



# Modelos cuantitativos para el análisis y simulación macroeconómica

---

MCs. Reinaldo Pérez Figueiras \*

---

*En este artículo se presentan las características de alguno de los modelos macro-económicos así como las limitaciones que tiene la simulación de la política económica aplicada.*

---

UNO DE LOS PROBLEMAS fundamentales de los países subdesarrollados es analizar cuáles son las políticas económicas a aplicar para lograr un desarrollo equilibrado y sostenible de las fuerzas productivas, para alcanzar una justicia social con la desaparición de la pobreza y mejor distribución de los ingresos.

Con el fin de poder realizar ese análisis de una manera objetiva es necesaria la construcción de modelos cuantitativos para poder simular las implicaciones socio-económicas de la adopción de una política económica, ya que no hay otra manera de valorar ex-antes los resultados de esta.

Estos modelos cuantitativos no son más que representaciones de la realidad económica en sus aspectos esenciales y reciben el nombre de modelos económicos matemáticos y para su construcción se requieren no solo conocimientos

---

\* Profesor del Departamento de Desarrollo Económico.

de teoría económica, matemáticas, econometría y cuentas nacionales, sino también qué métodos y modelos a aplicar de acuerdo con el análisis a realizar, la información disponible y el marco institucional del sistema económico en que se realiza.

Al simular el efecto que tendrá la aplicación de una política económica, en realidad estamos pronosticando qué efecto tendrá en el futuro las acciones que tomemos hoy. Ese pronóstico tiene cierto grado de incertidumbre, entre otras causas, debido a las características inherentes al sistema al que se aplica. Esas características son:

**PRIMERO:** Las leyes que imperan en el proceso socio-económico son leyes que se manifiestan de acuerdo con la conciencia, deseo e intenciones de los hombres. De estas leyes surgen las posibilidades y su aplicación solo es posible por la actividad de los agentes económicos.

Esto lo diferencia de las leyes en las ciencias naturales, las cuales se manifiestan espontáneamente e independientes de la voluntad del hombre. Esta característica es importante al modelar un sistema económico, ya que no se puede aplicar mecánicamente modelos de otros países sin un análisis previo del entorno donde va a ser aplicado, ya que el modo como se produce y se distribuyen los ingresos varían en el tiempo y espacio, aunque algunas de las conductas de los agentes económicos son invariantes.

**SEGUNDO:** En los sistemas económicos, las actividades productivas y las instituciones interactúan entre sí y también con sectores externos que están fuera de nuestro control. Esto ocasiona que la acción de cualquier actor se refleje directamente e indirectamente con los demás. A mayor desarrollo de las fuerzas productivas, el enlace entre los actores se hace más complejo.

**TERCERO:** Los modelos económicos matemáticos establecen relaciones de conducta entre las variables del sistema, las cuales son expresadas mediante los valores de los parámetros. Puede haber imprecisión en cuanto a estos valores, pero pueden ser contrastados mediante un análisis de sensibilidad y experimentos contractuales.

Si ese análisis se hace de forma parcial, por ejemplo, el que hace una empresa sobre un producto o sobre un macroagregado como el PIB, los modelos económicos-matemáticos que se utilizan generalmente para el análisis son del tipo estadístico-matemático.

Si por el contrario, queremos analizar todo el sistema económico o un subconjunto de este, para analizar su estructura, nivel de bienestar de la población, sectores productivos que dinamizan más al sistema, efectos del desarrollo para el medio ambiente, filtraciones del sistema, etc., utilizaremos modelos que podemos nombrar globales o amplios, algunos de los cuales describiremos en este artículo y que son: modelos de insumo-producto, matriz de contabilidad social, multiplicadores contables y computables de equilibrio general.

Estos modelos difieren en cuanto a los aspectos a analizar, pero tienen en común que los valores que en ellos aparecen, se obtienen *ex-post* por medios contables, esto es, son modelos deterministas que representan el funcionamiento de una economía en un período determinado, aunque ello no excluye que algunos parámetros puedan ser estimados por métodos estadístico-matemáticos. Por otra parte pueden ser utilizados, cambiando lo que haya que cambiar, tanto a nivel nacional como regional.

