



MODELOS Y ECONOMIA

1 ● En la mayoría de los estudios que tratan de la construcción de modelos en ciencias sociales, se presenta esta actividad como de carácter matemático-estadístico, es decir, como recopilación de datos y formación de un conjunto de ecuaciones. Los modelos serían, entonces, la resultante de matematizar ciertas ideas convenientemente agrupadas.

Esta opinión es también la más generalizada en lo que a modelos económicos se refiere. Tanto es así que se les llama comúnmente modelos económico-matemáticos y se les clasifica de forma dual: según sus características económicas (macro o microeconómicos, abiertos o cerrados, de crecimiento, de inventario, etc.) y según sus características matemáticas (lineales o no lineales, probabilísticos o determinísticos, etc.).

Así, un modelo microeconómico puede ser lineal o no, de una ecuación o de varias, estocástico o no, etc. Un modelo de relaciones intersectoriales sería macroeconómico, determinístico y lineal, mientras que un modelo de tiempo de espera sería microeconómico y probabilístico.

Dentro de esta concepción, una definición tipo de modelo económico sería: modelo económica es la representación matemática de un fenómeno o teoría económica.

2 ● Los modelos matemáticos son realmente importantes dentro de la ciencia económica: por la posibilidad de precisión que brindan; por su utilidad práctica, tanto en la programación, control, etc., de unidades económicas como en la orientación de líneas de política económica; por servir como mecanismo de desarrollo teórico e inclusive por incorporar nuevos métodos de análisis y por suministrar una base para comparaciones entre diferentes teorías (y teóricos) una vez reducidos a una expresión común.¹

Por otra parte, los estudios relativos a modelos se han desarrollado en estos años lo suficiente como para constituir una disciplina especial,

¹ Hay un grupo de trabajos muy interesantes donde se desarrollan modelos de crecimiento a partir de las ideas de autores que, como Marx y Ricardo, no los desarrollaron expresamente. A estos modelos se les llama implícitos en cuanto son actantes en el pensamiento de un autor, pero no detallados como tales.

Ver: Pedro Paz y Octavio Rodríguez, *Cinco modelos de crecimiento económico*, Cuadernos de ILPES, serie 1, No. 3, Santiago de Chile, 1968.

42 en la que se distinguen varios tipos de modelos y sus características, sus relaciones con el objeto de referencia, su validez, etc., resultando muy parcial la identificación de modelo económico con modelo matemático.

Pensamos que sería necesario tratar de poner un poco más acordes las ideas sobre modelación en economía con los desarrollos de esta disciplina, haciendo las precisiones correspondientes. Aún sobre la base de reconocer la primacía de los modelos matemáticos, no debemos olvidar la importancia que pueden tener otros tipos de modelos, por ejemplo los teóricos o conceptuales.

Dedicaremos este trabajo a exponer, en relación con la economía, algunas ideas sobre los modelos, sus características y sus tipos.

3 ● Un modelo es una representación de un referente u original.²

Este original es llamado **sistema**, y puede definirse como un agrupamiento organizado de elementos interactuantes que tienden a un objetivo común, pudiendo ser seleccionado de la realidad o tomado de una teoría.

Así pues, **un modelo es una representación de un sistema.**³

Se deduce que varios elementos pueden ser componentes de sistemas diferentes y que, también, lo considerado como un sistema en determinado contexto puede ser sólo un elemento de otro sistema en otro contexto. Incluso lo que es un modelo en una situación, en otra, puede ser simple componente de un sistema. Por otra parte, un mismo sistema puede estar representado por varios modelos, o un modelo ser o servir como representación de varios sistemas.⁴

² «Genéricamente considerado, un modelo científico es una representación de alguna materia de estudio (tal como objeto, evento, proceso, sistema) y es utilizado con fines de predicción y control». Churchman, Ackoff, *Introduction to operations research*, Instituto del Libro, La Habana, 1966, p. 157.

³ Queremos observar, antes de seguir adelante, que en relación a los términos modelo y sistema hay entre los economistas bastante poca distinción. El empleo de dichos conceptos es prácticamente indistinto. Se habla, por ejemplo, de «sistema de Leontief» y «modelo de Leontief» para referirse a un mismo objeto. Si vamos alternando el nombre del economista (Walras, Samuelson, Kalecki, etc.) tendremos otros tantos ejemplos de uso indiscriminado e impreciso de «modelo» y «sistema». Veremos más adelante que puede haber un sistema y un modelo de Leontief o de cualquier otro economista, pero en ningún caso son identificables entre sí.

