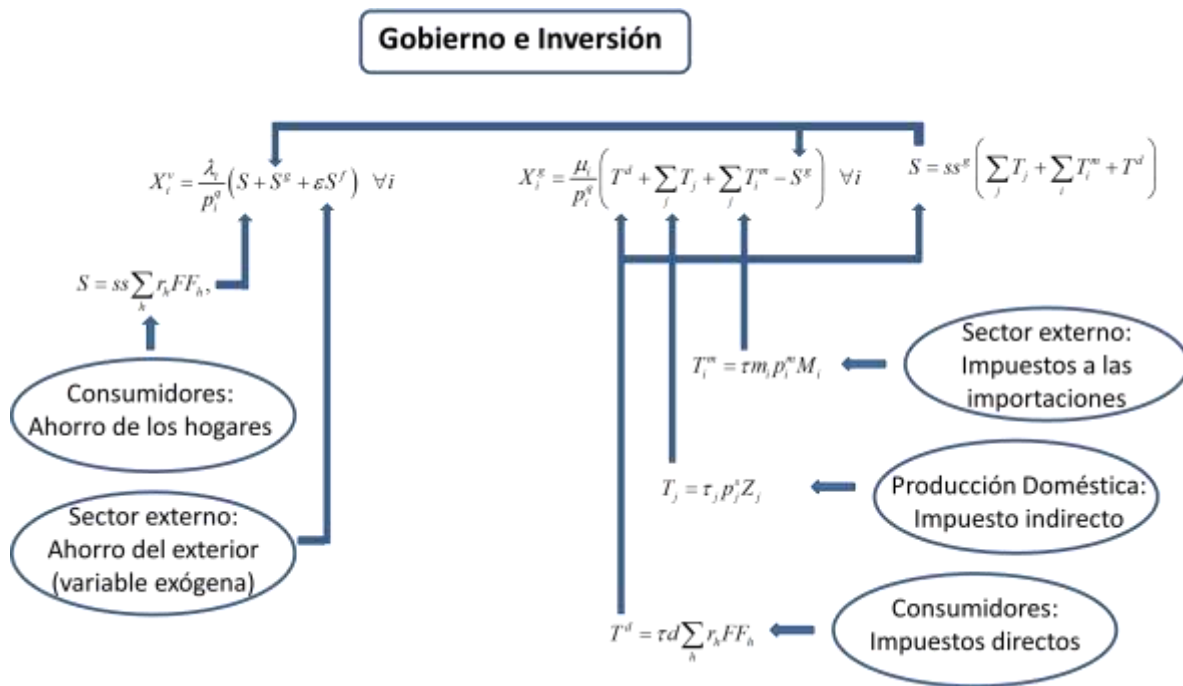
Fuente: Elaboración propia con base en Hosoe, 2004

Imagen número 4. Sector de producción doméstica



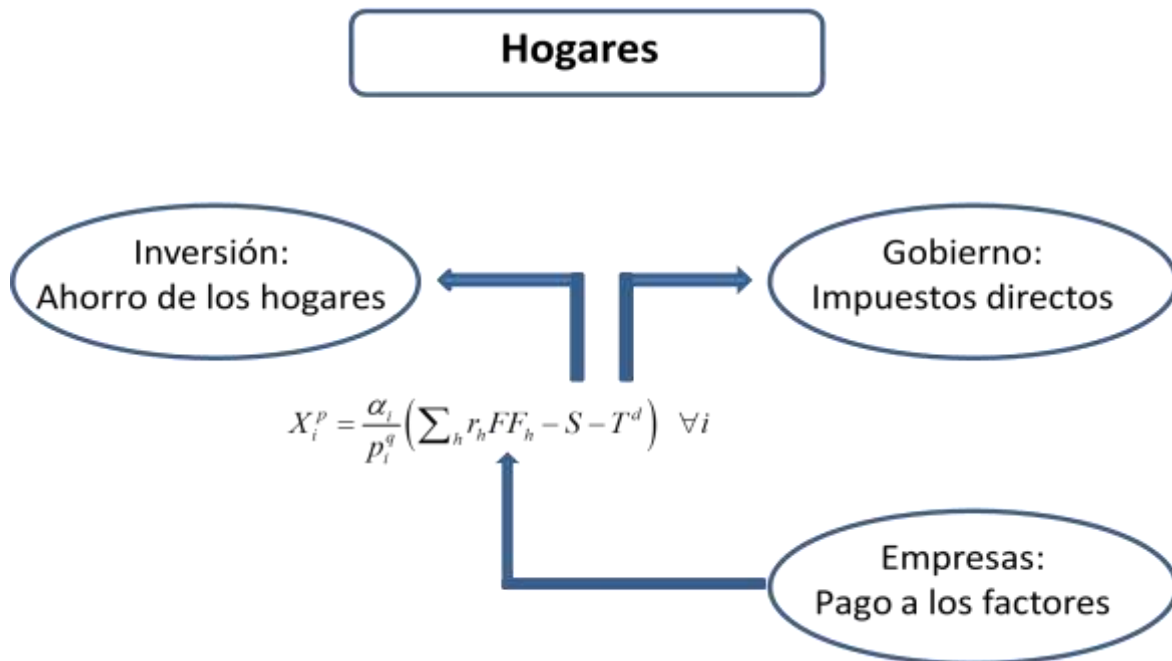
Fuente: Elaboración propia con base en Hosoe, 2004

Imagen número 5. Sector Gobierno e Inversión



Fuente: Elaboración propia con base en Hosoe, 2004

Imagen número 6. Sector de los Hogares



Fuente: Elaboración propia con base en Hosoe, 2004

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO

En este capítulo se expondrá la metodología que se debe de llevar a cabo para la construcción de un MEGA, por lo que se busca estandarizar su metodología. Además de esta explicación se hará mención de los programas computacionales que han sido utilizados con este fin. Por lo que se dará una explicación de la estructura que tienen los MEGA y sus características representativas acorde con algunos autores.