### a: Modelo de Insumo-Producto

El modelo fue creado por V. Leontief en 1936, basado en las ecuaciones de Walras sobre el equilibrio general y la influencia de la teoría marxista de la reproducción ampliada aplicado por primera vez en el balance material de la URSS, realizado por el GOSPLAN en 1926 y donde participó Leontiev.

El modelo se presenta como una tabla con cuatro cuadrantes:

I	II
III	IV

**Cuadrante I:** Es una matriz cuadrada  $n \times n$  que contiene el consumo productivo (insumos) o demanda intermedia. Por fila aparece el productor como

ofertante o vendedor y por columna como demandante o comprador. Cada insumo es expresado en valor (precio por volumen) a precio constante del productor.

**Cuadrante II:** Es una matriz rectangular de la demanda final, esto es, lo que cada productor o sector produce y no es insumido en la producción. Este cuadrante está dividido por los componentes de la demanda final: consumo de hogares, consumo de gobierno, formación bruta de capital y exportaciones.

En el modelo de insumo-producto abierto, se considera que la demanda final es exógena al modelo, lo que nos permite realizar simulaciones para analizar el efecto de la aplicación de una política económica sobre sus componentes.

**Cuadrante III:** Es una matriz rectangular que contiene los insumos primarios, esto es, insumos que no son producidos por ningún sector. Estos insumos están compuestos por los salarios y rentas. Con fines contables, en algunos países se incluyen las importaciones no competitivas y los impuestos indirectos.

**Cuadrante IV:** Matriz rectangular donde aparecen los pagos de importaciones y factores primarios que van directamente a la demanda final.

Este modelo muestra la estructura productiva de la economía de un país y los flujos que se establecen entre las actividades productivas. Desde el punto de vista del análisis de la estructura productiva, entre otros aspectos nos permite determinar si los objetivos económicos a lograr son consistentes con nuestras capacidades productivas, el costo de lograr esos objetivos, y variación de esos costos ante cambios de precios, los gastos en divisas necesarios para lograr determinada producción; los sectores claves de la economía mediante el análisis de los enlaces hacia atrás y adelante, cuellos de botella existentes en la producción, veracidad de la información estadística, etcétera.

Este modelo se basa en supuestos, entre ellos, de homogeneidad de los sectores, proporcionalidad, aditividad, precios y tecnologías constantes, capacidades ociosas, etc. y algunas de sus limitaciones están dadas por los supuestos tales como insumos y precios constantes, los ajustes de precios y cambios en la demanda final instantáneos y no hay retroalimentación hacia el consumo de los cambios de ingresos.

Este modelo es el núcleo de los demás modelos y de esta manera si incluimos las instituciones, tenemos la Matriz de Contabilidad Social y si las relaciones se presentan en forma de un sistema de ecuaciones lineales o no tenemos el modelo Computable de Equilibrio General.

## b: Modelo Matriz de Contabilidad Social

En los años setenta, los economistas comprendieron que para trazar una estrategia de desarrollo, no bastaba solo el conocimiento de los factores de inversión y de fuerza de trabajo, sino que era necesario considerar otros factores de los cuales no se tenía información estadística.

Es por eso que se crea la Matriz de Contabilidad Social que podemos definir como un sistema de información estadístico en forma matricial que muestra la producción de bienes y servicios, los ingresos que reciben las instituciones y cómo se gastan o ahorran esos ingresos, esto es, en la matriz de contabilidad social encontramos interacción estadística sobre tres relaciones fundamentales en la economía:

- a. Producción-Ingreso.
- b. Ingreso-Gasto
- c. Ahorro-Inversión

Un esquema de la Matriz de Contabilidad Social puede ser el siguiente:

Matriz de contabilidad social								
	Factor Prod 1	Insti. Ctas. Cerr. 2	Insti. Ctas. Capit. 3	Actid. Prod. 4	Bienes 5	Total Inter 6	Resto Mundo 7	Total 8
1. Factores Productiv.								
2. Instit. Ctas. Cerr.								
3. Instit. Ctas. Capit.								
4. Activid. Productiva								
5. Bienes								
6. Total Interno								
7. Resto del Mundo								
8. Total								

Las filas y las columnas de la matriz, representan cuentas del proceso económico que se desean analizar. Las filas representan ingresos en las cuentas y las columnas egresos y por tanto en cualquier celda un número representa los ingresos para la fila de una cuenta y los egresos para la cuenta por la columna.