⁴ Para una visión más detallada del tema, ver el trabajo de Luciano García en este mismo número.

4 ● Dado un objeto dinámico real, un sistema, como manera de conceptualizar la experiencia, se forma por selección, es decir, haciendo abstracción de los elementos e interconexiones menos relevantes.

Es bueno recordar que no solamente la **intención** contribuye a «seleccionar» el sistema. También concurren a la selección, aunque no siempre son evidentes ni identificables, otros factores: el grado de desarrollo de la ciencia en cuestión (en este caso, el grado de desarrollo alcanzado por la ciencia económica), el nivel de conocimientos del investigador y su perspectiva y posición políticas (ésta cobra especial importancia en ciertos temas económicos y llega a determinar la comprensión de algunos aspectos y aun de la propia ciencia como tal) y hasta el simple olvido.

5 ● Si un sistema es una formulación incompleta de cierto aspecto de la realidad, el modelo que lo representa también lo será, y no sólo por carácter transitivo.

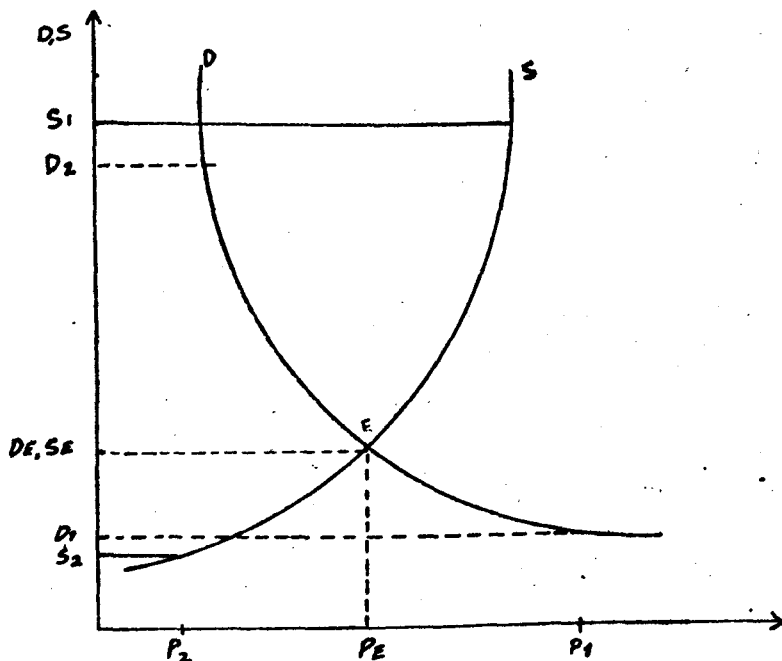
Por mucho que un modelo «se parezca» a su original, difiere de éste en que **no** contiene **todas** las propiedades de lo representado.

Estarán presentes solamente aquellos aspectos considerados imprescindibles al propósito para el cual el modelo es construido. Hay aquí una segunda selección.

Como en el caso de la selección anterior, (la del sistema) en ésta se encuentran presentes influencias ajenas al propósito, fundamentalmente por la imposibilidad (o la extrema dificultad) de representar las cosas tal y como se entienden en el sistema. Esto sucede, por ejemplo, cuando se presentan relaciones no lineales que pueden complicar desmesuradamente la modelación y entonces se intenta sustituirlas o transformarlas por otras lineales. Otro caso es cuando se manifiesta una interconexión tan grande en las relaciones económicas que para poder trabajar con factores homogéneos surge la necesidad de agregación.

6 ● No todas las formas posibles de entender o interpretar un modelo son adecuadas. Se hace, por tanto, necesario formular explícitamente las reglas de interpretación del modelo, es decir, las equivalencias establecidas entre los valores del sistema y los de su representación.

- 44 Supongamos que se trata de un modelo que representa un precio de equilibrio. Este precio se ilustraría gráficamente por el punto donde se cruzan la curva de oferta y la de demanda. Deben quedar claras



las ideas económicas que son representadas, a saber, que tanto oferta (s) como demanda (d) son función del precio (p) y que responden a los cambios de éste de forma diferente: la oferta varía en el mismo sentido que el precio y la demanda en sentido inverso.

