

EN TORNO AL USO DE LOS MODELOS EN LAS CIENCIAS Y. EN PARTICULAR, EN LA CIENCIA ECONOMICA *

CORRADO GINI **

SUMARIO: 1. Concepto. — 2. Objeto. — 3. Verificación interna. — 4. Verificación externa. — 5. Teoría de la elección de las hipótesis. — 6. Elección de los modelos mutuamente exclusivos. — 7. Modelos alternativos. — 8. Uso de los modelos mutuamente integrativos.

De los modelos: concepto, objeto, verificación

Uno de los temas de moda hoy, en el campo científico, es el de los modelos.

Construir un modelo significa dar una representación simplificada del modo cómo ciertos fenómenos están constituídos o del modo cómo se desenvuelven. Hoy, sobre todo en Economía, se pone el acento sobre el aspecto dinámico y, cuando de modelos se habla, se entiende referirse a modelos del desenvolvimiento de los fenómenos; pero, naturalmente, un modelo puede

* La traducción de este artículo ha sido realizada con la colaboración del Dr. GIOVANNICOLA IARICCI y supervisada por el autor. El artículo reproduce el texto de una conferencia pronunciada en la Facultad de Ciencias Económicas de La Plata el 15 de julio de 1955. (La Dirección.)

** El autor es fundador, profesor y por muchos años decano de la primera Facultad de Ciencias Estadísticas, Demográficas y Actuariales de la Universidad de Roma, Director de la Revista Internacional de Estadística *Metron* y de la Revista Demográfica *Genus*. Presidente del Instituto Internacional de Sociología, tiene escritas, hasta la fecha, aproximadamente seiscientos cincuenta publicaciones especializadas y ha dictado cursos y conferencias en más de treinta universidades e institutos científicos de Europa, Asia y América. Entre sus más conocidas obras —por razones de espacio hacemos una selección bastante rigurosa entre ellas— mencionamos solamente: *Curso di Statistica* (trad. al castellano, ed. Labor, Barcelona, 1953, 2ª ed.); *Il sesso dal punto di vista statistico* (1908); *I fattori demografici dell' evoluzione delle nazioni* (1911); *L'ammontare e la composizione della ricchezza delle nazioni* (1914); *Problemi sociologici della guerra* (1921); *Patologia economica* (1ª ed. 1923, 5ª ed. 1952); *Nascita evoluzione e morte delle nazioni* (1930, editada en inglés en ese mismo año); *Le basi scientifiche della politica della popolazione* (1931); *La rilevazioni statistiche tra le popolazioni primitive* (1ª ed. 1940, 4ª ed. 1949); *Problemi del dopo guerra* (1944); *Teoria della popolazione* (1945, trad. al castellano junto con *Nascita evoluzione e morte delle nazioni*, ed. M. Aguilar, bajo el título *Teorías de la población*, Madrid, 1952), *Démographie et Sociologie* (trad. del curso por la Universidad de Estambul); *Metodologia Statistica* (1ª parte: *Misura dei fenomeni collettivi*, 1948; 2ª parte: *Integrazione e comparazione dei dati*, 1953). (La Dirección.)

igualmente construirse —y muchos se construyeron— para representar la estructura de los fenómenos, deteniéndose en el aspecto estático de la realidad.

Este asunto de los modelos no es del todo nuevo; ni aun la palabra es nueva, pero en un tiempo se usaba con preferencia la denominación de “esquema”, que quizá es más adecuada, sea porque con la palabra esquema se pone en claro la característica de estas construcciones, cual es la de ofrecer una imagen simplificada del desenvolvimiento o de la estructura efectiva de los fenómenos, eliminándose las características que a los fines de la investigación parecen secundarias y poniendo en cambio de relieve las esenciales, sea porque la palabra “modelo” sugiere, al menos en italiano, un intento —más bien que descriptivo— normativo, que sólo excepcionalmente con el modelo nos proponemos.

Objeto de los esquemas o modelos es en verdad realizar un ahorro de pensamientos, como es desde luego esencialmente el objeto de toda ciencia. Los esquemas o modelos que tratamos aquí lo son con particular referencia a los fenómenos económicos; pero ellos no son, de ninguna manera, una prerrogativa de la Economía, pues en el pasado los modelos se han desarrollado con preferencia en otros campos del saber.

Efectivamente, todas las ciencias recurren a ellos. En el campo de la Física el ejemplo más conocido está dado por el modelo del átomo, que ha sido la base de todas aquellas investigaciones y descubrimientos e invenciones que hoy han desembocado en la bomba atómica.

Otro modelo muy conocido es aquel de la molécula de un gas, del cual, por medio del Cálculo de Probabilidad, se han deducido las leyes sobre la distribución y sobre la presión de los gases.

Modelo conocidísimo es aquel del sistema solar, en el que al antiguo modelo ptolomeico ha sucedido el modelo copernicano. Similarmente las leyes de la gravitación universal de Newton se basan en un modelo, que últimamente ha dejado lugar a un modelo más amplio, expresado por la teoría de la relatividad de Einstein.

En el campo del Cálculo de la Probabilidad y de la Metodología estadística se tiene un modelo fundamental, aquel de la urna, conteniendo bolillas de diverso color, modelo que asume varios aspectos. A menudo, en efecto, los modelos presentan, se puede decir, una jerarquía. Hay modelos generales, como éste de la urna, y luego modelos particulares, según la modalidad que ellos asumen. Así el modelo de la urna se divide en modelos múltiples, por ejemplo: el de BERNOULLI, en el cual las varias bolillas de la urna tienen la misma probabilidad de ser extraídas, procediéndose a reponer la bolilla extraída antes de efectuar la siguiente extracción, manteniéndose así siempre constante, en las varias pruebas, la composición de la urna; el de LEXIS, en el cual la composición de la urna cambia de grupo a grupo de extracciones; el de POLYA, en el cual las varias extracciones no son independientes entre sí,

pero el hecho de haber extraído una bolilla de un cierto color acrece la probabilidad de extraer bolillas del mismo color; el de POISSON, en el cual cada grupo de observaciones, en vez de resultar de un cierto número de extracciones sucesivas de la misma urna, resulta de extracciones simultáneas de un cierto número de urnas de composición diversa una de otra.

En Economía, si la denominación de modelo se ha puesto de moda sólo recientemente, su concepción es en realidad tan antigua como la misma disciplina, porque el *homo oeconomicus* no es otra cosa que un modelo genérico, estático y dinámico, de la estructura y de la dinámica económica de la sociedad humana. De ese modelo genérico han surgido luego múltiples modelos particulares.

Otros esquemas en el campo de la Economía son derivados del antedicho modelo general de la urna; y así algunos estudiosos italianos, siguiendo al profesor CANTELLI, han procurado dar una explicación probabilística de la distribución de los réditos. Como BOLTZMANN y GIBBS han estudiado, sobre la base de un esquema probabilístico, la distribución de las moléculas de un gas y han deducido las leyes de la presión de los gases, así se ha procurado por dichos autores explicar la distribución de los réditos, admitiendo que éstos tienden a una distribución casual, que resultaría modificada por ciertos vínculos. Es éste un modelo estático.

Hoy, empero, en Economía, hablando de modelos, se entiende generalmente los modelos que expresan las interrelaciones entre fenómenos que se desarrollan en el tiempo, modelos, por lo tanto, dinámicos. Tal es el concepto de modelo que encontráis en los modernos tratados de TINBERGEN, FRISCH, KALEKI, STONE y otros. Es ésta una consecuencia del hecho de que la atención de los estudiosos se concentra sobre todo en las últimas investigaciones, dejando en la sombra las investigaciones pasadas. Efectivamente, no hay ninguna razón para llamar modelos sólo a los de Economía Dinámica y no también a aquellos de la Economía Estática, como precisamente el modelo de la distribución de las rentas, extraído de las leyes de probabilidad, al que he aludido.

En sentido más vasto, se puede también llamar modelos a las concepciones de la vida y del mundo que cada uno de nosotros tiene, sea en sentido determinista, positivista, sea en sentido idealista, sobrenatural; cada una de tales concepciones corresponde efectivamente a un modelo que nuestra mente se hace de las cosas que nos circundan y de la vida que vivimos. Como se puede decir que nuestra experiencia se basa predominantemente sobre muestras, así se puede decir que todas las teorías y las leyes, que tales experiencias condensan, se basan en modelos.