3.1 Descripción de los MEGA

Acorde con Pérez (2008) los MEGA son herramientas muy útiles para evaluar las políticas aplicadas por los gobiernos, ya que estiman ex-ante el impacto cuantitativo del cambio en una política económica. A pesar de esto, su metodología no suele ser enseñada en los programas de licenciatura y posgrado en México, obligando a los investigadores que pretenden realizar un MEGA a recurrir a libros y artículos que a pesar de ser útiles, no siempre son muy detallados o involucran muchas variables. Por lo que sería conveniente buscar estandarizar su metodología para que la gente interesada en este tipo de modelos tenga una guía base para su elaboración.

Núñez (2003) dice que los MEGA son un conjunto de ecuaciones numéricas que representan el equilibrio de un modelo bien definido y reproduce, como tal, la base de datos de la economía a la que se aplica. También indica que se puede interpretar como una economía ficticia en donde están definidos con precisión los bienes (producción, consumo, factores, etc.), los agentes (familias, empresas, gobierno y sector externo), las alternativas factibles (planes de consumo y de producción), las restricciones que limitan sus opciones y los criterios de la valoración, las condiciones que garantizan la compatibilidad de sus planes y los valores numéricos que toman los parámetros y las variables exógenas incluidas en el modelo.

Perdomo (2008) indica que los MEGA han sido normalmente una técnica de análisis cuantitativo para realizar simulaciones¹¹ que ayudan a resolver una gran variedad de preguntas encaminadas a analizar los efectos que provocarían los cambios en las políticas del gobierno (incremento en el gasto, variación en los impuestos, restricciones comerciales, etc.) sobre las industrias, las regiones, el mercado laboral, el ingreso, el bienestar, etc.

O’Ryan, J. de Miguel y Miller (2000) dicen que los MEGA tratan de representar de manera fiel la realidad pues consideran el flujo circular de la renta de manera ampliada debido a que en ellos se pueden incluir una gran cantidad de mercados en los cuales los agentes interactúan realizando sus intercambios reales (factores de producción, bienes y servicios) y monetarios (salarios, rentas de capital, pagos por bienes y servicios) para alcanzar equilibrios en los mercados y determinar precios y cantidades. Por esto, cuando se quiere trabajar con los MEGA se debe tener en consideración que los modelos deben incluir: precios, factores de producción, ingreso, ahorro, formación de capital, demanda y oferta de bienes, importaciones, exportaciones, equilibrio en el mercado doméstico y equilibrio en la balanza de pagos.

Sobarzo (2009) indica que durante las últimas tres décadas los MEGA se han utilizado ampliamente dentro de la literatura económica para evaluar una gran cantidad de asuntos de políticas públicas, siendo ésta campos tan diversos como el comercio internacional, las finanzas públicas, los temas de desarrollo, los temas de energía, el cambio climático, entre otros.

Es importante recordar que como todo modelo, los MEGA son simplificaciones de la realidad. Por esta razón, se debe tener en cuenta que en ocasiones el modelo

¹¹ Es importante aclarar que una simulación y un pronóstico son cosas diferentes: un pronóstico hace referencia sobre algo que probablemente ocurra en el futuro, basándose en el análisis y en consideraciones de juicios. Mientras que una simulación es un ejercicio numérico contrafactual en el que se trata de dar una indicación, donde se compara un caso base con uno simulado, por lo que nos permite ver la diferencia de lo que hubiera pasado, si se hubiera implementado la política económica.

tendrá que ser modificado para mejorar su funcionamiento ante diversas políticas económicas. También se debe de considerar que el modelo no siempre va a responder a todas las preguntas que a uno le interesa, por lo que se debe de evitar forzar al modelo a responder preguntas para las cuales no fue diseñado.

Desde los primeros desarrollos de los MEGA, éstos han demostrado ser muy útiles para el análisis de diversos tipos de políticas, ya sean económicas, sociales o ambientales. Esto se debe a que poseen ciertas ventajas que otros tipos de modelos económicos enfocados a equilibrios parciales e incluso econométricos no tienen.

Tomar la decisión de aplicar este tipo de modelo para evaluar las políticas que quieren implementar un gobierno, es debido a la precisión que tiene para medir los impactos que generan los choques exógenos en una economía. Sin embargo, es importante aclarar que la precisión del MEGA va a depender de qué tan bien fue construido para el problema que se desea analizar (Pérez Mendoza, 2008, pág. 121).

Además O’Ryan, J. de Miguel y Miller (2000) indican que las características fundamentales de los MEGA son:

1. Las funciones de demanda toman como base el proceso de maximización microeconómica de la utilidad por parte de los consumidores.
2. Las funciones de oferta toman como base el comportamiento maximizador del beneficio de los productores.
3. La mayoría de los MEGA asumen economías competitivas, por lo que los precios y las cantidades son determinados de manera endógena, con el fin de vaciar el mercado.
4. Son modelos donde sus sectores varían acorde al interés del investigador y de que tan desagregado se encuentre la Matriz de Insumo Producto.
5. Son modelos que reflejan la dicotomía neoclásica entre la esfera monetaria y real, por lo que no pueden responder a preguntas monetarias.
6. Son modelos que pueden considerar más de un país.

7. Los MEGA pueden llegar a ser estáticos o dinámicos.

Acorde con Cicowiez y Di Gresia (2004) las características de los MEGA son:

1. Existen diversos agentes económicos por lo que la economía se comporta de manera competitiva.
2. El comportamiento de los individuos se basa en el principio de optimización microeconómica el cual es considerado racional¹², es decir, los consumidores van a maximizar su función de utilidad sujeta a su restricción presupuestaria, mientras que los productores van a minimizar sus costos sujetos a su restricción tecnológica.
3. La mayoría de las interacciones entre los agentes son mediante el sistema de mercado.
4. Son modelos típicamente desagregados.
5. La información necesaria para la construcción de los MEGA corresponde a un “equilibrio general” observado o también conocido como el caso base y un conjunto de estimaciones independientes de elasticidades de oferta y de demanda.
6. Los datos empleados para su construcción son pocos cuando se les compara con el número de parámetros de comportamiento y tecnológicos del modelo.
7. La formulación de este tipo de modelos tiene como objetivo el análisis de políticas económicas.