Véase que a un precio alto (p_1) corresponden una oferta alta (s_1) y una demanda pequeña (d_1). Cuando el precio baja (p_2), las posiciones se alteran; la oferta baja (s_2) y la demanda sube (d_2). En el punto e coinciden oferta y demanda (s_e, d_e) a un mismo precio, que es llamado de equilibrio porque estabiliza o refleja las condiciones óptimas de estabilidad del mercado.

En el punto anterior nos referíamos a que no todo lo considerado en el sistema está representado en el modelo. En el ejemplo que aquí vemos, el modelo no aclara si se entiende que los vaivenes del precio son reales y se trata de ilustrar el libre juego de un mercado, o si se

trata de la situación exactamente contraria, es decir, si se utiliza el modelo como mecanismo para tratar de identificar la mejor oferta posible de un bien controlado, conocidas las reacciones de los consumidores. Sin embargo, es seguro que la situación está bien definida en el sistema.

7 ● Los distintos tipos de modelos tienen capacidades de representación diferentes, variando su adecuación y su utilidad según las situaciones y disciplinas de que se trate.

Consideraremos cuatro tipos de modelos:

Iconicos

Analógicos

Simbólicos

Teoréticos o Conceptuales

En su estado «puro», cada uno de estos modelos tiende a recoger, fundamentalmente, **ciertas** características del original: los iconicos, las proporciones; los analógicos, la estructura o trama de relaciones; los simbólicos, las funciones; los teoréticos, las explicaciones.

Ahora bien, en un solo modelo suelen estar presentes más de un rasgo de los mencionados, de modo que un modelo puede ser, dadas ciertas características, iconico y dadas otras, analógico. En economía es frecuente el caso de modelos simbólicos (matemáticos) que son análogos entre sí.

8 ● Los **modelos iconicos** imitan aquello que representan, nos muestran su figura, sus proporciones relativas. Son, por lo general, el resultado de transformar métricamente las propiedades del original: están hechos «a escala».

Están destinados a observar y experimentar en ellos las propiedades del original y pueden ser tan diferentes entre sí como un pequeño avión de prueba, una maqueta de un proyecto de urbanización y una prótesis dental.

«Al realizar modelos a escala tenemos el propósito de reproducir, incorporadas en algo relativamente manejable o accesible unos rasgos seleccionados del «original»... Pretendemos acercar lo re-

46 moto y lo desconocido a nuestro propio nivel de existencia en los tamaños medios.»⁵

Estos modelos **son como** el sistema que representan y por ello, útiles para estudiar determinado orden de cosas en un momento dado más que para apreciar situaciones dinámicas.

Los modelos icónicos podrían quizá ser útiles en estudios económicos de microlocalización: ayudarían a ver «sobre el terreno» la ubicación de las fuentes de agua, la situación de las vías de comunicación, la distancia a los pueblos de la zona, etc.

Por otro lado, lo más probable es que no fuese de provecho tratar de estudiar las consecuencias de cambios en el funcionamiento de una fábrica mediante una miniatura tridimensional: construirla, hacerla trabajar y modificarla obligaría con seguridad a emplear más recursos que los necesarios para introducir en el original cambios que nos permitan apreciar los efectos de la transformación deseada.

9 ● Los **modelos analógicos** implican un cambio de medio por cuanto utilizan un conjunto de propiedades para reproducir la estructura o trama de relaciones, las propiedades, del original.

Son ejemplos de estos modelos: mapas políticos (sustitución de países por colores),⁶ planos arquitectónicos, gráficos en general.

Ellos requieren que se especifique con sumo cuidado qué grupo de propiedades está siendo representado por otro. El gráfico utilizado en el ejemplo del punto 6 es un modelo analógico: la oferta y la demanda tienen sus valores absolutos sobre el eje de las ordenadas, el precio de equilibrio es un punto, etc.

Los modelos analógicos son de frecuente utilización y de valor indiscutido para la ciencia económica. Sirven tanto para evidenciar diferencias como para indicar posiciones, para ilustrar tendencias como para expresar distribuciones. Los gráficos de todo tipo son, sin lugar a dudas, uno de los recursos más usualmente empleados para representar fenómenos económicos.

⁵ Max Black, **Modelos y metáforas**, Ed. Tecnos, Madrid, 1966, p. 218.

⁶ Este modelo sería icónico en cuanto brinda el contorno de los países; analógico, en cuanto representa por colores las divisiones territoriales.