Empero, cuando hoy se habla de modelos, se entiende generalmente referirse a categorías particulares de modelos que pueden traducirse en equivalentes mecánicos. Y efectivamente, de estos modelos se busca dar represen-

taciones gráficas más o menos felices. Generalmente, pues, hablando de modelos, se entiende hacer también abstracción de los modelos que son obtenidos por vía inductiva, por ejemplo la ley de la gravitación universal de Newton. Esta no ha sido concebida abstractamente bajo forma de hipótesis; Newton, más bien, se oponía al uso de la hipótesis y proclamaba (aun cuando no del todo fundadamente) *hypotheses non fingo*. El entendía, de tal manera, oponerse al uso (o abuso) del método deductivo; efectivamente, sus leyes de la gravitación universal habían sido obtenidas a partir de las observaciones de Kepler. En cambio, hoy por modelos se entienden construcciones teóricas obtenidas deductivamente. Naturalmente, éstos parten de los datos generales de la experiencia, pero no encuentran en ésta la correspondencia de sus detalles. O bien han tenido también en cuenta, desde el principio, los detalles de la experiencia, pero las deducciones, basadas sobre los datos de la experiencia, no son rigurosas, de manera que dejan paso a otras hipótesis; o aun cuando las deducciones aparezcan como rigurosas, si su cadena es larga queda la duda de que cualquier discontinuidad —inadvertida— pueda haber intervenido en ellas. Por una o por otra, o por más de una, de estas razones, la construcción tiene necesidad, para ser considerada fundada, de ser controlada, sobre la base de los hechos, o sea, puesta en confrontación con la realidad.

Todos los modelos tienen necesidad de ser puestos en confrontación con la realidad, aun aquellos para los cuales el cotejo parece menos necesario. Un modelo para el cual el cotejo con la realidad puede parecer no necesario es aquel de la urna y, en general, el de los juegos de azar. En tal caso es la realidad la que ha sido construída sobre la base de los modelos: son los juegos los que están organizados sobre la base del cálculo de la probabilidad; por lo tanto, muchos consideran que el cotejo con la realidad resulta inútil porque la correspondencia se puede, a priori, considerar existente. Pero de hecho, no es inútil porque, por más que los recursos prácticos de las aplicaciones humanas hayan progresado, todavía no se puede excluir que muchas veces estas construcciones no respondan a los presupuestos teóricos. Así es sabido que cada una de las *roulettes* de Montecarlo tenía una tendencia a dar ciertos resultados, de la cual han sabido aprovechar especuladores sagaces, jugando, no en base a las previsiones teóricas deducidas del cálculo de probabilidad, sino en base a los resultados estadísticos de las precedentes experiencias. Esos realizaron ganancias importantes hasta que la Dirección del Casino se dió cuenta de ello y cambió diariamente los platos de las *roulettes*, de modo que los resultados variaran y no fueran previsibles. En consecuencia, aun cuando parezca que los esquemas teóricos deben corresponder exactamente a la realidad, es siempre prudente realizar una confrontación.

Y es también conveniente ejecutar una confrontación de aquellas que parecen abstracciones obvias, dictadas por la introspección, como es la abstracción del *homo oeconomicus*. Por mucho tiempo ha parecido obvio que los hombres, que se reputan seres racionales, se conformaran en su conducta a

este modelo, pero hoy nos hemos dado cuenta de la enorme importancia de la divergencia entre la conducta racional y la conducta efectiva del hombre, también en el campo económico.

Y también aquellos modelos, como la ley de la gravitación universal o los postulados de la geometría euclidiana, que han sido extraídos inductivamente, tienen necesidad de verificación en cuanto se quiera atribuir a ellos una exactitud superior a aquella compatible con las observaciones de las cuales fueron extraídos. Es sabido a este propósito cómo GAUSS, uno de los grandes teóricos de la matemática, ha vuelto su atención a las más precisas medidas de un triángulo geodésico a fin de verificar si la suma de los ángulos de un triángulo es verdaderamente igual a dos rectos, como admite la teoría euclidiana.

Empero, si es verdad que también aquellos esquemas que parecen más claramente corresponder a la realidad, tienen frecuentemente necesidad de verificación, ésta es siempre indispensable para los modelos, los cuales, como hoy generalmente bajo tal denominación se entienden, presentan concepciones teóricas que no encuentran, sino en sus bases fundamentales, una verificación en los hechos y que pueden pues corresponder o no corresponder, en detalles esenciales, a lo que es la realidad.

Ahora, ¿en qué consiste la verificación de los modelos? ¿Cuándo es que un modelo se puede considerar que responde a la realidad y, en consecuencia, se está autorizado a usarlo para investigaciones sucesivas?

Esta pregunta aparece tanto más justificada en cuanto vemos que estos modelos cambian con el tiempo. Nosotros tenemos la idea de que las ciencias físicas son las más exactas. No obstante, vemos que el modelo del átomo, con ser fundamental, ha variado muchas veces. Pero entonces —aquí se pregunta— ¿qué confianza podemos tener en modelos semejantes, si ellos están sujetos a cambio? ¿No implican acaso, estos cambios, que los modelos precedentemente usados y luego abandonados no respondían a la realidad? Esto es evidentemente un problema esencial para juzgar del fundamento del método de investigación en cuestión. Y es también un argumento que no se ha profundizado mucho y merecería ser estudiado cuidadosamente.

Es necesario partir de la idea fundamental de que estos modelos constituyen, en sustancia, un sistema de hipótesis: no se trata de una hipótesis singular (en este caso el modelo sería muy simple); es un complejo de hipótesis, frecuentemente interdependientes, más o menos numerosas. Este complejo de hipótesis se puede verificar de dos modos: se puede dar de él una verificación interna o una verificación externa.

¿A qué fin sirven estos modelos y luego estas verificaciones?

Sirven a una doble finalidad.

Por una parte, tienen una finalidad cognoscitiva: mostrar las leyes de la estructura y del desenvolvimiento de los fenómenos.

Por una parte, tienen una finalidad cognoscitiva: mostrar las leyes de futuro, en base a relaciones de causalidad o, por lo menos, a relaciones funcionales.

Para que los modelos respondan a ambos objetivos sería necesario que todas las hipótesis que ellos implican fueran verificadas.

Para que respondan al segundo fin, al de la previsión, es suficiente que las deducciones que se extraen respondan a la realidad.

En el primer caso, podemos hablar de **verificación interna**; en el segundo caso de **verificación externa**. Se comprende que la primera verificación, la verificación interna, es exhaustiva, en cuanto nos permite también conocer la estructura y el funcionamiento de los fenómenos en correspondencia a todas las hipótesis que el modelo implica, mientras la segunda verificación es más sumaria. Son precisamente los modelos para los cuales ha sido realizada sólo la verificación externa, que son susceptibles de modificaciones, de integraciones y también de sustituciones.

Tomemos en examen dos modelos muy simples, que han sido considerados como fundamentales en la investigación estadística y que después se han debido abandonar y sustituir.

Uno es el célebre modelo con el cual QUETELET explicaba la distribución de los caracteres antropométricos según la curva normal. QUETELET partía de la analogía con el que se verifica con las medidas afectadas por errores accidentales. Aquí hay una dimensión fundamental, que se entiende medir, y la intervención de causas múltiples de error, que se suman dando lugar a errores de observación, los cuales, combinándose con la dimensión existente, conducen a aquella curva de distribución de las medidas que es conocida bajo la denominación de curva de Gauss, o curva normal, o curva de los errores accidentales. Pues —decía— si una dimensión existe y está sujeta, en su medida, a perturbaciones accidentales, tendremos la curva normal. Habiendo observado que varios caracteres meteorológicos, físicos y antropométricos siguen dicha curva, adoptaba para ellos el mismo modelo, admitiendo que hubiera una causa fundamental, que de por sí diera lugar a la dimensión media, y otras causas secundarias, que determinaban las desviaciones de esta dimensión. Respecto de los caracteres antropométricos, él pensaba que la dimensión media era determinada por los factores raciales hereditarios, y las desviaciones individuales de la media por los factores ambientales no hereditarios, representados por la nutrición, la ocupación, el clima, etcétera. Este modelo responde a la previsión en el sentido de que los caracteres antropométricos se distribuyen más o menos aproximadamente según la curva de Gauss, como era de esperarse en base del modelo. Pero las hipótesis que el modelo implica cuando son individualmente verificadas, no responden a la realidad. No es verdad que en las poblaciones humanas los individuos presentan todos el mismo patrimonio hereditario; esto varía de individuo a individuo y no es, por lo tanto, verdad que las desviaciones de la dimensión media sean debidas

sólo a los caracteres ambientales, como QUETELET consideraba. Por otra parte, no es verdad que todos los caracteres ambientales varían necesariamente de individuo a individuo en una población. Puede haber factores ambientales comunes de los cuales, además de otros factores hereditarios comunes, depende la dimensión media.