Cuando Pérez (2008) habla de los MEGA indica que se debe tener en cuenta el concepto de “equilibrio”, mismo que cumple diversas funciones: en primer lugar permite ver de manera más clara el modelo que se está utilizando y en segundo lugar ayuda a ver los errores en la especificación del mismo. Para resolver un MEGA se requieren el valor de las variables exógenas, que son los datos de la economía y el

¹² La racionalidad o idea del consumidor con preferencia racional, hace referencia a si se cumplen los axiomas de orden: *i*) completitud, *ii*) reflexividad y *iii*) transitividad. No es la racionalidad a la que se refiere Thomas Sargent (1989).

de los parámetros del modelo, que se obtienen mediante la calibración; además, dado que los MEGA tienen su fundamento en la teoría del equilibrio general de Walras. Se utiliza la ley de Walras por lo que una variable exógena se debe transformar en una variable endógena, la cual normalmente es un precio o un índice de precios, que se convierte en el numerario del sistema¹³.

Para la explicación de la metodología de los MEGA se pueden encontrar autores que dan prioridad a los primeros pasos que tienen que ver con el planteamiento del problema y la recopilación de los datos tal como Cicowiez y Di Gresia (2004), mientras que otros le dan prioridad a los últimos pasos que tienen que ver con la simulación del modelo conocida en la literatura como la parte contrafactual del MEGA, tal como Pérez (2008). Por las razones antes mencionadas van a existir autores que pasen por alto algunos pasos por esto que se utilizarán diversos documentos sobre metodología de los MEGA para hacer una descripción más completa sobre la misma.

3.2 Pasos a seguir para la construcción de un MEGA

3.2.1 Breve explicación de la construcción de un MEGA

La metodología a seguir que se propone para la elaboración de un MEGA es:

- A. Problema General
- B. Problema de elección
- C. Programación del modelo
- D. Calibración
- E. Modelación del equilibrio inicial
- F. Modelación del nuevo equilibrio
- G. Comparación de equilibrio

¹³ Acorde con O’Ryan, J. de Miguel y Miller (2000) definir un precio como numerario permite homogeneizar el modelo. Por lo que normalmente el numerario es considerado como un promedio ponderador de los precios de los distintos bienes $\bar{p} = \sum_i w_i \cdot p_{x_i}$.

H. Resultados finales o fin de la modelación

Dentro de alguno de estos puntos existen elementos importantes para la elaboración de los MEGA, tal como la elección del tipo de función que se le asignaran a los diferentes agentes y problemas de optimización, los parámetros que se deben calcular para la calibración del modelo y sobre todo la posibilidad de regresar a pasos anteriores con el fin de obtener nuevos experimentos.

Imagen número 7. Pasos para la elaboración de un MEGA



Fuente: Elaboración propia con base en Pérez (2008), Cicowicz y Di Gresia (2004), O’Ryan, J. de Miguel y Miller (2000)

3.2.2 Explicación ampliada de los MEGA

3.2.2.1 Problema General

Este paso puede surgir por dos razones: *i*) por la necesidad de analizar un problema económico existente o *ii*) por querer modelar los efectos que pueden tener una política que se quiere implementar en la economía. El tipo de política puede ser de diversa índole, desde la simulación sobre la creación de un nuevo impuesto, efectos en un recorte del gasto público, efectos en el ingreso debido a liberalizaciones comerciales, impuestos ambientales etc., con el objetivo de tener a la mano una herramienta de análisis que pueda tener en consideración todos los efectos que causaría una política gubernamental en la economía de un país, esta decisión va a depender del tipo de economía con la que se esté trabajando.

Aquí se tomará en cuenta la información que se necesita para poder construir un MEGA. Entre la información con la que se debe contar para su construcción, es la Matriz de Insumo Producto (MIP) que es el insumo principal de los MEGA, además se debe poseer datos adicionales dependiendo del tipo de política que se desea simular, entre los cuales se encuentran las encuestas de ingreso-gasto de los hogares, cuentas nacionales, anuarios estadísticos, etc.

Acorde con Pérez (2008) y O’Ryan, J. de Miguel y Miller (2000) Cicowiez y Di Gresia (2004) se debe considerar:

1. **Definición de cada uno de los sectores:** Debido a que cada economía cuenta con sus propias características, por lo que no se tiene que olvidar que sólo se deben de incluir los sectores necesarios para el estudio.
2. **Matriz de Contabilidad Social (MCS):** Esta es la fuente de información para los MEGA, además de ser la base sobre la que se calibra el modelo (paso número 3), y sobre la que se hacen simulaciones o escenarios de política siguiendo un mecanismo de optimización. La construcción de la MCS está

fundamentada en el flujo circular de la economía, siendo por eso que cumple dos objetivos:

- I. Como establecimiento de un sistema contable donde la matriz sirve para la contabilidad nacional y la definición del año base.
- II. Como base para diseñar y calibrar un modelo económico, que sirve como instrumentos de análisis y formulación de políticas.

La característica de la MCS es que contiene no sólo la información de la MIP, sino también información adicional que va a servir para calcular el equilibrio original del MEGA. Por lo que una MCS va a contener todas las transacciones que tienen lugar en una economía cualquiera en un periodo determinado. Por lo que la MCS debe cumplir las siguientes condiciones:

- I. Las demandas deben igualar a las ofertas en todos los mercados.
 - II. Ningún sector productivo tiene beneficios positivos.
 - III. Todos los agentes modelados cumplen con su restricción presupuestaria.
 - IV. El sector externo de la economía se encuentra en equilibrio.
3. **El año base:** Debe ser uno que tenga toda la información disponible de las variables que se necesitan. Uno de los elementos más importantes que se debe tener es una MIP, por lo que de preferencia se debe usar la más reciente, aunque para ajustar la información de la MCS se puede emplear el método *row-and-column-sum* (RAS) que es un método de ajuste que permite balancear la matriz¹⁴.
4. **Sistematización de la información:** Hace referencia a la construcción de la MCS, que es donde se debe homogeneizar los datos que por lo regular provienen de diversas fuentes.

¹⁴ Acorde con Cicowiez y Di Gresia (2004) con este procedimiento se busca que una matriz no negativa que en un principio no cumple la restricción de que la suma del total de cada fila sea igual a la suma de cada columna se transforme en una matriz consistente mediante la alternancia de sobre las filas y columnas de la matriz, por lo que primero se tiene que satisfacer las restricciones de las filas, después de las columnas, luego otra vez de las filas y así sucesivamente, hasta que la matriz se vuelve consistente.