Para un economista, estos modelos son, seguramente, más útiles que los icónicos. En el ejemplo de la microlocalización de una planta, sería más rápido hacer un gráfico con la ubicación de las fuentes de agua asimiladas a tonos de color, las vías de comunicación a líneas (de puntos, rayadas, etc., según la vía) y los pueblos a grupos de cuadritos (tantos metros cuadrados cada uno, por ejemplo) que hacer una miniatura tridimensional. Pero ésta puede ser adecuada si interesan especialmente las elevaciones del terreno, más difíciles de captar por medio de colores o cifras, o si se trata de un equipo compuesto por diferentes especialistas donde una maqueta sería de especial interés para otros investigadores.

Al inicio del trabajo decíamos que un modelo podía representar a varios sistemas diferentes. Esto, que sucede con los modelos analógicos, es muy importante porque el hecho de que una misma estructura pueda reflejar contenidos diversos permite utilizar modelos (previamente) elaborados para representar situaciones y problemas que no fueron tenidos en cuenta en la confección inicial del modelo. Tal es el caso del empleo de modelos de investigación de operaciones (originados para resolver problemas militares) en economía, ingeniería, sociología, etc.⁷ Surge, además, la posibilidad inversa: la de representar de varias formas, equivalentes entre sí, un solo problema, con lo que se hace más completa la visión que de éste se tiene, en cuanto es posible apreciarlo bajo diferentes ángulos.

Hay algunos casos bastante conocidos de **aplicación** de modelos, como estructuras abstractas, a las relaciones económicas: programación lineal y teoría de juegos, por ejemplo. También el análisis reticular, donde un modelo de tráfico puede equivaler a una comunicación de radio, a un gráfico de flujo de información, a un sistema de transporte ferroviario o a un diagrama de ruta crítica. Esto es debido a que realidades tan diferentes tienen un sentido en común: pueden ser representadas por una red formada por estaciones y enlaces entre ellas.

Casi todos los modelos citados pueden ser de gran utilidad en economía, ya sea para la construcción de una red ferroviaria, ya para la minimización del gasto de tiempo y recursos, etc.

⁷ Aunque cada uno de estos modelos sea simbólico (matemático), al haber una correspondencia biunívoca entre las relaciones incorporadas a ellos, son analógicos unos respecto a los otros. Cada uno de ellos es modelo del otro.

48 Hay otras aplicaciones menos conocidas, como por ejemplo la representación gráfica del multiplicador por medio de un diagrama de circuito eléctrico cerrado,⁸ donde el elemento consumo, proveniente de la renta, influye sobre ésta a través de un factor de proporcionalidad (la propensión marginal al consumo) y se produce una **realimentación** del circuito. Esto ilustra de una forma distinta a la usual cómo un incremento en la inversión autónoma se refleja en la renta **multiplicado** por más de la unidad.

10 ● Un **modelo simbólico** es aquél en que utilizamos símbolos (matemáticos o lógicos) para designar las propiedades que deseamos representar del sistema.

En economía, los modelos más utilizados son los matemáticos, cuya importancia práctica y teórica reconocíamos al inicio del trabajo.

Podemos decir que un modelo matemático, definido en términos operacionales, es «un conjunto de funciones y distribuciones de probabilidades tales que, introduciendo los valores medidos de las variables y de los parámetros en el modelo construido, se cumplen todas las relaciones».⁹

El empleo de modelos matemáticos tiene las ventajas y desventajas propias de la utilización de la matemática en cualquier disciplina. Junto a la precisión en las formulaciones, la brevedad en la exposición, el rigor en la deducción y la facilidad en la realización de inferencias, están presentes los peligros que suponen las simplificaciones que hay que hacer para lograr el empleo de ciertos métodos matemáticos,¹⁰ lo que puede alterar el grado de generalidad de la teoría y, por otro lado, se corre el riesgo de confundir la exactitud de la matemática con la del sistema que se representa, suponiéndose que el resultado matemático es identificable a una conclusión teórica.

«Tiene especial importancia recordar que el tratamiento matemático no proporciona **explicaciones**,... las matemáticas puras nos ofre-

⁸ Ver: R. G. D. Allen, *Economía matemática*, capítulo IX. Instituto del Libro, La Habana, 1967.

⁹ A. Kaufmann, *Métodos y modelos de la investigación de operaciones*, Instituto del Libro, La Habana, 1967, p. 32.

¹⁰ Antes hicimos referencia al problema de linealidad de las funciones y al de la reducción de las variables en caso de agregación.

cen la **forma** de una explicación, al hacernos ver qué **tipos** de función podrían ajustarse aproximadamente a los datos conocidos; pero es preciso buscar por otro lado las explicaciones **causales**.»¹¹

11 ● Los modelos que tienen la capacidad de proporcionar explicaciones son los conceptuales, dado que nos ayudan a asimilar las características básicas de los fenómenos, haciéndolos inteligibles, y nos sirven como vía para generar y desarrollar hipótesis.