Sobre la base del modelo de QUETELET también autores de fama han extraído conclusiones erróneas. BOREL, por ejemplo, del hecho de que en Francia (a igual, por lo demás, que en todos los otros países) la distribución de la estatura sigue la ley normal, creía poder deducir que la población francesa forma un grupo biológico suficientemente homogéneo, mientras la forma de la curva nada nos dice sobre el grado de homogeneidad o de heterogeneidad de la población, que es medido por la mayor o menor variabilidad, y tanto menos sobre su grado de homogeneidad o heterogeneidad biológica, que es medida por la mayor o menor variabilidad del patrimonio hereditario. Es éste un ejemplo en el cual la verificación externa de un modelo no basta para arribar al conocimiento de la estructura del fenómeno.

Otro ejemplo está constituido por la explicación que LEXIS daba de las oscilaciones de la proporción entre los dos sexos, en grupos de nacimientos humanos. LEXIS, estudiando estas oscilaciones, había encontrado que ellas se conforman a las de la proporción entre los varios colores de bolillas extraídas de una urna en grupos de extracciones sucesivas. Y por lo tanto, adoptaba el modelo de las extracciones sucesivas de una urna de composición constante, extracciones que se hacían reponiendo en la urna, después de cada extracción, la bolilla extraída. Según este modelo, hay entonces una probabilidad constante de extraer bolillas de uno u otro color, y los resultados de una extracción son independientes del de las extracciones precedentes, mientras causas accidentales de error, derivadas del número restringido de observaciones, hacen así que la proporción se desvíe de dicha probabilidad. Aplicado a la determinación del sexo, este modelo conducía a creer que se tenía una probabilidad constante de producir varones y mujeres en cada mujer, o, a lo sumo —como pensaba LEXIS—, que de una mujer a otra tal probabilidad puede variar por oscilaciones puramente accidentales.

Ahora, también es este caso, el modelo responde a las previsiones en cuanto en realidad las oscilaciones de la proporción de los sexos presentan la intensidad que él hace prever. La verificación externa es, pues, satisfactoria; pero la verificación interna, en cambio, en la cual se pasa a examinar cada hipótesis, no conforma. Porque no es verdad que cada mujer tenga la misma probabilidad de producir varones y mujeres o que ésta varíe de una a otra por oscilaciones puramente accidentales. Es de observación común que en las varias familias la proporción de los sexos es muy diversa. Esto no dice nada de por sí, porque puede ser que estas diferencias dependan únicamente del azar.

Pero, examinando detenidamente los datos mediante el cálculo de probabilidad, se encuentra que en realidad estas diferencias son más fuertes que

las que pueden ser debidas a los efectos del azar. Dichas diferencias dependen, sí, en gran parte (por el 80-90 %) del azar, pero para la parte restante depende, en cambio, de causas sistemáticas. Es fundada, en cambio, la otra hipótesis, sobre la cual se basa el esquema de LEXIS, de que en nacimientos sucesivos, el sexo de los nacidos resulta independiente. La hipótesis de la constancia, o de las variaciones accidentales de la probabilidad de producir los dos sexos en cada familia, se debe sustituir, en consecuencia, por el esquema de una probabilidad que varía sistemáticamente de un grupo a otro de familias. Pero como los elementos de cada grupo no son numéricamente constantes, sino que varían, a su vez, accidentalmente, así desde el punto de vista de la previsión, los resultados pueden ser idénticos. El esquema de LEXIS sirve, por lo tanto, para prever la intensidad de las oscilaciones de la proporción de los sexos en los nacimientos, pero no provee una representación exacta del mecanismo que la determina.

El acierto del diferente esquema precitado, que satisface también a la verificación interna, ha tenido una cierta importancia para las teorías de la determinación del sexo. En el pasado, en efecto, se consideraba que acontecimientos extraordinarios, como carestías y crisis económicas, podían influir sobre la proporción de los sexos en los nacimientos a través del tiempo. Ahora, como la verificación interna del esquema en cuestión ha demostrado, en cambio, que las oscilaciones en el tiempo de dicha proporción son puramente accidentales, evidentemente es necesario descartar todas aquellas teorías que en cambio admiten, en la determinación del sexo, factores que, como aquellos que he recordado, no permanecen constantes a través del tiempo.

Cuanto he dicho da una idea de lo que rinden o pueden rendir las verificaciones internas de los esquemas. Pero estas verificaciones internas se pueden poner en práctica sólo con modelos simples, como son los dos de que he hablado, que se basan sobre dos o tres hipótesis. En general, los modelos, sobre todo los modelos económicos, y particularmente los modelos de dinámica económica, son mucho más complejos. Para éstos es necesario renunciar a esta verificación interna y conformarse con la verificación externa; esto es, conformarse con ver si las previsiones que ellas autorizan responden a los hechos. Pero tal aceptación puede ser sólo provisoria: podrá suceder que hechos nuevos demuestren que estos modelos no son más aptos, o bien que en investigaciones sucesivas se desee una aproximación superior a aquella que se exigía en la primera, pero podrá también suceder —y ésta es la circunstancia más embarazosa— que los mismos hechos en el transcurso del tiempo no se demuestren más de acuerdo con aquellos que los modelos hacían también prever. Digo que es la circunstancia más embarazosa, porque hasta que se produzcan hechos nuevos, o hasta que sobrevengan nuevas exigencias, se comprende que el modelo no puede servir más, del mismo modo que un instrumento fabricado para un cierto fin no puede servir para fines diversos o bien que no puede servir para medidas más precisas; pero si la previsión puede

fallar también para hechos que, al menos aparentemente, no difieren de aquellos pasados, sobre los cuales el modelo había sido verificado, entonces todo el método cae en duda. Lo que se puede decir es que los hechos sucesivos, aun cuando aparentemente sean los mismos, evidentemente deben tener en su íntima estructura algo diverso. Entonces, en sustancia, la aludida posibilidad no quita todo valor al método de los modelos, pero lo limita a aquel campo dentro del cual se puede estar seguro de que los hechos futuros sean análogos a los hechos pasados.

En concreto, la verificación externa nos permite decir que el modelo representa una explicación suficiente de los fenómenos, pero no representa una explicación necesaria. Así, el modelo de QUETELET representaba una explicación suficiente de la distribución normal de los caracteres antropométricos, y análogamente el modelo de LEXIS representaba una explicación suficiente de las variaciones accidentales de la proporción de los sexos en los nacimientos a través del tiempo y del espacio, pero ni el uno ni el otro representaba la explicación necesaria, tanto que a ambos se los debió después sustituir. Todas las comprobaciones que se hacen de los modelos mediante las verificaciones externas, dejan la posibilidad de que en el futuro se propongan otras explicaciones más adecuadas. Las modificaciones de los modelos que se hacen en el transcurso del tiempo, representan precisamente la introducción de esquemas más adecuados, en lugar de esquemas que se han mostrado inadecuados.

A veces basta precisar el modelo que se había introducido primero, introduciendo un modelo más exacto. Así, las leyes de la gravitación universal de Newton representaban un modelo que no ha sido abandonado, pero ha sido englobado en un modelo más amplio, representado por la teoría de la relatividad de Einstein, en el cual el modelo de Newton entra como un caso particular.

Muchas otras veces, en cambio, el modelo primitivo debe ser descartado y sustituido con otro, con el incompatible, como ha sido el caso del modelo ptolomeico del sistema solar, sustituido por el modelo copernicano.

Otras veces, en fin, el mismo modelo es conservado, pero son puestas en claro hipótesis, en éste contenidas, que no se habían advertido y que no corresponden a la realidad, así que el modelo debe ser completado. Esto ha sucedido para un modelo con el cual se había explicado la distribución de las rentas. Es éste un modelo diverso de aquel probabilístico del cual he hablado antes. Es sabido que la forma de la distribución de las rentas, que es pronunciadamente asimétrica, resulta similar en los varios países y en los distintos tiempos, como ha sido comprobado, entre los primeros, por PARETO, el cual nos ha dado también una fórmula matemática y hasta nos ha ofrecido una explicación que, si fundada, habría tenido gran alcance social. La explicación era que la distribución de las rentas depende de la distribución característica de las aptitudes humanas, la cual puede, precisamente, considerarse similar,

en su forma, para todas las estirpes y en todos los tiempos. Este modelo, empero, pronto se ha mostrado insuficiente, porque efectivamente la forma de distribución de las aptitudes humanas es muy diversa de aquella de la distribución de las rentas. BENINI ha completado el modelo introduciendo otra circunstancia que PARETO había deja de lado; esto es, aquella de la influencia del régimen sucesorio, que tiende a concentrar la riqueza, y, por ello, las rentas, dando a la distribución de éstas una forma diversa de aquella de las aptitudes humanas. También este modelo, ante un más atento examen, resultó inadecuado, mas se ha podido completar en modo satisfactorio haciendo intervenir la circunstancia de la diversa reproductividad para las clases sociales —más fuerte para las clases bajas, menos fuerte para las clases altas—, que también contribuye a modificar la forma de la distribución de las rentas.