5. **Precios de equilibrio:** Uno de los supuestos importantes para la calibración de los parámetros es que en el año base la economía se encuentra en equilibrio con precios iguales a uno. Por lo que se deberá entender que los precios dentro del modelo serán considerados como índices, siendo por esto que en el año base todos los precios serán iguales a uno. Este supuesto ayuda a obtener cantidades a partir de una MCS, además que es muy útil, ya que evita que el investigador busque información sobre las cantidades, que en muchas ocasiones es información inexistente¹⁵

¹⁵ Es importante recordar que dado que se usó el supuesto simplificador de que los precios eran iguales a uno (es decir, son índices) nos permite interpretar que los valores de las variables exógenas para el modelo van a estar contenidas en la MCS las cuales van a estar expresadas en cantidades físicas. Además que acorde con O’Ryan, J. de Miguel y Miller (2000) la ventaja de homogeneizar los precios o usar un índice de precios fijo es que los precios relativos se determinan sin inflación.

Cuadro número 1. Matriz de Contabilidad Social

	Productos	Actividades	Trabajo	Capital	Hogares	Empresas	Gobierno	Acumulación de capital	Resto del Mundo
Productos		Consumo intermedio			Consumo privado		Consumo de Gobierno	Formación bruta de capital	Exportaciones
Actividades	Producción doméstica								
Trabajo		Remuneración a los asalariados							Remuneraciones recibidas
Capital		Excedente bruto de operaciones							Rentas recibidas
Hogares			Ingresos por trabajo	Ingreso mixto		Beneficio distribuido	Transferencias a los hogares		Transferencias recibidas
Empresas				Excedente de operación			Transferencias a las empresas		
Gobierno	Impuestos sobre los productos	Otros impuestos a la producción		Excedente paraestatal	Impuestos directos	Impuesto directo			Transferencias recibidas
Acumulación de capital				Consumo de capital fijo	Ahorro de los hogares	Ahorro de las empresas	Ahorro del gobierno		Saldo de la cuenta corriente
Resto del Mundo	Importaciones		Remuneración pagada	Rentas pagadas			Transferencias enviadas		

Fuente: Sobarzo 2004

3.2.2.2 Problemas de elección

En este paso se especifican los diversos problemas a resolver de cada uno de los agentes económicos (familias, empresas, gobierno y sector externo); es decir, se va a buscar que las familias maximicen su utilidad sujetos a su restricción presupuestaria, mientras que las empresas minimicen sus costos sujetos a su restricción tecnológica. Para esto, se debe seleccionar el tipo de función que se va a utilizar, que pueden ser funciones tipo Cobb-Douglas, tipo Leontief, las tipo Elasticidad de Sustitución Constante (CES por sus siglas en inglés), entre otras.

Es importante tener en cuenta las características de la economía que se está modelando; es decir, cuántos y cuáles sectores productivos existen, al igual que las posibilidades tecnológicas con las que cuentan cada uno de éstos, los tipos de consumidores que existen, sus preferencias y dotaciones iniciales, además de si es una economía abierta o cerrada (Pérez Mendoza, 2008, pág. 124).

3.2.2.3 Programación del modelo

En los últimos años los avances computacionales han hecho posible que los MEGA sean ampliamente utilizados para la evaluación de políticas económicas en muchos países del mundo, ya que facilitan en gran medida la aplicación de su metodología y hacen más accesible el estudio de estos modelos para los investigadores. Actualmente existen muchas alternativas para construir los MEGA: lenguajes de programación de propósito general, lenguajes de cálculo numérico o simbólico y lenguajes algebraicos de modelado.

En este paso el investigador codifica el sistema de ecuaciones no lineales del modelo con ayuda de un software, teniendo diversas rutas que pueden ayudar a resolver el problema de optimización. Este puede ser mediante la elaboración de un algoritmo que considere los signos de las funciones de exceso de demanda o que use como base el método de Newton, para lo cual puede ser escrito en lenguaje como Fortran o MATLAB (Pérez Mendoza, 2008, pág. 136).

Otros programas que usan normalmente los economistas son el GAMS (General Algebraic Modeling System) y el GAMS-MPSGE, que sirve para resolver problemas de optimización lineal y no lineal (Cicowiez & Di Gresia, 2004, pág. 10). También se usa el GEMPACK (General Equilibrium Modelling PACKage) que es la versión australiana o el ya mencionado MATLAB que implicaría programar todo el modelo. Es evidente, que al tratar de hacer al modelo más realista, la necesidad de un programa de cómputo se vuelve más importante.

3.2.2.4 Calibración

Pérez (2008) nos dice que la calibración tiene como objetivo encontrar el valor de los parámetros del modelo que sean consistentes con la economía observada. Al modelar con los datos económicos, éstos se buscan de manera determinística mediante un sistema algebraico de ecuaciones. Para tal propósito se utilizan los datos sobre precios y cantidades que caracterizan el equilibrio original, con la idea de que a los parámetros le sean asignados valores que den solución al equilibrio original.

En el proceso de calibración, es importante suponer que la economía se encuentra en equilibrio en el periodo en que se está trabajando con los datos. También puede ser necesario el uso de algunas elasticidades que son determinadas de manera exógena, *i.e* elasticidades de algunos factores de producción, de algunos bienes de consumo nacional, de algunos productos de importación, etc. Estas pueden ser obtenidas ya sea de otros trabajos de investigación o por estimaciones econométricas de corte transversal o mediante series de tiempo (Pérez Mendoza, 2008, pág. 131).

El proceso de calibración que resulte de los valores iniciales estimados de todos los precios, incluso el tipo de cambio, sujetos a la regla de normalización, con base en esto se determinan los precios de los bienes de capital compuestos para que después ayudados de las ecuaciones del mercado laboral y funciones de producción, se resuelva de manera iterativa con el fin de alcanzar los niveles de producción,

demanda de trabajo y salarios. Cuando este proceso termine, la oferta, la demanda y los precios se ajustaran. Por lo que inmediatamente se iniciará un nuevo proceso de iteración para satisfacer las ecuaciones de equilibrios internos y externos (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 18).