Los modelos **teóricos o conceptuales** «son una contribución en la descripción y explicación de fenómenos, en el análisis de situaciones y en la proposición de planes de acción. Ellos nos ayudan, fundamentalmente, a puntualizar el objetivo, proveyéndonos de rúbricas adecuadas bajo las cuales pueden ser agrupados una amplia gama de actividades y de fenómenos aparentemente diversos». ¹²

Precisemos las características más destacadas de los modelos conceptuales:

1. Fijan el objeto de estudio.
2. Categorizan el sistema.
3. Proporcionan explicaciones.
4. Generan y desarrollan hipótesis.

Cualquiera que estos modelos no son construidos sino descritos, no siempre es fácil «verlos», aunque se hagan sentir como soporte de desarrollos teóricos, mostrando dónde están, cómo son y bajo qué supuestos deben ser estudiados los problemas, y aportando soluciones ideales que permiten aprehender y transformar el sistema.

Un ejemplo de este tipo de modelo es el de la **competencia perfecta**, muy conocido en economía. Describe una situación ideal, investiga cómo se comportan los diferentes componentes y propone soluciones para los problemas detectados. Es posible que surjan en este proceso nuevas categorías y métodos de análisis para la ciencia.

Aunque un grupo seleccionado de aspectos de un modelo conceptual pueda ser representado analógicamente o simbólicamente, éste no es

¹¹ M. Black, *op. cit.*, p. 222.

¹² B. B. Eddins, *On Evaluating Conceptual Models*, The Journal of Conflict Resolution, vol. XI. No. 4, diciembre de 1967.

50 reductible a una expresión de ese tipo. Todos los supuestos, las implicaciones, las deducciones que rodean al concepto **plusvalía**, el lugar que como modelo teórico ocupa, no es identificable con sólo decir que es «trabajo no retribuido» y representarlo por una ecuación. Este modelo es descrito a partir de un grupo de suposiciones, existencia de sólo dos clases, homogeneidad de las mismas en cuanto a propiedad e ingresos, coincidencia de precio y valor, etc.; cumple la función de destacar el mecanismo de creación del valor, oculto a simple vista y, por tanto, productor de fetichismos; es la base para desarrollos posteriores: cuota de plusvalía, cuota de ganancia y su tendencia, etc., hasta llegar a la ley general del desarrollo capitalista; es, en resumen, uno de los pilares sobre los que se asienta la visión del investigador sobre su sistema de estudio.

La coherencia, el rigor en las deducciones, la sistematicidad en el tratamiento, etc. son los índices que respaldan un modelo conceptual. Los problemas de su validez, los veremos ahora.

12 ● Para todos los modelos son necesarias una comprobación y una corrección suplementarias. Este aspecto, el de la **validación**, cobra especial importancia en los modelos matemáticos y en los conceptuales, por cuanto brindan soluciones y explicaciones que no son asequibles por otros modelos.

Se trata tanto de la validez del modelo como de la solución que con él se obtiene.

La validación de un modelo toma diferentes formas en la medida en que los supuestos y las condiciones bajo las cuales es realizado determinan parcialmente su contenido. Pero siempre es necesario demostrar que el modelo es una representación verdadera del objeto de estudio en cuestión, es decir, que el modelo **se comporta** de la misma manera que el sistema.

Esto supone que el modelo, frente a cierta información de entrada (input) genera cierta respuesta (output) que pueda ser empíricamente comprobable en el sistema o, en caso de que no fuera posible por tratarse de ciertos fenómenos sociales (económicos) no susceptibles de experimentación, que las respuestas fuesen las prescritas teóricamente.

En cuanto a la validación de la solución, es necesario demostrar que la obtenida por el modelo satisface el criterio establecido y que está en capacidad de resolver los problemas a que se refiere.

Se trata, en fin, de conocer cuáles son las circunstancias en que un modelo pierde su capacidad para representar de forma adecuada a su referente y pierde, entonces, su utilidad. **51**

Pudiéramos decir que también es aplicable a los modelos lo que dice G. Dantzig de la teoría: «**La prueba final de una teoría es su capacidad para resolver los problemas que la originaron.**»¹³

¹³ G. B. Dantzig, *Linear Programming & Extensions*.