Así, el progreso, en el conocimiento de los hechos o en la exigencia del investigador, conduce a modificar los modelos, sea integrándolos o generalizándolos, sea, decididamente, sustituyéndolos. En otras palabras, los modelos representan, desde el punto de vista pragmático, hipótesis complejas de trabajo que sirven para facilitar la investigación, sin perjuicio de ser rectificadas cuando en la investigación intervengan nuevas exigencias o cuando sean puestos en claro hechos que no son conciliables con los modelos adoptados.

Es necesario, luego, prestar atención a que la verificación de los modelos sea completa, lo que no siempre sucede.

No se ha logrado, por ejemplo, en la verificación de una conocida fórmula propuesta para representar el desarrollo de la población. Esta fórmula, introducida por el matemático belga VERHULST, vulgarizada y desarrollada luego por algunos estadísticos americanos, conduce a considerar que la población se desarrolla según una cierta curva llamada logística. Las verificaciones que se han hecho de esta curva son, empero, imperfectas, en cuanto no tienen en cuenta todos los elementos que la curva implica; no tienen en cuenta, en particular, el punto de origen de la curva, de donde se inicia el desarrollo de la población, ni del máximo asintótico hacia el cual la curva tiende.

Ahora, cuando se prescinde de estos dos elementos, la adopción del modelo de la curva logística equivale a decir que el desarrollo de una población se puede representar mediante un trecho de una curva en S, y esto es natural, porque en la figura de la S se encuentran todas las inclinaciones, tanto que los trazadores de líneas de los diseñadores tienen precisamente tal forma. Pero la curva así trazada no puede permitir, sin llegar a absurdos, la previsión de las poblaciones futuras. Es necesario, entonces, estar bien atento a estas verificaciones de los modelos. Es necesario que ellas sean hechas completamente, asegurándose de que los modelos sean admisibles más allá de los hechos verificados.

Aquí hablamos siempre de verificaciones externas. Admitido que ellas sean completas, sólo permiten sostener —como ya se ha dicho— que el modelo

expresa una de las explicaciones posibles del fenómeno, pero no permite afirmar que él represente la única explicación posible que sea, esto es, la explicación necesaria. Para que tal afirmación sea autorizada es necesario proceder también a la verificación interna de todas las hipótesis que el modelo comporta, verificación, como decía, prácticamente factible sólo para modelos muy simples.

Las antedichas reservas son particularmente necesarias en la ciencia económica, donde hoy estos modelos se han puesto de moda. Estos han tomado, en verdad, un grandísimo desarrollo, pero sin que se cuiden suficientemente las verificaciones necesarias. Desde este punto de vista, entre las ciencias físicas —en las cuales estos modelos han sido adoptados inicialmente— y la ciencia económica hay una gran diferencia, que no debería existir pero que desgraciadamente existe. En la ciencia física, todo modelo proyectado es sometido a verificaciones externas más o menos amplias. Y así, si los sucesivos modelos del átomo han sido correlativamente abandonados para adoptar modelos más perfeccionados, esto ha sucedido porque millares de laboratorios de física existen en el mundo y se han dedicado pacientemente a controlar cuál era el alcance de los sucesivos modelos. En cambio, desgraciadamente, en el campo económico los laboratorios son mucho menos numerosos y el trabajo de verificación —que es indispensable— es mucho menos cuidado. Es verdad que los modelos económicos son a menudo mucho más complicados que los físicos, pero esto sería una razón para multiplicar y no para omitir las verificaciones. Lo que pasa es que los economistas son mucho más perezosos que los físicos y se creen autorizados a construir modelos sin someterlos luego al trabajo, mucho más gravoso, de la verificación estadística. Resulta así que, mientras en las ciencias físicas los varios modelos que se construyen son asiduamente controlados y admitidos condicionalmente a su correspondencia con los hechos, en economía asistimos a una construcción ininterrumpida de modelos que se acumulan, se sobreponen, se contradicen, sin que sean adecuadamente controlados, dejando en definitiva al público en la incertidumbre de cuál es la vía a escoger.

Otra advertencia a hacer es la de que la base experimental de la cual el modelo parte, debe ser, dentro de lo posible, completa. Si en el campo considerado, n hechos son conocidos, es bueno que, en la construcción teórica, sean tenidos en cuenta todos los n hechos en cuestión, o, por lo menos, el mayor número de ellos. Es verdad que teóricamente puede parecer indiferente que se tengan en cuenta desde un comienzo todos los hechos, o bien que se tengan en cuenta $m < n$ de ellos y se controlen después las construcciones teóricas sobre los restantes $n-m$; y esto es, en realidad indiferente siempre que se trate de una operación preliminar del investigador, ejecutado antes que el modelo sea puesto en circulación en el mundo científico y con tal de no ponerlo en circulación si la verificación no resulta satisfactoria. Pero no resulta indiferente si el modelo construido sobre bases

incompletas es puesto en circulación antes de la verificación complementaria, porque entonces él está destinado a ser objeto —de parte de los estudiosos— de verificaciones que representan una dispersión de trabajo.

Por otra parte, el modelo, si no es el resultado exclusivo de la inducción, comporta también deducciones cuyas conclusiones después se comprueban sobre la base de hechos observados en un campo diverso de la experiencia sobre la cual el modelo está construído, de modo que hay la posibilidad de que los $n - m$ hechos, que en la construcción del modelo han sido omitidos, escapen, en definitiva, a todo control.

Verdad es, podrá decirse, que aun un modelo que no explique todos los hechos, sino una parte importante de ellos, puede tener su utilidad: es, sin embargo, necesario que los hechos no explicados no lo contradigan, y para excluir tal contradicción es necesario que se les preste alguna atención.

Todo esto se dice suponiendo que los modelos construídos y puestos en circulación sean después sometidos a verificaciones. Pero si en cambio —como sucede a menudo en economía— falta ésta, la construcción de modelos basados sobre una experiencia incompleta lleva a un inútil y peligroso amontonamiento de teorías y a una dispersión de energías en perjuicio de investigaciones más provechosas.

Los modelos de los que se ha hablado hasta ahora pretenden, como hemos visto, dar una representación simplificada de la realidad. Hay también, empero, modelos que son consabidamente irreales, y que todavía usamos, pese a ello. Los usamos en cuanto consideramos que su irrealdad no tenga influencia decisiva sobre las conclusiones que se deducen y sobre las previsiones que le siguen. Por ejemplo, cuando queremos calcular la edad media de la población y conocemos la población clasificada sólo por grupos quinquenales, ejecutamos el cálculo como si dentro de cada grupo quinquenal todas las personas tuvieran la misma edad, igual a la semi-suma de las edades-límite; por ejemplo, como si todas las personas entre los veinte y los veinticinco años tuvieran veintidós años y medio de edad. Esta hipótesis evidentemente no corresponde a la realidad. Todavía adoptamos este modelo en la elaboración de los datos, en la seguridad de que, dada la aproximación que nos interesa obtener, los resultados responderán a su objetivo. Muchos modelos económicos se encuentran en esta situación: por ejemplo, la economía clásica se basa en la hipótesis de que el comportamiento de cada operador económico —individuo o empresa— deja inalteradas aquellas que son las condiciones generales de equilibrio. Esta hipótesis es irreal, pero es suficientemente aproximada a la realidad cuando pocos y de limitada influencia eran los grandes complejos económicos. En la edad contemporánea, en cambio, en la cual los grandes complejos económicos han asumido importancia decisiva, este esquema consabidamente irreal, que antes era justificado adoptar, se ha alejado mucho de la realidad. Por ello existe hoy la tendencia, de parte de algunos economistas, a adoptar un esquema diverso, el esquema de los jue-

gos, en el cual la conducta de un operador influye decisivamente sobre la conducta de los otros. También este esquema, empero, es irreal, en cuanto es condición esencial, en el juego, que lo que una parte pierde la otra lo gane. El resultado económico es nulo: mientras que, en la producción, es característica esencial que —aparte el influjo de circunstancias accidentales— se tenga un resultado útil. Estamos aquí frente a dos esquemas, entrambos irreales y entre ellos contradictorios, que intentan representar aproximadamente la realidad. Se presenta entonces el problema de la elección entre esquemas contradictorios, uno de los problemas más difíciles en cuestión, del cual hablaremos más adelante.