Un elemento importante para verificar que el modelo es consistente, es la aplicación de la Ley de Walras, de esta forma cuando no se cumpla esta ley, se sabrá que existe algún error en la especificación del mismo.

Dicho esto, un modelo va a estar calibrado cuando en la condición inicial los agentes económicos realizan las mismas transacciones que las observadas en la MCS construida. Una situación que nos describen Cicowiez y Di Gresia (2004) es que dado que la calibración es un proceso determinístico mediante el cual se obtienen los valores de los parámetros por medio de la MCS, es imposible realizar algún test estadístico que permita la validación del modelo, pero si es posible realizar un análisis de sensibilidad de los resultados con respecto al valor que toman los parámetros.

3.2.2.5 Cálculo del equilibrio original

Parecería innecesario realizar este paso debido a que los precios son iguales a uno, ya que los parámetros de las funciones de utilidad y de producción fueron calibradas bajo este supuesto. Pero lo importante de este paso es demostrar que los parámetros fueron calibrados correctamente, por lo que los precios serán iguales a uno, si y sólo si, la calibración fue correcta o de lo contrario se deberá repetir este paso.

Ante esto, se puede observar que el equilibrio va a tener las siguientes características acorde con Cicowiez y Di Gresia (2004): los precios de los factores y los bienes producidos domésticamente son determinados endógenamente; todos los mercados igualan su oferta a su demanda; los beneficios de cada sector productivo son nulos lo que significa que el costo de producción se igualan con el valor del producto; el agente representativo cumple su restricción presupuestaria lo que significa que su

gasto se iguala a su ingreso; y el sector externo de la economía se encuentra en equilibrio.

3.2.2.6 Modelación del nuevo equilibrio

Este paso se realiza una vez que en el cálculo del equilibrio original los precios fueron iguales a uno. Se procede a modificar las variables exógenas que simulan la política gubernamental que se quiere implementar, analizando sus posibles efectos.

CAPÍTULO 4. VENTAJAS Y LIMITACIONES LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADOS

En este capítulo que expondrán las ventajas y limitaciones de los MEGA, debido a que es importante conocer que tan útil puede llegar a ser un modelo al igual que sus puntos débiles. Con el propósito de que el investigador interesado en ésta metodología la utilice teniendo en mente las posibles críticas que podría recibir al realizar un MEGA. Pero también sepa cuales con las ventajas que tienen, para que pueda así defender su modelo.

4.1 Ventajas de los Modelos de Equilibrio General Aplicados

- Son modelos que contienen información de toda la economía de un país, por lo que permiten una mayor efectividad para captar los efectos directos e indirectos, sin importar si son intuitivos o no (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24). Esto permite analizar de manera más efectiva la implementación de políticas, ya que nos muestra la reasignación de los recursos entre los sectores, redistribución del ingreso entre consumidores, evaluar pérdidas y ganancias de bienestar, etcétera. (Pérez Mendoza, 2008, pág. 121)
- Otra ventaja que ofrecen los MEGA es que nos permiten trabajar con problemas no lineales, es decir, es posible construir estructuras que posean costos no lineales (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24), situación que hace a los MEGA más próximos a la realidad.
- Permite obtener los precios de la economía de manera endógena, gracias al libre juego de las fuerzas del mercado: la oferta y la demanda (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24).
- Permite meter en un solo modelo una gran cantidad de mercados para ver sus relaciones, situación que los hace superiores a los modelos de equilibrio parcial.

- Permiten evaluar de manera contrafactual diversos experimentos o dicho de otra manera, permite simular lo que hubiera pasado al implementar una política de interés mientras que el resto de la economía se mantiene sin cambios. Por lo que funcionan como experimentos controlados donde únicamente se modifican las variables de interés, situación poco común en las ciencias sociales. Esto los hace muy atractivos ya que con este tipo de modelos los economistas, tienen la capacidad de experimentar en laboratorios tal como se hace en las ciencias duras.
- Permite la incorporación de restricciones o variables estructurales, de tal manera que el modelo se hace más realista (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24).
- Tienen la flexibilidad de que en los modelos puede existir la presencia de competencia imperfecta ya sea en todos los mercados o parte de ellos (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24). Esto ha permitido que gente no familiarizada o que concuerde con los supuestos de la teoría ortodoxa, experimente con este tipo de modelos lo que demuestra una gran flexibilidad para ser aceptados dentro de la ciencia económica, sin importar la corriente de pensamiento.
- Permiten cuantificar los efectos que pueden ocasionar las políticas en términos de eficiencia económica y los impactos distributivos en la sociedad (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24). Lo que los vuelve una herramienta fundamental para los *policy maker*, ya que en muchas ocasiones es importante analizar el efecto sustitución y el efecto ingreso.
- Son modelos que pueden llegar a considerar a más de un país, dependiendo del objetivo del análisis. Este tipo de estudios se consideran mucho en los MEGA que traten de comercio internacional.

4.2 Limitaciones de los Modelos de Equilibrio General Aplicados

- Para su construcción requieren un amplio número de datos, lo que implica recurrir a un gran número de fuentes estadísticas dependiendo del caso que se desea modelar (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24). Dado que es necesario recurrir a diferentes fuentes, el investigador tiene que estandarizar la información para que sea compatible, *i.e.* pasar las cifras de miles a millones.
- Estadísticamente no son muy sólidos, debido a que los parámetros de las ecuaciones tienen que ser manipulados (es decir, calibrados) con el fin de generar la solución exacta del año base (situación original). Por lo que los parámetros estimados pueden ser criticados al depender de los datos que se usan en la calibración (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 24). Esta podría ser una crítica que los econométristas harían a los MEGA.
- No suelen incorporar aspectos monetarios ni sector financiero (O'Ryan, J. de Miguel, & Miller, 2000, pág. 25). Donde si bien, no los incorporan, los próximos desarrollos podrían ir encaminados hacia este tipo de temas.
- Otra limitación es que en la realidad no todos los mercados se encuentran en equilibrio, dichos argumentos hacen referencia principalmente al mercado laboral (Pérez Mendoza, 2008, págs. 120-121). Esta crítica tiene su origen en la misma Teoría del Equilibrio General, ya que supone que todos los mercados tienden al equilibrio.