Una de las características primordiales del modelo, es que los ingresos de una cuenta deben ser iguales a los egresos por lo que sirve también para verificar la información estadística, y por tanto es la fuente estadística para modelos donde se analizan los sistemas económicos.

### **c: Modelo de Multiplicadores Contables**

Si a la Matriz de Contabilidad Social se le consideran ciertos supuestos tales como relaciones lineales, elasticidad gasto-ingreso igual a uno, precios fijos, capacidades ociosas y precios relativos constantes, se construye un Modelo de Multiplicadores Contables.

Este modelo permite analizar la estructura económica de un país basada en los siguientes aspectos:

- a. Ingresos producidos por los factores y creación del Valor Agregado.
- b. Redistribución de los ingresos entre las instituciones.
- c. Uso de los hogares y empresas de los ingresos recibidos, qué parte ahorran y en qué gastan el resto.
- d. Satisfacción de las necesidades básicas.
- e. Escenarios para diversas simulaciones de políticas económicas, basadas en los multiplicadores contables obtenidos mediante la inversa de Leontief.

Para poder realizar simulaciones es necesario que existan variables exógenas. Generalmente las variables exógenas son las cuentas del Gobierno y las cuentas de capital de las instituciones y resto del mundo; y las endógenas serán aquellas cuentas objeto de análisis, por ejemplo, distribución de los ingresos, satisfacción de necesidades básicas, etcétera.

Sus limitaciones se deben a los supuestos como por ejemplo, no se toma en consideración la variación de precios.

## d: Modelos Computables de Equilibrio General

Desde el punto de vista matemático los modelos computables de Equilibrio General, están conformados por un sistema de ecuaciones lineales o no, mediante los cuales se simulan las iteraciones de los actores económicos en sus actividades.

Están basados estos modelos en los datos de la Matriz de Contabilidad Social y son la mejor solución para el análisis de las políticas económicas cuando la estructura socio-económica, procesos y factores macroeconómicos son fundamentales para el desarrollo económico.

En estos modelos se incluyen los siguientes aspectos:

- a. Los agentes económicos y sus conductas.
- b. Equilibrio en los mercados, que pueden pero no siempre, ajustar la demanda y la oferta mediante el precio.
- c. Restricciones macro-económicas, tales como Balanza de Pagos, presupuesto del Estado y oferta agregada de factores primarios.

En este modelo se expresa cómo subjetivamente su constructor entiende la realidad económica y en este subyace, con más o menos fuerza, una teoría económica que se manifiesta fundamentalmente en la variable exógena que cierra el modelo.

A modo de ejemplo, se muestra un modelo basado en la teoría estructuralista, compuesto por dos sectores, uno agrícola donde el mercado se realiza por el precio y uno no agrícola donde el mercado se realiza por la producción.

$$\text{Producción agrícola:} \quad X_a = 1/v K_a \quad 1)$$

$$\text{Precio producto no agrícola:} \quad P_n = (1 + r) W_n b_n X_n \quad 2)$$

$$\text{Ingresos campesinos:} \quad Z = P_a X_a \quad 3)$$

$$\text{Ingresos por salarios:} \quad W = w_n b_n X_n \quad 4)$$

$$\text{Ingresos por ganancias:} \quad R = P_n X_n - W_n b_n X_n \quad 5)$$

$$\text{Demanda consumo:} \quad D = (1 - sz)Z + W + (1 - sr)R \quad 6)$$

$$\text{Consumo alimentos:} \quad P_a X_a = D + AP_a \quad 7)$$

$$\text{Consumo no alimentos:} \quad P_n X_n = (1 - \acute{a}) D - AP_a \quad 8)$$

$$\text{Exportaciones:} \quad E = \bar{X} \quad 9)$$

$$\text{Inversiones:} \quad I = I_a + I_n \quad 10)$$

$$\text{Excesos de demanda:} \quad ED_a = C_a + E - X_a \quad 11)$$

$$ED_n = C_n + I - \bar{X}_n \quad 12)$$

$$ED_a = ED_n = 0 \quad 13)$$

Donde:

a. Bloque producción y precio.