Entre los esquemas irreales deben ser considerados los esquemas que no se proponen describir la realidad, sino más bien dar un modelo ideal de la conducta humana. Hay quien entiende en este sentido el esquema del *homo oeconomicus*. Se reconoce que este esquema no está de acuerdo con el comportamiento del hombre real, pero sin embargo el esquema se conserva, como un modelo, no en el sentido descriptivo sino en el sentido normativo. Ello indicaría la conducta que el hombre racional debería seguir para su propia ventaja y la de la sociedad. No es el caso de discutir aquí si esta tesis es fundada o no, y si el hombre racional, reflejado en la teoría económica, verdaderamente realiza la máxima utilidad para el individuo y para la sociedad, o si, en cambio, no alcanza mejor dicho fin el hombre real, en parte racional, en parte instintivo. Lo que se desea poner en claro es que hay modelos que no tienen por objeto representar en modo simplificado la realidad, sino el de proponer a la conducta humana un esquema ideal a seguir.

Una distinción esencial que debe hacerse en el campo de los esquemas o modelos dinámicos, es aquélla entre esquemas causales y esquemas funcionales. En general, los esquemas dinámicos se proponen sintetizar las relaciones que existen entre algunos factores que están representados como precedentes y otros que son representados como consecuentes, vale decir, de sintetizar relaciones de causalidad. Ahora es cierto que el conocimiento de las relaciones de causalidad permite profundizar en mayor medida los problemas, sean científicos o prácticos. Empero, la experiencia muestra que establecer relaciones de causalidad es, a menudo, difícil. Por esto se ha considerado oportuno —y alguna vez por otra parte es inevitable— sustituir los esquemas causales con esquemas funcionales. No se pretende con estos últimos poner entre sí en relación las causas y los efectos, sino simplemente mostrar las relaciones o interrelaciones que de hecho se verifican entre fenómenos sucesivos. Ahora que, entre esquema causales y funcionales, hay una diferencia importante desde el punto de vista metodológico (que es lo que fundamentalmente nos interesa). Dificilmente pueden tenerse esquemas causales para la explicación de los mismos fenómenos, si bien es verdad que, generalmente hablando, se debe admitir que los mismos efectos pueden ser consecuencia de causas diversas. Pero en fenómenos complicados, como son los

sociales, y en particular los económicos, esto sucede difícilmente, así que, en presencia de varios esquemas causales, surge el problema de escoger entre ellos. Los esquemas causales son, pues, en la práctica, mutuamente exclusivos. Este no es, en cambio, el caso para los esquemas funcionales. Podemos muy bien describir —y los estadísticos siempre lo hacen— un fenómeno en función de un segundo o un tercero o un cuarto fenómeno alternativamente, y estamos autorizados igualmente a hacerlo para cada uno de éstos. Por ejemplo, en el estudio del número de hijos, podemos considerar el número de los hijos en función de la edad del padre o en función de la edad de la madre, o, en cambio, en función de la duración del matrimonio, o aun en función de la profesión o de la riqueza, o según su residencia urbana o rural. Todos estos son esquemas funcionales; ellos no son del todo mutuamente exclusivos, son esquemas que se integran recíprocamente. Queda el problema de ver cómo se pueden utilizar estos varios esquemas, que no se excluyen recíprocamente.

Elección de los modelos mutuamente exclusivos y uso de los modelos mutuamente integrativos

Consideremos ante todo el caso de modelos que son mutuamente exclusivos; por ejemplo, para el sistema solar, el modelo ptolemaico, según el cual la tierra está firme y el sol gira en torno de ella, y el modelo copernicano, en el que hoy generalmente se cree, según el cual está firme el sol, mientras la tierra y los otros planetas giran en torno suyo. Este caso se representa siempre que de un fenómeno se dan diversas teorías que entre sí son juzgadas inconciliables. ¿Cuáles son los criterios con los que se debe elegir, entre las teorías en cuestión?

Tal problema entra en una cuestión más vasta que es considerada en el cálculo de la probabilidad y que se designa con la denominación de “elección de las hipótesis”. Efectivamente —como hemos dicho— todo modelo representa un complejo de hipótesis o, si se prefiere, una hipótesis compleja. Se trata precisamente de ver cuáles entre las hipótesis complejas que se han presentado, conviene elegir como las más atendibles, después de haber observado un cierto hecho. Ahora, si a priori —o sea, antes de observar el hecho— las varias hipótesis o teorías o modelos hubieran sido igualmente plausibles, se comprende que debería escogerse aquella hipótesis o teoría o modelo que tiene mayor probabilidad de producir el hecho en cuestión.

Sabemos que en dos urnas hay bolillas todas de un color, en una blancas y en la otra negras, y de una urna extraemos una bolilla negra. Evidentemente, diremos que la bolilla negra proviene de la urna que contiene todas las bolillas negras. Aquí no hay duda; la conclusión es cierta. Pero si, en cambio, no conocemos la composición de la urna y extraemos una bolilla negra, todo lo que podríamos decir es que la bolilla negra no puede provenir de una urna que contenga bolillas blancas; ella, empero, puede provenir de

una urna que contenga una composición cualquiera de bolillas negras y blancas. Hay tantas hipótesis posibles cuantas son las posibles composiciones de la urna, salvo aquella de todas bolillas blancas. Entre todas estas hipótesis, ¿cuál es plausible elegir? ¿Cuál es la hipótesis que tiene la mayor probabilidad de haber determinado la salida de una bolilla negra? Este es el problema.

En estadística, esta teoría de la elección de las hipótesis ha tenido amplio desarrollo, sobre todo en la postguerra, por parte de los autores ingleses y americanos. Las soluciones propuestas se han basado, explícita e implícitamente, sobre la suposición de que todas las hipótesis sean a priori —esto es, antes que el hecho sea observado— igualmente plausibles. Entonces se comprende que la mayor probabilidad de que el hecho observado corresponda a una cierta hipótesis, es para aquella hipótesis que, verificándose, provea la mayor probabilidad de que él se verifique. Pero esta suposición de que todas las hipótesis tengan a priori el mismo grado de probabilidad, generalmente no responde a la realidad. Sucede sí, alguna vez que, frente a un hecho nuevo, se elaboran diversas teorías que a priori parecen igualmente plausibles; pero ésta es más bien la excepción que la regla. Supongan haber observado un cierto hecho astronómico que puede verificarse igualmente bien si es verdad la teoría ptolomeica o si es verdad la teoría copernicana. Nadie, empero, dirá nunca, después de haber observado el hecho en cuestión, que se tiene la misma probabilidad de que sea verdad la teoría ptolomeica, o la teoría copernicana, y esto porque la teoría copernicana es, a priori, universalmente considerada, si no absolutamente cierta, al menos como mucho más verosímil que la teoría ptolomeica. En general, para decidir entre las hipótesis y en particular para decidir entre los modelos que conviene elegir, es necesario tener en cuenta no sólo la probabilidad de que las varias hipótesis o los varios modelos produzcan el hecho observado, o, como se dice, la probabilidad o conformidad del hecho con respecto a las varias hipótesis o los varios modelos, sino también las probabilidades que, a priori, se atribuyen a las varias hipótesis o a los varios modelos, es decir, las probabilidades que podía atribuírseles antes de que se observara el hecho en cuestión. Nuestras conclusiones deben depender de la experiencia presente y de la experiencia pasada. La probabilidad o conformidad del hecho respecto de los varios modelos representa la experiencia presente; pero, además de ésta, es necesario tener en cuenta toda la experiencia pasada que nos provee la probabilidad a priori de los varios modelos. Esta última muchas veces es decididamente preponderante. Tal es el caso para la elección entre la hipótesis ptolomeica y la hipótesis copernicana sobre el sistema solar; aquí, evidentemente, la experiencia pasada, que depende de muchísimos hechos ya comprobados, tiene una importancia absolutamente predominante.