CAPÍTULO 5. CASOS FISCALES PARA MÉXICO DE MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADOS

En este capítulo se expondrán los MEGA que han sido construidos para la economía mexicana analizando casos fiscales. Por lo que se mencionará, el año en que fueron elaborados, el año de la MIP que utilizaron, el número de sectores que consideraron, el número de bienes, la fuente de los ingresos del gobierno y los resultados que arrojaron las políticas que implementaron. Además que se mencionarán algunas peculiaridades de cada uno de los modelos que se han construidos para éste propósito.

5.1 Modelos de Kehoe y Serra

Serra (1981) hace el primer MEGA para la economía mexicana que trató el tema fiscal. Este fue desarrollado como la tesis doctoral de Jaime Serra Puche, merecedora del *Premio Nacional de Economía Banamex* en 1979. Donde hace un análisis de incidencia de los principales instrumentos tributarios de la economía mexicana. Dicho modelo fue construido antes que se realizara la reforma fiscal que introduciría el IVA.

Los resultados de Serra (1981) fueron que la simulación de sustitución del impuesto sobre los ingresos mercantiles por el IVA manteniendo constantes los ingresos tributarios, incrementa los precios de los productores y provoca una reasignación de los recursos, a favor de quienes estaban sujetos a impuestos indirectos elevados y en contra de aquellos que no estaban sujetos a un impuesto sobre las ventas. Cuando simula la política del IVA con tasa del 10%, se observa un aumento en los precios de los productores, además que los ingresos tributarios se aumentan de manera sustancial. También aumenta la demanda de los bienes que utilizan intensivamente la mano de obra, lo que provocaría una caída en la razón capital-precio del trabajo urbano. Otra importante conclusión es que habría un incremento de las

importaciones, lo que generaría un efecto negativo en la balanza comercial. Además de un deterioro generalizado por la carga del 10% del IVA.

Kehoe y Serra (1983) analizan el impacto que tiene la reforma fiscal de 1980, donde el desempleo y el déficit de gobierno juegan un papel muy importante. La tasa de desempleo dependerá sobre una disminución del salario real en el sector urbano. El déficit del gobierno está en función de la colocación de bonos que son considerados como bienes sustitutos del capital físico como instrumentos de ahorro.

Kehoe y Serra (1983) afirman que muchos de los resultados que arroja el modelo no dependen de suposiciones sobre fenómenos macroeconómicos, por ejemplo, el consumo de medicamentos sube porque los precios bajan como resultado de una caída en los impuestos sobre las compras y en el costo de los insumos. Otro análisis importante, es que debido a que existe la presencia de un salario real rígido y la alternativa del gobierno con respecto a el tamaño de su déficit, el bienestar de los hogares rurales mejora con respecto a los hogares urbanos, si el gobierno mantiene un déficit constante.

Aquí es importante afirmar que los autores indican que el modelo no logra captar algunas cuestiones tal como es la realidad, por ejemplo, hacen referencia al punto sobre el financiamiento del gobierno en el modelo y separan la esencia del modelo con lo que era la realidad de ese entonces, por lo que afirmar que en lugar de que el gobierno se financiara con el dinero obtenido mediante la emisión de bonos, en esos años, se estuvo financiado con la emisión de dinero, aclarando que el fenómeno de la inflación no es capturado por el modelo. Otra diferencia, es que el modelo arroja un mejoramiento en el tipo de cambio por la eliminación de los impuestos a las importaciones, y los autores nos explican que el diferencia de la inflación entre México y sus socios comerciales ha sido causada por un tipo de cambio deteriorado.

Por lo que Kehoe y Serra (1983) concluyen que a pesar de sus debilidades, el modelo produce resultados que son a la vez plausibles e interesantes. La reforma

fiscal de 1980 provoca una disminución significativa en los ingresos fiscales. La tasa de desempleo cae y el déficit se eleva si el gasto sigue siendo constante. Aunque los precios de los productos agrícolas y productos alimenticios bajan, el bienestar del sector rural no mejora en comparación con la del sector urbano, cuando se asume que el gobierno mantendrá su gasto constante dependiendo de sus ingresos tributarios. El bienestar de los grupos de ingresos bajos y el de los grupos con ingresos altos, mejoran más que aquellos de ingresos medios.

5.2 Modelos de Sobarzo

El Dr. Horacio Sobarzo en 2004 evalúa los posibles cambios del sistema tributario, enfocándose principalmente en la iniciativa de reforma fiscal que presentó el gobierno mexicano durante la administración de Vicente Fox, donde se hacía énfasis a las modificaciones en el IVA. El modelo considera los ingresos por parte del petróleo, lo que ayuda a verificar si existe una menor dependencia hacia los ingresos petroleros, lo que sería un buen indicador de una reforma fiscal exitosa.

Los resultados a los que llega Sobarzo (2004) es que la baja recaudación en México, radica en el bajo cumplimiento fiscal y no necesariamente tiene que ver que los alimentos y medicinas tengan tasa cero de IVA. Indica que este gravamen aumentaría la recaudación del gobierno, aunque dice que este aumento compensaría las caídas de los precios del petróleo, sugiere que esta compensación se debería realizar mediante el incremento en el grado del cumplimiento fiscal.

En términos de distribución del ingreso, debido a las modificaciones en los impuestos indirectos, sus efectos son relativamente pequeños aunque la gente de menores ingresos es la que recibe el mayor impacto.

Sobarzo (2009) maneja la misma estructura del modelo realizado en 2004. Ahora en el 2009 trata de evaluar la reforma fiscal que creó el Impuesto Empresarial de Tasa Única (IETU). Este impuesto sería aplicable para todas las empresas sin excepción, y éstas tendrían que pagar el impuesto que resulte mayor, ya sea el IETU o el ISR.

Las conclusiones a las que llegó Sobarzo (2009) fueron que los países en desarrollo no necesariamente tienen que optar por impuestos al consumo. También, que si la aplicación del IETU es operada eficientemente compensará la caída en los ingresos del petróleo, por una baja en el precio mundial del petróleo. No hay una aparente afectación del empleo por la aplicación del impuesto. También indica que en un país como México donde el ingreso está muy concentrado los impuestos al consumo no son la única solución para una reforma fiscal. Por lo que afirma que aun en México sigue pendiente una reforma fiscal integral.

