

ESTADISTICAS Y POLITICA ECONOMICA (*) (1)

El Estado puede considerarse como un ente que toma decisiones. Entre las decisiones que lleva a cabo se incluyen el desarrollo de la Política Económica y la recogida de información económico-estadística. En todas las naciones modernas, la política económica del Estado es una actividad significativa, aunque no sea por otra razón que por la elevada proporción de renta nacional que pasa a través del Ministerio de Hacienda; no obstante, en muchos países se proponen planificaciones económicas mucho más ambiciosas, aun cuando no se logren necesariamente. Si se juzga por los gastos, las estadísticas económicas constituyen, por otra parte, una proporción insignificante de las actividades estatales y son las menos importantes, precisamente en aquellos países de escaso desarrollo, que tienen una gran necesidad de planes económicos. Hoy quiero poner de relieve la relación entre estas dos actividades, político-económica y estadístico-económica, para clasificar las conexiones entre ambas y sugerir la consideración de que la productividad marginal de las inversiones en información estadística es muy elevada en todos los países y especialmente en aquellos donde, por una u otra razón, la responsabilidad principal del desarrollo económico ha sido asumida por el Estado. Utilizaré parte de la

(*) Artículo aparecido en *Econometrica*, octubre de 1957. La traducción ha sido realizada por Angel Alcaide Inchausti.

(1) Alocución presidencial, pronunciada ante la *Econometric Society* en Cleveland (Ohio), en 27 de diciembre de 1956.

terminología sugerida por la teoría de la decisión estadística a lo largo de los últimos diez años.

La discusión será abstracta, pero la naturaleza de los problemas ha sido sugerida por un estudio de la planificación económica en los países de Europa Occidental hace unos cinco años (2).

Cualquier problema de decisión puede considerarse integrado por cuatro elementos: *a)* una *función objetiva*, que indica la deseabilidad relativa de los distintos resultados posibles; *b)* un conjunto de alternativas políticas o *instrumentos*, utilizando el afortunado término propuesto por Tinbergen (Ver [29], pág. 7), entre los que el que toma la decisión (el Estado en este caso) debe elegir; *c)* el *modelo*, que especifica las relaciones empíricas que ligan los instrumentos, las variables que entran en la función objetiva y otras variables importantes, y *d)* los *métodos de computación*, mediante los cuales, quien toma la decisión elige los valores de los instrumentos capaces de maximizar la función objetiva sometida a las condiciones implícitas en el modelo. El último problema ha sido, en realidad, el contenido esencial del trabajo sobre la teoría de la decisión; en un sentido, al menos, el papel del sistema de precios como un artificio de cómputo para lograr un óptimo económico ha sido uno de los medios más importantes de la teoría económica desde los días de Adam Smith. En muchos aspectos, las dificultades para computar un óptimo (utilizando el término computación, en un sentido muy amplio) constituyen una limitación para la posible elaboración de un problema de decisión.

La Política Económica estatal, como casi cualquier problema de decisión, tiene dos características fundamentales: es *secuencial* e *incierto*. Un problema de decisión secuencial significa que se desarrolla en el tiempo y las consecuencias de las decisiones que se toman en un período son condiciones iniciales que afectan las decisiones que se toman en el período siguiente. Que es incierto significa que el modelo no permite una predicción perfecta, condición que es innegable en la Economía. En un modelo formal la incertidumbre puede darse en forma de términos aleatorios en las ecuaciones o de ignorancia de los valores de los parámetros

(2) Durante un proceso de investigación subvencionado especialmente.

estructurales o, más generalmente, respecto a la forma de la estructura (3).

Por el momento se supone ausente la última clase de incertidumbre; esto es, en cualquier período tenemos un sistema de ecuaciones con componentes aleatorias, incluyendo algunas variables del período anterior. Un ejemplo exacto de un problema de decisión secuencial sometido a incertidumbre es el de la tenencia de inventarios (Ver [2]). Las existencias, al comienzo de un período, es, en parte, el reflejo de las decisiones y sucesos ocurridos en el período anterior.