Las antedichas consideraciones no deberían nunca ser olvidadas, pero las modernas elaboraciones de la teoría sobre la elección de las hipótesis no

logran darse cuenta de su alcance, o más bien no quieren reconocer su fundamental importancia. No quieren reconocer su fundamental importancia porque cuando, en base a ella, se ha hecho intervenir debidamente, no sólo la conformidad del hecho observado en los modelos, sino también la plausibilidad a priori de los modelos, toda la novedad de sus teorías desaparece y volvemos a la bien conocida teoría tradicional de la determinación de las probabilidades a posteriori, que ha sido desarrollada con perfección por los clásicos de la probabilidad y, en particular, por LAPLACE. Según ésta, la probabilidad de que un hecho pueda atribuirse a una cierta hipótesis, depende, antes que nada, de la probabilidad a priori de las hipótesis, y luego de la probabilidad de que, en las varias hipótesis, se verifique el hecho.

Muchas veces la atendibilidad a priori de las hipótesis o, en nuestro caso, de los modelos, deriva no tanto de hechos pasados, de los cuales se tiene seguro y preciso recuerdo, cuanto de una convicción que se ha madurado lentamente y dependiente, en parte, de preconceptos, de prejuicios, de recuerdos más o menos vagos, de enseñanzas acogidas sin crítica adecuada. Y ésta es una circunstancia para tener bien presente, sin la cual difícilmente nos damos cuenta de las divergencias radicales que, frente a los mismos acontecimientos, muestran personas que han recibido diversa educación.

A los científicos europeos, que han visitado Rusia bajo el régimen soviético, les ha llamado la atención el modo de razonar de los niños a propósito, por ejemplo, de la existencia de Dios. Ellos exponían a los niños todos los argumentos que entre nosotros son considerados decisivos para creer en la existencia de Dios. Y, después de haber desarrollado sus argumentos, más o menos racionales, que comúnmente se traen, recurrían también a sus sentimientos recordando la confianza que debían tener en sus padres, que creían en Dios. Los niños respondían: "Si, sí, todo esto es verdad, pero nuestros padres han sido engañados, nuestros maestros se han engañado; los argumentos que vosotros dáis son erróneos y capciosos, aunque nosotros no podamos ver sus lados débiles, pues nosotros sabemos que Dios no existe." Se explica porque para ellos la hipótesis de la existencia de Dios no tenía a priori alguna probabilidad frente a la hipótesis contraria de la inexistencia de Dios. En éste, como en muchísimos otros casos, las probabilidades a priori de las hipótesis, y, en particular, de los modelos que sintetizan la concepción de la vida, es decisivo en confrontación con la conformidad del hecho observado con los modelos mismos. Y esto explica cómo, de los mismos hechos, personas que hayan tenido educación diversas y que consiguientemente tengan concepciones diversas de la vida, aun teniendo iguales aptitudes para pensar científicamente, sin embargo arriban a conclusiones opuestas. Esto sucede porque las conclusiones se extraen no sólo de la conformidad de los hechos con las varias hipótesis o modelos, sino también, y sobre todo, de la plausibilidad que a priori, o por experiencias pasadas o por sentimientos radicados en el espíritu del observador, se atribuyen a las varias hipótesis o

modelos. Y esto explica también cómo muy poco pueden servir los razonamientos para convertir a las personas. Ello es porque la plausibilidad atribuida a las concepciones a priori deriva muy a menudo, más que de los razonamientos sobre sus fundamentos empíricos o su coherencia lógica, de móviles internos que afloran débilmente a nuestra conciencia, pero que, en realidad, tienen profundas raíces en nuestro subconsciente, móviles internos derivados de todo el ambiente social o de la educación recibida en los primeros años de nuestra vida. Son éstos, conceptos que es necesario tener bien presentes para no hacerse ilusiones excesivas sobre la atendibilidad de las conclusiones a las cuales en muchos campos los científicos arriban, en cuanto estas conclusiones pueden depender en medida esencial de sus sentimientos y de la educación recibida, que deciden acerca de la plausibilidad atribuida a las hipótesis a priori.

Esto se dice tanto para los casos en los cuales los modelos sean mutuamente exclusivos —como justamente sucede entre el modelo ptolomeico y para el modelo copernicano— como también para la concepción positivista o determinista de todo el mundo y de la vida, por una parte, y para la concepción sobrenatural e idealista, por la otra.

Pero hay otros modelos que, a primera vista, parecen inconciliables —y tales siguen siendo considerados por mucho tiempo— pero alguna vez resultan luego conciliados por una construcción más amplia. Hace unos años el prof. FERMI pronunció en la Universidad de Roma una serie de conferencias sobre asuntos concernientes a la constitución atómica de la materia, ante oyentes entre los cuales muchos científicos expertos habrán frucido el ceño más de una vez al comprobar que, para explicar el mismo fenómeno, en parte él adoptaba un modelo y en parte otro modelo que parecía inconciliable con el primero. En particular, a veces adoptaba la teoría que toma el nombre del mismo FERMI y de DIRAC, y otras la teoría que lleva el nombre de BOSE y de EINSTEIN, dos teorías que aparentemente parecen inconciliables. Ahora, ¿hasta qué punto este procedimiento es autorizado? Es cierto que, utilizado por una persona menos autorizada, ello habría suscitado, especialmente en el pasado, un escándalo; pero, en realidad, no se lo puede condenar sin más, desde el momento en que la experiencia demuestra que muchas veces estos modelos, que eran considerados inconciliables, después se han podido conciliar con una teoría más amplia. El ejemplo, quizá más característico, en cuestión, es aquel de la teoría de la emisión de la luz. En el pasado, había dos teorías que se consideraban antagónicas. Una era la teoría ondulatoria, según la cual la luz se propaga en ondas, y otra, en cambio, era la teoría emisiva, sostenida por NEWTON, según la cual la luz consiste en un bombardeo de partículas pequeñísimas. Ahora, por mucho tiempo la teoría ondulatoria fue considerada probada, y la de NEWTON era consiguientemente desechada como inconciliable con la primera. Recientemente, en cambio, se ha podido confirmar que, efectivamente, la luz consiste en la

emisión de partículas pequeñísimas que se llaman "fotones". Y las dos teorías se pueden conciliar en el sentido de que esta emisión no se produciría en línea recta —como considerábamos debía necesariamente admitirse— sino con una trayectoria ondulada. En este caso, las dos teorías que aparecían inconciliables resultaron luego, no sólo conciliables, sino también susceptibles de ser aplicadas simultáneamente.

En otros casos, teorías que aparentemente son contradictorias pueden resultar ambas verdaderas, en el sentido de que se pueden aplicar alternativamente, en cuanto una teoría de importancia sobresaliente, a un factor, y otra, en cambio, de importancia sobresaliente, a otro factor, mientras los dos factores en realidad existen siempre, pero de los cuales uno resulta predominante en ciertas circunstancias y otro en otras circunstancias. Las dos teorías reflejan cada una un aspecto de la realidad, aspecto que resulta a veces prevalente y a veces descuidable.

La ciencia presenta, así, un progreso hacia la recíproca tolerancia de las teorías. A este propósito, es oportuno recordar una antigua fábula, que, creo, ha sido narrada por Esopo. Cuenta la misma el encuentro de un aldeano con una persona que se echa aliento sobre las manos. "Para qué —pregunta el aldeano— te soplas las manos?" "Para calentármelas, porque las tengo frías" —responde el interrogado. Luego van a almorzar, y la persona sopla sobre la sopa. "¿Por qué —pregunta nuevamente el aldeano— soplas sobre la sopa?" "Para enfriarla, porque está muy caliente." "Ah! —exclama el aldeano— con una persona que con la misma boca calienta y enfría, yo no quiero saber nada"; y se va. Pues bien, el aldeano de la fábula tenía el mismo concepto que los científicos tenían en una época de las teorías contrarias. La teoría —pensaba el aldeano— de que con el aliento se produzca el frío, y la de que con él se produzca el calor, son inconciliables; y quien propugna ambas, por lo menos una vez se equivoca. Ahora, nosotros bien sabemos que esto no es exacto y que las dos afirmaciones responden a la verdad, en cuanto el aliento produce calor cuando es emitido lentamente y en cambio produce frío cuando es emitido violentamente. Las dos teorías son, entonces, fundadas, pero se aplican la una o la otra según que se verifique una circunstancia o la otra. En nuestro caso, según que la emisión del aliento se haga lentamente, echando aliento, o violentamente, soplando.

Algo parecido puede suceder en la ciencia, y un ejemplo de ello se tiene en las migraciones internacionales.