Cuadro número 2. MEGAs realizados sobre casos fiscales para la economía mexicana

Autor	Año	Tipo de reforma	Año de la MCS	Número de sectores	Número de bienes	Ingresos del Gobierno	Resultados del Modelo
Serra	1981	Evaluación de la reforma fiscal que sustituyó el impuesto sobre ingresos mercantiles por el IVA	1968	10	10	Impuestos al ingreso, impuestos al consumo e impuestos a las importaciones	$\uparrow P_{Productoras}$ $\uparrow R_{Recursos\ ID}$ $\uparrow D_{Trabajo}$ $\downarrow K/P_{Trabajo}$ $\uparrow M$
Kehoe y Serra	1983	Evaluación de la reforma fiscal hecha en 1980, donde se crea el Impuesto al Valor Agregado	1977	35	35	Impuestos tributarios no petroleros y emisión de bonos	$\downarrow P_{Medicamentos} \Rightarrow \uparrow C_{Medicamentos}$ $\uparrow (G - T) \Rightarrow \downarrow E$ $\bar{G} \Rightarrow B_{Sec.Urbano} > B_{Sec.Rural}$
Sobarzo	2004	Reforma fiscal enfocada en la generalización de IVA en alimentos y medicinas	1996	28	28	Impuestos tributarios no petroleros e impuestos tributarios petroleros	$\uparrow \tau_{Medicinas\ y\ Alimentos} \Rightarrow \uparrow T$
Sobarzo	2009	Reforma fiscal enfocada a la evaluación de la aplicación del IETU	2000	28	28	Impuestos tributarios no petroleros e impuestos tributarios petroleros	$\uparrow \tau_{IETU} \Rightarrow \uparrow T \Leftarrow \downarrow P_{Petróleo}$

Fuente: elaboración propia con base en Serra (1981), Kehoe y Serra (1983) y Sobarzo (2004,2009)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Poco tiempo después de que la economía naciera como ciencia en 1776 con la obra *La riqueza de las naciones* de Adam Smith, padre de la ciencia económica. Tuvo la necesidad de adoptar a las matemáticas como lenguaje sencillo para poder plantear el comportamiento de los individuos y las relaciones que existen entre ellos. El primer economista que hizo este planteamiento formal fue Augustin Cournot, quién se volvería el padre de la economía matemática, por demostrar que el análisis matemático era fácilmente aplicable a las proposiciones económicas y a sus leyes.

Más allá de esta necesidad (o gusto, dirían unos “economistas”) de simplificar la realidad en una hoja de papel, que daría como resultado a los modelos económicos, fue por la necesidad de cuantificar los eventos que estudia la economía. Debido a que no puede existir ciencia social, que hable sobre la producción, la riqueza, el comercio, el dinero, el empleo etc. sin que tenga los elementos básicos para medirlos.

La economía al ser una ciencia social, pudo aparentar que perdería su esencia con los planteamientos matemáticos. Debido a que en el desarrollo de la economía matemática fue mucho más lento si se compara con el del pensamiento económico, situación que se podría entender, si se considera que la diferencia (en años) entre ambas es considerable y casi cincuenta años si se toma como punto de partida desde la publicación de *La riqueza de las naciones* de Smith a los *Principios Matemáticos* de Cournot. Brecha que se reduciría cuando matemáticos decidiera incursionar en el campo de la ciencia económica y demostraran que planteamientos como el del Equilibrio General de Walras eran factibles. Además harían ver que si décadas atrás se había dejado a un lado, era simplemente a que no existían las herramientas matemáticas necesarias para su demostración.

La Teoría del Equilibrio General, ha sido tan importante al grado que los economistas que se han dedicado a su estudio, han sido merecedores de Premios Nobel, máxima distinción que cualquier estudioso de la ciencia económica pueda tener a nivel mundial. Además que se ha vuelto muy atractivo, ya que muchos economistas heterodoxos que se han dedicado a su estudio, le han hecho modificaciones para simular una economía más realista. Lo que nos demuestra que existen teorías que pueden llegar a considerarse universales, debido a su flexibilidad al poder adoptar cualquier punto de vista dentro de una ciencia.

El avance en el uso de las matemáticas como lenguaje dentro de la economía, ha tomado tal importancia, que cualquier persona que aspira a ser un economista, debe de tener un cierto nivel de conocimientos en matemáticas. Que conforme profundice sus estudios en esta ciencia, dichos conocimientos tendrán que ir incrementándose. Situación que ha facilitado mucho el trabajo de los economistas, debido a que a pesar que es una ciencia social, el economista puede tener sus pequeños laboratorios en una computadora.

Entre estos laboratorios, podemos considerar desde modelos de equilibrio parcial, que normalmente son estudiados por los economistas y los MEGA, que se han vuelto muy atractivos porque incluyen todos los elementos de una economía, pero lamentablemente son poco estudiados, debido a que requieren un nivel de conocimientos, teóricos, matemáticos y de software un poco más elevados de lo normal.

La base teórica de los MEGA es el Modelo de Equilibrio General, modelo que se puede enseñar como una economía de intercambio puro, que es muy utilizado cuando se habla del comercio o intercambio de bienes. El cual nos indica que en una economía donde se haga un intercambio libremente, ésta tendrá soluciones óptimas, las cuales serán las que den el mayor bienestar social.

La construcción de un MEGA a nivel macroeconómico, además de considerar los elementos de su metodología, debe de tener muy claro los sectores que componen a dicha economía y la relación que guardan cada uno de ellos. Por lo que entre más exacta sea dicha simplificación, más preciso va a ser el resultado que arroje.

Los MEGA representan la realidad mediante ecuaciones con sentido económico que van a representar las funciones de oferta y de demanda de los agentes de la economía. Asimismo, éstos nos ayudan a analizar los eventos y choques económicos de diversa índole, entre los que se encuentran, por ejemplo, los efectos de la enfermedad holandesa, las recesiones, cambio climático etc.