Es claro que es válido un tal sistema de información respecto a las magnitudes corrientes de las variables. En la generalización a aquellas variables, tales como las existencias, que no se pueden predecir perfectamente, se adquiere un conocimiento sobre las mismas que permite aumentar las posibilidades de una asignación

(3) La importancia en la Economía de los problemas de decisión, que son a la vez secuenciales e inciertos, parece haberse reconocido en principio por A. G. HART en su *Monografía* [11], especialmente en su capítulo IV, y de manera más explícita en [12]. La teoría clásica del capital se ha venido relacionando con los problemas de decisión secuencial en los que no figura la incertidumbre. El trabajo de HART muestra lo engañoso de intentar el tratamiento de los problemas de decisión secuencial buscando un equivalente cierto. HICKS ([13], pág. 135) sugiere que un plan individual de ventas y compras futuras con precios inciertos actuará como si los precios fueran ciertos pero menos favorables a la persona en cuestión que los valores esperados, esto es, actuará como si los precios a que compra son precios conocidos mayores que las esperanzas matemáticas de los precios aleatorios, mientras que aquellos a los que vende son más pequeños. En general, la conducta bajo los precios que se consideran conocidos a cualquier nivel, es cualitativamente diferente de la conducta bajo la incertidumbre.

Recientemente, THEIL [28] y SIMON [25] han demostrado que cuando la función de beneficio es cuadrática, hay una certidumbre equivalente; esto es, en cualquier momento de tiempo, incluso en un problema de decisión secuencial, los actos realizados en el período inmediatamente siguiente son lo mismo que serían si los precios futuros se conociesen con la certeza de que son iguales a sus esperanzas matemáticas. En el período próximo se ha hecho la observación de que deben adoptarse una nueva serie de decisiones, aunque conforme al mismo esquema; de aquí resulta cierto que la adquisición de información tiene un valor que no tendría en un mundo de certidumbre.

óptima, o más precisamente de aumentar la esperanza de pago. Por consiguiente, este aumento en los beneficios tiene que equilibrarse frente al coste de la adquisición de dicha información. Este tipo de información que supone un conocimiento de aquellos elementos del estado presente del sistema que son importantes ante las próximas tomas de decisión de cada período, puede denominarse *información secuencial*.

En un verdadero problema de decisión secuencial, las consecuencias de cualquier decisión se extienden hasta el infinito. En muchos problemas de este tipo las decisiones que se toman en un período cualquiera son de la misma forma; tal naturaleza repetitiva permite tratar a veces los problemas de decisión secuencial más sencillos por métodos analíticos (4). Por lo general, esto no

(4) Designemos por x la información aprovechable para cualquier período de tiempo; y , una variable de decisión para el próximo período; u , una variable aleatoria; $P(y, x, u)$, la función de pago en un período particular; a , un tipo de descuento (supuesto constante), y $\bar{x}(y, x, u)$, la información transmitida al período próximo. Dado que la acción y puede depender solamente de la información x , el problema de decisión secuencial consiste en la elección de una función $\bar{y}(x)$ tal que maximice el valor esperado de los rendimientos futuros descontados:

$$(1) \quad \sum_{t=0}^{\infty} a^t E \{ P [y(x_t), x_t, u_t] \} = Q [y(x), x_0],$$

en donde x_0 viene dada inicialmente,

$$x_t = \bar{x} [y(x_{t-1}), x_{t-1}, u_{t-1}] \text{ para } t \geq 1$$

y u_t es el valor de la variable aleatoria en el tiempo t .

Dada la naturaleza de la ecuación (1), o a partir de consideraciones generales, puede verse fácilmente que cuando llega el momento 1, la situación es esencialmente la misma; el valor esperado de beneficios futuros, considerado desde el tiempo 1, es la misma función, pero con un nuevo valor x_1 para la información inicial, como la que viene suministrada por $Q [y(x), x_1]$. Desde el punto de vista del tiempo 0, esta última expresión es una variable aleatoria, dado que a través de $x_1 = \bar{x} [y(x_0), x_0, u_0]$ depende de la variable aleatoria u_0 . En el tiempo 0 el valor esperado de rendimientos futuros igualará la función de pago esperada en el período inmediato más el valor esperado de futuros rendimientos desde el punto de vista del tiempo 1 descontado tras un período:

$$(2) \quad Q [y(x), x_0] = E \{ P [y(x_0), x_0, u_0] + a Q [y(x), x_1] \}.$$

En particular, siendo $y^*(x)$ la función de decisión óptima y

es posible desde el punto de vista del cómputo, incluso cuando es formalmente posible. En la práctica, sustituimos un determinado problema de decisión de un período que puede denominarse problema de decisión próxima, por el secuencial cierto. La utilización del análisis estático en la ciencia económica que opera con problemas dinámicos no se encuentra al alcance de nuestras posibilidades, en una ilustración de este punto metodológico; el análisis de renta keynesiano es un ejemplo más reciente. Una sustitu-

$$Q[y^*(x), x_0] = Q^*(x_0),$$

los correspondientes valores esperados de rendimientos futuros;

$$(3) \quad Q^*(x_0) = \max Q[y(x), x_0].$$

Si $y(x) = y^*(x)$ en (2).

$$(4) \quad Q^*(x_0) = E\{P[y^*(x_0), x_0, u_0] + a Q^*(x_1)\}.$$

Ya que $y(x)$ es la política óptima, como se indicaba en (3), el valor de $Q^*(x_0)$ no puede aumentarse cambiando la decisión inmediata $y(x_0)$ por cualquier otro valor y . De aquí, deducimos la relación fundamental llamada frecuentemente el *principio del óptimo*,

$$(5) \quad Q^*(x_0) = \max E\{P(y, x_0, u_0) + a Q^*[\bar{x}(y, x_0, u_0)]\},$$

en donde x_1 ha sido reemplazada por su fórmula definida para deducir la dependencia del último término con y . La ecuación (5) es una ecuación funcional que caracteriza la función $Q^*(x_0)$ y determina así el máximo valor esperado posible de los rendimientos futuros descontados por cualquier valor inicial de información x_0 . Es curioso que la solución para cualquier x_0 dado se obtiene considerando el problema para todas las x_0 simultáneamente. En la mayor parte de las aplicaciones la solución de (5) lleva consigo la determinación de la política óptima $y^*(x)$; la solución, no obstante, no es de fácil significado, en general.

Hay que advertir que la formulación anterior es muy general. En la mayor parte de las aplicaciones económicas las condiciones iniciales x_0 incluyen los activos de capital de todo tipo, así como la información en sentido estricto. Como se hacía notar en el texto, la teoría usual del capital puede ser expuesta de la forma anterior cuando no haya variables aleatorias. Sería fácil demostrar que gran parte del razonamiento utilizado en la teoría del capital ha hecho uso del principio del óptimo. El reconocimiento explícito de este principio se deduce del trabajo de P. MASSÉ [20] (aun cuando la formulación es algo diferente) y de A. WALD sobre el análisis secuencial de datos estadísticos, que puede considerarse como un caso especial (ver [32] especialmente TEOREMA 4,2 en la pág. 105). Una aplicación a la teoría de la existencia de activos fué suministrada por ARROW, HARRIS y MARSCHAK [2]; V. también DVORETZKY, KIEFER y WOLFOVITZ [7]. R. BELLMAN fué el primero en ver la generalidad del procedimiento, al cual ha dado el nombre de *programación dinámica*; V. entre muchas otras publicaciones [3]. Una formulación elegante reciente es la de S. KABLIN [14].

ción semejante no es solamente un pensamiento sin fundamento (aunque esto puede ocurrir); viene necesariamente impuesta por la limitación de nuestros recursos de cómputo (incluyendo los recursos mentales).

Para evitar confusionismos, el problema de decisión próxima debe describirse como reflejo de algunas características del problema de decisión secuencial, del cual se abstrae. Sería equivocado suponer que el problema de decisión próxima aparece correctamente descrito, considerando solamente un periodo del problema de decisión secuencial original; ello sería tanto como suponer que el mundo está llegando a su fin después de cada periodo. En el ejemplo del inventario, las existencias que sobran al fin de un periodo tienen un valor al encontrar futuras contingencias, incluso aunque no tengan ninguno desde el punto de vista del periodo considerado. En el problema de decisión próxima, la función objetiva debe modificarse para dar un valor a estas existencias. Por tanto, un Estado que hace planes cada año no debería tender a agotar sus reservas de valores exteriores a fin de año, ya que es útil, ante la incertidumbre del futuro, tener un balance positivo. La experiencia británica de después de la guerra debiera sugerir que un fracaso al no tener en cuenta este punto elemental puede llevar a la necesidad de costosos y rápidos ajustes.