También para las migraciones internacionales existen dos teorías opuestas, que se pueden llamar la teoría europea y la teoría americana, y que hasta los últimos años eran consideradas inconciliables. En Europa nadie duda de que la emigración disminuye la población, mientras que la inmigración la aumenta. En América, en cambio, de BENJAMÍN FRANKLIN en adelante, prevalece la teoría diametralmente opuesta, según la cual ni emigración ni inmigración tienen influencia sobre el total de la población. Dicen los ame-

ricos que si una parte de la población emigra, la natalidad toma nuevo incremento, y los nuevos nacimientos cubrirán perfectamente los vacíos dejados por los emigrantes. En cambio, si hay inmigración, los inmigrantes impiden que la población indígena crezca, como habría sucedido de otro modo, y en definitiva no se tendrá ningún aumento de la población. En base a esta teoría, muchos americanos, a partir de BENJAMÍN FRANKLIN, han sostenido que toda la inmigración europea en los Estados Unidos no ha hecho aumentar en nada la población.

¿Cuál de estas teorías es verdadera y cuál es falsa? Ambas teorías son verdaderas y ambas son falsas, del mismo modo como ambas afirmaciones, de que con el aliento se calienta y con el aliento se enfría, son verdaderas o son falsas según las circunstancias. ¿Cuándo la teoría europea es verdadera y cuándo lo es la teoría americana? Si una población está en equilibrio, esto es, si el territorio tiene una población que perfectamente corresponde a sus exigencias, y una parte de aquella población emigra, entonces las subsistencias resultarán en exceso sobre la población, y en tal caso la población será impulsada al crecimiento en medida mayor, precisamente como sostiene la teoría americana. Viceversa, si la población está en equilibrio, y se verifica una inmigración, entonces las subsistencias escasearán y en consecuencia la población se reproducirá menos, y también en este caso la teoría americana resulta exacta: la población no aumentará más que si la inmigración no se hubiera realizado. Pero, en cambio, si la población no está en equilibrio sino en exceso, entonces evidentemente la emigración atenúa la presión demográfica. Por otra parte, ella no vuelve las subsistencias sobreabundantes y por tal motivo no conduce a un incremento en el crecimiento natural, precisamente como sostiene la teoría europea. Y si, viceversa, la población está en déficit, entonces la inmigración no determina una atenuación en el crecimiento natural, y en consecuencia la población del país de inmigración se verá acrecida, como precisamente dice la teoría europea.

Se concluye que las dos teorías que a primera vista parecían contradictorias, y que los científicos americanos y europeos han considerado tales por largo tiempo, en realidad son perfectamente conciliables. De ellas debe adoptarse ora una ora otra, alternativamente, según las condiciones de equilibrio o desequilibrio en que se halle la población.

Otro caso de modelos alternativos conciliables se presenta cuando cada uno de ellos sirve en tanto cuanto es usado con una cierta perspectiva. Hay, esto es, modelos para períodos breves que responden a reacciones inmediatas, y otros que dan normas sólo para fenómenos de larga duración. Por ello, acertadamente, se distingue hoy, en los estudios de la coyuntura, entre ciclos de corta y de larga duración. Las teorías económicas valen para la media de los casos y resultan adecuadas para quien debe regular uniformemente su propio comportamiento durante un largo período, pero no siempre sirven al hombre de negocios, constreñido a actuar en base a las condiciones momen-

táneas y a las particulares contingencias del lugar, por lo que no es de extrañar que economistas eminentes, en Italia y en el extranjero, hayan desilusionado como administradores y hombres de negocios. En muchos campos, también fuera de lo económico, se dan factores que producen efectos diversos según que intervengan intermitentemente y por breve período, o, en cambio, con acción durable o además con permanencia. Así sucede, en terapéutica, para muchos medicamentos. Así sucede, en demografía, para las relaciones entre condiciones económicas y natalidad: una variación favorable de las condiciones económicas, en general, estimula momentáneamente la natalidad, pero un nivel permanente de alto bienestar ejerce de ordinario, sobre ella, una acción deprimente. Las relaciones estáticas resultan en tal caso diversas de las relaciones dinámicas.

Entra en este campo la divergencia entre modelos estáticos y modelos dinámicos. De ello se ha tenido un ejemplo saliente en la cuestión de la materia prima. Cuando, después de la primera guerra mundial, representantes de los trabajadores y de los industriales, gobiernos y entes internacionales se ocupaban y preocupaban del déficit de algunas materias primas de importancia, economistas de algún valor intervenían afirmando que no existe una cuestión de las materias primas. No existe —decían ellos— porque las materias primas escasean o las industrias se adecúan al nivel por ellas consentido, o sobreabundan y las industrias se desarrollan hasta el punto de absorberlas plenamente. Habitados a los esquemas de la economía clásica, basada sobre los equilibrios estáticos, ellos concentraban sobre éstos su atención sin tener en cuenta las perturbaciones —normales o patológicas— del equilibrio y de los consiguientes procesos de reacción y de reequilibración, provocando, y no sólo en este campo, justificadas críticas de parte de los socialistas, los cuales, por otra parte, no veían otra cosa que los períodos intermedios de desequilibrio. Le correspondió a la concepción neo-organicista conciliar modelos estáticos y modelos dinámicos en una visión más comprensiva de conjunto.

Naturalmente, es en muchos casos subjetivo y en otros depende del objeto de la investigación si se debe recurrir a modelos de corto o de largo plazo. En otros casos, empero, es evidente cuál es el punto de vista en el cual uno debe colocarse.

Los movimientos a breve plazo pueden ser descuidados por quien considere la evolución de las instituciones o de las naciones o de la civilización humana; pero quien se preocupe por la suerte de los actuales seres vivos, no puede olvidar que —como tuvo que decir una vez KEYNES— a largo plazo estaremos todos muertos. Se entiende, pues, cómo aquellos economistas (mientras se sufría una crisis de déficit, o apenas ésta había terminado) negaban la existencia de una cuestión de las materias primas, como quien niega la luz del sol. Y se entiende también cómo lo predicaban los economistas liberales sobre la oportunidad de que en tiempo de escasez se dejen subir los precios

con el objeto de tornarlos más remunerativos y con ello estimular la producción, provocando así, en fin, un descenso de los precios, hayan quedado siempre sin efecto y no hayan impedido nunca la imposición de precios fijos para los artículos de primera necesidad, porque es difícil pretender de quien muere de hambre, que confie en los efectos que los altos precios provocarán sobre las cosechas futuras.

Generalmente, cuando se juzga los fundamentos de un modelo, se juzga en relación con las aplicaciones para las cuales sirve. Este es el caso de la teoría americana y la teoría europea de las emigraciones internacionales, de las cuales hemos hablado poco antes. Que, dados un cierto ambiente y una cierta clase de población, hay un máximo de población que el territorio del Estado puede sostener y hacia el cual tiende el efectivo número de los habitantes, es de reconocer; y es claro que tal máximo puede, en cierto momento, considerarse independientemente de los movimientos migratorios. Esto podría apreciarse como una prueba del fundamento de la teoría americana; pero no lo es, en cuanto la teoría de las migraciones internacionales es aplicada para determinar las influencias que las emigraciones y las inmigraciones ejercen en el porvenir inmediato o próximo en el cual la nación está interesada.

Una razonable desconfianza hacia los modelos válidos sólo a largo plazo se justifica por el hecho de que a largo plazo pueden ser, y generalmente son, modificadas las condiciones que constituyen los presupuestos del problema. Y así, en la teoría de las migraciones internacionales, la tesis según la cual migraciones y emigraciones no ejercen ningún efecto sobre las poblaciones, quedando fijas las condiciones externas del ambiente y las cualidades de los habitantes, carece, no sólo de importancia práctica, sino que también es difícil de valorar desde el punto de vista teórico cuando se reflexiona en que las condiciones ambientales y las cualidades de la población vienen con el tiempo modificándose y pueden ser modificadas también por efecto de fenómenos migratorios, entre otros.