Nunca debemos de olvidar que los modelos van a ser abstracciones de la realidad, donde consideraremos los elementos más importantes, para poder explicar un cierto fenómeno. No por eso, se les debe de restar importancia o argumentar que no sirven. Debemos de conocer sus limitaciones para no caer en el error de pedirle algo al modelo para lo que no fue construido. Por lo que los MEGA resultan ser muy importantes en la economía, ya que nos permiten experimentar de manera contrafactual, además de prever ciertos eventos. Por lo que los modelos dentro de la ciencia económica, sirven como nuestros laboratorios a falta de poder experimentar con la economía real.

No cabe duda que el elemento más importante de un MEGA, es la matriz de contabilidad social, ya que contiene toda la información que se va a utilizar, en donde va a estar representada toda la economía. Pero aun más importante que la MCS, es la Matriz de Insumo Producto, ya que sin ella, no se puede tener la MCS.

La metodología de los MEGA no varía entre los diversos estudiosos de este tipo de modelo. Pero es claro que algunos le van a poner más importancia a los primeros pasos, que hacen referencia a los datos que se deben de tener, a las relaciones que existen entre los agentes y a la calibración del modelo. Mientras que otros se van a enfocar más a los resultados, para poder ver que agentes se vieron perjudicados y

cuales se vieron beneficiados, por las políticas públicas implementadas por los gobiernos, por esta la razón se debe especificar de manera clara cada uno de los pasos. Por lo que existirán dos razones para que un investigador quiera construir un MEGA: 1) el analizar un problema económico ya existente y 2) porque se quiere modelar los efectos que causaría una política económica.

Los Modelos de Equilibrio General resultan ser muy superiores a los modelos de equilibrio parcial, que normalmente son más estudiados. Esta característica pasa a formar parte de los MEGA, ya que resultan tener más ventajas que los modelos econométricos, aunque resulten ser estadísticamente menos sólidos. Pero si se consideran las ventajas y desventajas de los MEGA, se puede ver que existe un número mayor de ventajas.

Los MEGA para casos fiscales han sido poco desarrollados en México, hasta la fecha existen sólo cuatro MEGA para la economía mexicana. Es claro que dependiendo de la fecha en que fueron elaborados, los autores le pusieron énfasis a diferentes cosas, con respecto a los ingresos del gobierno. Una clara diferencia entre los dos primeros y los dos últimos, es que los primeros no consideran los ingresos provenientes del petróleo como un ingreso del gobierno, mientras que los dos últimos sí. Esta situación abre un gran campo de análisis y de estudio para muchos investigadores en México, ya que el estudio de los MEGA en casos fiscales es aun un tema poco explotado, por lo que es de esperar que en los próximos años se empiece a ver un incremento en el uso de esta metodología para estudios fiscales.

BIBLIOGRAFÍA

Antelo, M. (2005). Economía y matemáticas: Un tour con guía (por algunas avenidas). *Universidad Santiago de Compostela* .

Arrow, K., & Hahn, F. (1977). *Análisis General Competitivo*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Chiang, A., & Wainwright, K. (2006). *Métodos fundamentales de economía matemática*. México, D.F.: McGraw Hill.

Cicowicz, M., & Di Gresia, L. (Abril de 2004). Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología. *Trabajo Docente N° 7* . Universidad Nacional de La Plata, Argentina: Economía Computacional.

Ekelund B., R., & Hérbert F., R. (2008). *História de la teoría económica y de su método*. México: McGraw-Hill.

Gerard, D. (1973). *Teoría del Valor: un análisis axiomático del equilibrio económico*. Barcelona: Bosch.

Harberger, S. (1962). The Incidence of the Corporation Income Tax. *Journal of Political Economy* 70 , 215-240.

Hosoe, N. (Febrero de 2004). Computble General Equilibrium Modeling with GAMS. National Graduate Institute for Policy Studies.

Johansen, L. (1960). A multi-sectorial study of Economic Growth. North-Holland, Holanda.

Kehoe, T., & Serra, J. (1983). Applien General Equilibrium Model with Endogenous Unemployment: An Analysis of the 1980 Fiscal reform in México. *Journal of Public Economics*, vol. 22 , 1-26.

Mankiw, G. (2006). *Macroeconomía*. Barcelona 6th Ed, España: Antoni Bosch.

Mas-Colell, A., Whinston, M., & Green, J. (1995). *Microeconomic Theory*. New York: Oxford University Press.

Núñez Rodríguez, G. (Noviembre de 2003). Un Análisis estructural y de equilibrio general de la economía mexicana. Barcelona, España: Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barelona.

O'Ryan, R., J. de Miguel, C., & Miller, S. (marzo de 2000). "Ensayo sobre Equilibrio General Computable: Teoría y Aplicaciones". *documentos de trabajo, Serie Económica N° 73* . Santiago de Chile, Chile: Centro de Economía Aplicada, Departamento de Ingeniería Industrial.

Perdomo Strauch, Á. A. (17 de Julio de 2008). Modelo Estándar de Equilibrio General Computable. *Documento 342* . Colombia: Archivos de Economía, Dirección de Estudios Económicos.

Pérez Mendoza, A. (2008). Introducción al uso de modelos aplicados de equilibrio general. *Economía: teoría y práctica* , 119-146.

Rivera, J. (2004). *Apuntes de matemáticas para economía*. Santiago, Chile: Departamento de Economía, Universidad de Chile.

Sargent, T. (1989). *Expectativas racionales e inflación*. Madrid: Alianza.

Serra Puche, J. (1981). *Políticas Fiscales en México*. México, D.F: El Colegio de México.

Shoven, J. B., & John, W. (1972). A General Equilibrium Calculation of the Effects o Differential Taxation of Income from Capital in the U.S. *Journal of Public Economics 1* , 281-321.

Shoven, J. B., & Whalley, J. (1984). Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey. *Journal of Economic Literature 22* , 1007-1051.

Shoven, J. B., & Whalley, J. (1992). *Applying General Equilibrium*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sobarzo, H. (2004). Reforma Fiscal en México. *Estudios Económicos, 38, vol 19, núm. 2* , 159-180.

Sobarzo, H. (2009). Reforma Fiscal en México. Un Modelo de Equilibrio General. *Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Cámara de Diputados* .

Varian, H. (2005). *Microeconomía intermedia*. España: Antoni Bosch.