De la misma forma, la función objetiva para el problema de decisión próxima debe atribuir un valor positivo a la información secuencial, incluso aunque la información no se emplee en el periodo corriente. El argumento es rigurosamente análogo.

Por supuesto, la función objetiva para el problema de decisión próxima no puede conocerse perfectamente ya que tal conocimiento supondría haber solucionado por completo el problema de decisión secuencial. Pero es posible idear algunas aproximaciones. Tenemos dos esperanzas de que nuestra aproximación no sería demasiado mala: una, es que el aumento de la experiencia debe permitirnos mejorar nuestro conocimiento de esta función, y la otra, consiste en que las consecuencias del lejano futuro, en cualquier caso, no importan demasiado a causa de la preferencia e incertidumbre temporal (5).

(5) En términos de la nota precedente, el problema de decisión próxima debiera formularse reemplazando Q^* por una predicción plausible, es decir,

Permitásenos volver sobre la segunda forma de incertidumbre mencionada anteriormente: la incertidumbre sobre las propias ecuaciones estructurales. A diferencia de la situación previa, hay un crecimiento acumulativo de conocimiento; como el número de observaciones se hace mayor, existe un aumento en la eficiencia con que estimamos nuestros parámetros. La información utilizada de esta forma puede designarse como *información acumulativa*.

Estas consideraciones generales sobre la naturaleza de la política económica estatal pueden exponerse de una forma ligeramente distinta. Hay en realidad tres tipos de tiempo, o más, precisamente tres formas diferentes en las cuales el tiempo entra al formular la política óptima. Existe tiempo secuencial por el hecho de que los acontecimientos económicos y sus consecuencias se desarrollen en el tiempo. El tiempo secuencial surge principalmente porque las existencias y las corrientes son variables económicas, aunque pueden existir retrasos debidos a otras razones; el tiempo secuencial es el tiempo de la teoría clásica del capital. Existe tiempo de cálculo; incluso en una optimización para un solo periodo, la computación no es nunca instantánea. El cómputo es ordinariamente iterativo; hay una secuencia de conjeturas alternativas y de "feed-backs" de información que sugieren modificaciones. Si todo se desarrolla adecuadamente, el proceso convergerá, aunque generalmente, sólo después de infinito tiempo. El tiempo de cómputo es el tiempo de la dinámica del ajuste del mercado y análisis de la estabilidad en la teoría económica usual, si consideramos a los mercados como artificios de cálculo para lograr un óptimo (6).

por \bar{Q} , en el segundo miembro de (5), que se reduce entonces a un simple problema de maximización. El resultado de la operación admitiría un nuevo valor para $Q^*(x_0)$, al menos para el valor particular de x_0 al comienzo, y así en el futuro estaríamos en disposición de utilizar, al mismo tiempo, una conjetura más adecuada \bar{Q} ; si a es suficientemente pequeña (el efecto se descuenta bastante agudamente), el efecto de una predicción incorrecta puede hacerse pequeño.

(6) El concepto de mercados de competencia como un artificio de cálculo, que resuelve un sistema de ecuaciones por aproximaciones sucesivas, está implícito virtualmente en todo el pensamiento económico desde ADAM SMITH. Se ha suministrado una formulación muy explícita por L. WALRAS [33]

La tercera clase de tiempo es el tiempo acumulativo, debido al conocimiento creciente de las leyes de la naturaleza, no solamente en la propia economía sino también en la tecnología de la producción y posiblemente en la psicología del trabajador y consumidor. Un estadístico puede considerar el tiempo acumulativo como un aumento en el tamaño de la muestra; un psicólogo, como un avance en el conocimiento; un antropólogo, como una evolución cultural. El concepto de tiempo acumulativo ha jugado un papel formal reducido en la economía, aun cuando las referencias al crecimiento del conocimiento, como la mayor parte de las fuentes de la riqueza, se encuentran entre los economistas menos ortodoxos (7). Los estudios empíricos recientes conceden gran importancia a la acumulación de información como el principal recurso del crecimiento económico (8). Por supuesto, estos estudios hacen referencia al conocimiento tecnológico; me gustaría creer que tal acumulación puede ser tan característica de la economía como del conocimiento físico.