La ecuación 1) muestra que la producción agrícola ( $X_a$ ) se determina multiplicando los fondos productivos ( $K_a$ ) por la relación capital-producto ( $v$ ), mientras que la ecuación 2) determina el proceso de los productos no agrícolas ( $P_n$ ) en términos de una tasa de ganancia ( $r$ ) sobre los costos variables aquí, dado solo por el salario ( $W_n$ ) por unidad de producto multiplicado por el coeficiente fuerza de trabajo-producción ( $b_n$ ). Los ingresos de los factores de producción donde  $Z$  es el ingreso de los campesinos,  $W$  total de ingresos asalariados y  $R$  total de beneficios nominales, se establecen en las ecuaciones 3, 4 y 5.

### b. Bloque de consumo y ahorro

La ecuación 6) define el consumo normal, donde  $sz$  y  $sv$  son respectivamente el ahorro promedio de los campesinos y rentistas, mientras que se supone que el ahorro de los asalariados es cero ( $sw = 0$ ).

Las ecuaciones definen el modo como la demanda de consumo se distribuye entre los productos agrícolas y no agrícolas. Para simplificar, se presume que todos los agentes tienen la misma propensión de consumir alimentos ( $\acute{a}$ ) y que la ley de Engel se aplica. A través de las ecuaciones 7) y 8), que son una versión

simplificada del “sistema lineal de gastos”, se obtiene el consumo de alimentos ( $C_a$ ) y de no alimentos ( $C_n$ ) donde  $\lambda$  ya está definida y  $A$  es una constante positiva. Esta constante captura el hecho de que hay una parte de los alimentos que es inelástica a los precios (Ley de Engel).

### **c. Bloque del resto del mundo**

Las exportaciones ( $E$ ) ecuación a) consiste solamente de productos agrícolas y su volumen se fija exógenamente por la demanda mundial. En esta especificación  $E$  representa las exportaciones netas. Todos los componentes de las inversiones se producen internamente en el sector no agrícola y se hacen en el sector no agrícola ( $I_n$ ) y agrícola ( $I_a$ ).

### **d. Bloque del exceso de demanda**

El balance del sistema se establece por las funciones del exceso de demanda (11), (12) y por tanto la condición de equilibrio macroeconómico en la economía se da en la ecuación (13).

Como conclusión podemos establecer lo siguiente:

- Debido a que los sistemas económicos se expresan en valores, el análisis de las variantes de desarrollo debe estar basado en modelos económicos-matemáticos, los cuales nos dan una base científica para iniciar las discusiones sobre la adopción de una política económica.
- Los modelos aquí expuestos tienen dos aspectos ventajosos, desde el punto de vista del ejercicio profesional son un instrumento para el análisis económico y desde el punto de vista académico permite visualizar los flujos que se establecen en una economía en su funcionamiento, así como la aplicación de los conocimientos aprendidos en otras asignaturas.
- No hay “un mejor modelo” para ser aplicado en todo tiempo y espacio. Tal panacea no existe. Todos los modelos aquí expuestos tienen sus limitaciones para explicar la realidad. El analista debe conocer esas limitaciones, así como el marco institucional donde van a ser aplicados.

## Bibliografía

- Alarcón J. V.: "Input-Output Analysis with especial reference in Development Countries", J S S, The Hague, 2003.
- \_\_\_\_\_: "Social Accounting Matrix Modeling Accounting and Fixed-Price Multipliers", ISS, The Hague, 1995.
- de Han, H.: "Kaleskian Computable General Equilibrium Models; an Evolutionary Perspective", en *The Political Economy of Diversity*, University of Paris – Nord, France, 1994.
- Pérez, R.: "Métodos de Planificación", Editorial Enpes, Habana, 1986.
- Robinson: "Handbook of Development Economy", Chap 18, U. California, Berkeley, 1989.
- Sandoval R. y Mederos Marta: "Principios y Aplicaciones del Balance Intersectorial", Revolución, La Habana, 1984.
- Taylor, L.: "Structural Computable General Equilibrium Models for Development Countries", Cambridge, Mítpress, 1991.