Los modelos alternativos proveen la forma del pasaje a los modelos integrativos, a los que ya hemos aludido. En el campo económico, muchas veces los fenómenos son de tal modo complicados que resulta casi imposible dar de ellos un esquema, vale decir una representación simplificada de la realidad, que tenga en cuenta todos los factores. Efectivamente, se han hecho muchísimos modelos, pero todos parciales. Hay quien en ellos hace intervenir algunos factores y quien no hace intervenir otros. Una veintena de modelos de Economía dinámica se pueden hallar expuestos en la revista *Economie appliquée*, publicada en París por el Instituto de Ciencia Económica Aplicada, de julio-diciembre 1949. Es cierto que todos estos modelos captan una parte de la verdad, pero no toda la verdad. Consideran sólo uno, dos o tres de los factores que concurren a determinar la situación económica y su desarrollo, pero no presentan un modelo completo de ella. Por otra parte, proveer

un modelo completo no sólo es prácticamente difícil, sino que no correspondería más al objeto, porque el modelo resultaría complicado, mientras el objeto de los modelos, como hemos dicho, es el de dar una imagen simplificada de la realidad. Si se construye un modelo complicado, entonces la utilidad del modelo, que es ante todo la de realizar un ahorro de pensamiento, desaparece. Estos modelos tienen, en realidad, razón de subsistir, para remediar nuestra limitada facultad de síntesis. Es necesario, pues, usar ora uno ora otro, y a menudo integrar el uno con el otro. Es necesario, empero, al mismo tiempo, tener presente que ellos pueden mutuamente corregirse, en cuanto muchas veces los factores que aparecen en un modelo en realidad no son sino el reflejo de otros factores que aparecen en otro modelo. En el primer párrafo me he referido a modelos alternativos en el estudio de la prolificidad de las familias. Decía que se puede construir un modelo apto para explicar la prolificidad de las familias en función de la edad del padre, o de la edad de la madre, o de la duración del matrimonio, o de la edad de los esposos al casarse, o aun de las rentas y de la profesión, o, en fin, de la residencia en la ciudad o en el campo o aun de otros factores, por ejemplo, raciales.

Ahora, en el caso de estos modelos que se integran mutuamente, se considera generalmente en cada uno un factor único o a lo sumo dos o tres factores, porque el considerar simultáneamente un mayor número conducirá a una gran complicación de la teoría y a un relevamiento estadístico muy detallado, y haría necesaria una enorme masa de observaciones de modo que todas las combinaciones de los varios factores figurasen con un número de casos suficientemente elevado. Entonces prácticamente se necesita considerar separadamente los factores individuales o grupos restringidos de factores. Y otro tanto se hace con los modelos económicos. Pero es necesario, al mismo tiempo, tener presente que los factores que entran en los diversos modelos no son independientes los unos de los otros. Por ejemplo, decíamos que la prolificidad puede ser estudiada en función de la edad de la madre y en función de la edad del padre. Pero la edad del padre y la edad de la madre no son independientes entre sí. La influencia de la edad del padre puede ser no una influencia directa, sino dependiente del hecho de que dicha edad está en estrecha correlación con la edad de la madre. Igualmente, entre la edad del padre o de la madre y la duración del matrimonio o la edad al casarse hay, naturalmente, una relación estrechísima, así que las influencias que un modelo atribuye a la edad del padre y otro a la edad de la madre y un tercero a la edad de los esposos, al casarse y a la duración del mismo, no se pueden de ningún modo sumar. Para hacerlo sería necesario volver las influencias de tales factores independientes entre sí, operando con un método de eliminación, por ejemplo con el método de la población tipo o con el método de las correlaciones parciales. La metodología estadística enseña a usarlos, y en teoría se pueden usar sin dificultad siempre que tengamos los datos para poderlos aplicar. Pero en la práctica es muy difícil tener estos datos para los fenómenos económicos,

en cuanto ello presupone disponer de tablas de correlación a doble, triple, quíntuple entrada que den todas las combinaciones de los factores que son considerados, en la construcción de los varios modelos económicos, o, por lo menos, de tablas de doble entrada para todas las combinaciones dos a dos de tales factores. Aun cuando se dispusiera de tales datos, su elaboración, considerando la multiplicidad de los factores, resultaría muy laboriosa. No obstante, la aplicación de estos métodos de eliminación sería necesaria, si se quisiera investigar las influencias que estos varios factores ejercen sobre los fenómenos económicos, sea singularmente considerados, sea en sus varias combinaciones.

Cuando en particular se formulan los modelos de los ciclos económicos y de las crisis económicas, es necesario, pues, tener en cuenta la escasez de los datos disponibles, en comparación a aquellos que serían necesarios para poder integrar y aplicar los modelos propuestos.

De cuanto se ha dicho surge que la teoría de los modelos —hoy tan de moda— está aún lejos de ser un modelo de precisión; y menos precisas son aún, a menudo, sus aplicaciones.

— Quizá las páginas que preceden sirvan para precisar algunas líneas teóricas y para poner en guardia contra el peligro de aplicaciones apresuradas e incompletas.

ÜBER DIE ANWENDUNG VON MODELLEN IN DER WISSENSCHAFT UND BESONDERS IN DER VOLKSWIRTSCHAFTSLEHRE

Zusammenfassung

Der Verfasser untersucht den Begriff und den Zweck der wirtschaftlichen Modelle und widerlegt die wirklichkeitsfremden, weil sie bewusst annähernd sind und nicht im deskriptiven sondern nur im normativen Sinne das Schema repräsentieren. Er unterscheidet zwischen kausalen und funktionalen Modellen und erklärt wie einige sich gegenseitig ausschliessen, während andere sich gegenseitig integrieren können. Die erstgenannten werden in den weiteren Problemkreis der "Hypothesenwahl" herangezogen. Andere Modelle, obwohl sie als sich gegenseitig ausschliessend erscheinen, lassen sich ohne weiteres miteinander vereinbaren und können gleichzeitig oder, öfters noch, abwechselnd angewendet werden. Der Verfasser unterstreicht die Unzweckmässigkeit der statischen Modelle zur Erklärung rein dynamischer Erscheinungen und erklärt wie die organistische Auffassung einen weiten Ausblick auf diese Erscheinungen ermöglichte. Abschliessend führt er Beispiele integrativer Modelle, sowie ihrer Anwendung auf die Wirtschaftsercheinungen an.

SUR L'EMPLOI DES MODELES DANS LES SCIENCES ET PARTICULIEREMENT DANS LES SCIENCES ÉCONOMIQUES

Résumé

L'auteur analyse le concept et l'objet des modèles et attire l'attention sur ceux qui n'ont pas de corrélatifs dans la réalité, parcequ'ils sont approximatifs, sans être représen-

tatifs d'un schéma au sens descriptif, tout en l'étant au sens normatif. Il fait une distinction entre les modèles causaux et fonctionnels et passe ensuite à expliquer comment quelques uns d'entre eux peuvent s'exclure réciproquement, tandis que d'autres peuvent s'intégrer mutuellement. Il montre ensuite comment les modèles qui s'excluent entrent dans le problème plus vaste de "l'élection de l'hypothèse" et s'occupe de ceux qui, quoiqu'en apparence tels, sont en réalité conciliables et peuvent être appliqués simultanément et plus souvent encore alternativement. Se référant aux inconvenients qui résultent de l'emploi des modèles statiques pour expliquer des phénomènes purement dynamiques, il rappelle comment la conception organiciste a pu arriver à en donner une ample et satisfaisante vision. Il termine par des exemples de modèles intégratifs avec allusion à leur application aux phénomènes économiques.

ON THE USE OF MODELS IN SCIENCE AND PARTICULARLY IN ECONOMICS

Summary

The author analyses the concept and the aim of models and draws the attention upon those which have no correlative in the reality, as they are only approximate and are representative of a scheme only in a normative and not in a descriptive sense. He then makes a distinction between causal and functional models and makes clear how some of them can mutually exclude one another, whilst others can integrate themselves either alternatively or reciprocally. He shows how those that are mutually exclusive, can be used in the problems of "hypothesis election" and deals with those which, though apparently exclusive, can not only be conciliated but even applied simultaneously or sometimes alternatively. After mentioning the inconveniency of using static models with a view to explain dynamic phenomena, the autor recalls how the organicistic conception could arrive to an ample vision of this problem. At the end he gives some examples of integrative models pointing out their applicability to the economic phenomena.

INTORNO ALL'USO DEI MODELLI NELLE SCIENZE, E IN PARTICOLARE NELLA SCIENZA ECONOMICA

Riassunto

L'autore analizza il concetto e oggetto dei modelli. Egli chiama l'attenzione sopra i modelli che non presentano correlazione con la realtà, per considerarli approssimativi e non affatto rappresentativi di uno schema nel senso descrittivo, bensì solo in quello normativo. Distingue fra modelli causali e modelli funzionali, spiegando come alcuni possono essere mutuamente esclusivi, in tanto che altri possono essere alternativamente e mutuamente integrativi. Segnala altresì come quelli entrano nel problema più vasto della "scelta delle ipotesi", e si occupa degli altri che, sembrando tali, risultano mutuamente conciliabili e possono, a volte essere applicati simultaneamente e con maggior frequenza alternativamente. Si riferisce agli inconvenienti derivanti dall'uso di modelli statici per spiegare fenomeni dinamici, ricordando come si è potuto dare, mediante la concezione organicista, una soddisfacente visione più ampia, illustrando i modelli integrativi con riferimento alla loro applicazione ai fenomeni economici.