Correspondiendo a los tres tipos de tiempo, existen tres tipos de información a los que podemos designar con sus nombres correspondientes. En realidad, si yo entiendo acertadamente algo de la Filosofía Científica reciente, la acumulación de información y el paso del tiempo son en realidad la misma cosa (9). Para evitar confusión, permítaseme decir que los tres tipos de información no son necesariamente exclusivos; la misma información puede servir dos o tres de las funciones de la información secuencial, de cómputo o acumulativa.

Consideraremos cada una de estas funciones de datos por separado. Para una mayor precisión en la discusión, suponemos que

(páginas 162-163, 169); para una formulación distinta Vid V. PARETO [21] (páginas 233-234): "Si on pouvait vraiment connaître toutes ces equations, le seul moyen accessible aux forces humaines pour les résoudre, ce serait d'observer la solution pratique que donne le marché." Una gran importancia se concedió a este punto de vista para un economista socialista, por O. LANGE [15], págs. 70-82.

(7) V., por ejemplo, VERLEN [31].

(8) ABRAMOVITZ [1]; SCHULTZ [24].

(9) Ejemplo, GRÜNBAUM [10].

la función objetiva de la Economía depende de las rentas nacionales presentes y futuras y de su distribución.

Información secuencial.—Lo que aquí necesitamos es una rápida visión de la economía lo suficientemente detallada como para llevar a efecto, de un modo razonable, pronósticos acertados de los efectos de las políticas alternativas a corto plazo. Pienso que no es difícil observar que este modesto objetivo está lejos de lograrse en el momento actual. Permítaseme enumerar unas pocas partidas que no vienen enteramente medidas sobre bases anuales o lo están con amplios márgenes de error admitidos previamente: las reservas de activos clasificadas por mercancías, las reservas de capital fijo por producto (una medida independiente de las cuotas de depreciación), las corrientes interindustriales, las diferencias geográficas en el coste de vida, la distribución de la renta, los ahorros personales, la clasificación de los gastos estatales por mercancías. Esta lista no es el resultado de un estudio sistemático, sino un número de partidas en las cuales he encontrado deficiencias con motivo de mi labor en los últimos años. Incluso en lugares en los cuales estas cifras están disponibles, un examen detenido muestra que su cuantía está lejos de ser la adecuada (10).

La experiencia de otros países es aún peor que la nuestra. Un caso destacable especialmente es el británico, sobre todo desde que en dicho país se intentó llevar a cabo una planificación más detallada y, como consecuencia, era necesaria una mayor cantidad de información económica; es alarmante encontrar que una nación intentase planificar en una situación inflacionista, y especialmente dirigir la asignación de recursos entre el consumo y la inversión, cuando no existían investigaciones de los objetivos de consumo e inversión y el ahorro se estimaba solamente de forma residual (11).

Pienso que es razonable considerar que el gasto en la infor-

(10) El completo y honrado recuento de los recursos de nuestra renta nacional en [30], Parte III, muestra las insuficiencias en muchas regiones. Ver, por ejemplo, la discusión de estadísticas sobre nuevas construcciones.

(11) Para un reconocimiento del papel de la insuficiente información en la planificación británica, ver MARRIS [19], págs. 10-12; para algunas sugerencias constructivas, ver págs. 32-38.

mación secuencial está probablemente lejos y por debajo del nivel óptimo como viene determinado por su productividad social-marginal. Me gustaría aclarar que no deseo criticar las oficinas estadísticas del Gobierno de los Estados Unidos; mi impresión es que la ingenuidad y laboriosidad del trabajo estadístico en América es considerablemente superior la de cualquier otro país. Lo que afirmo es que son necesarios gastos superiores de los 10 a los 20.000.000 de dólares asignados normalmente para este fin.

Información de cómputo.—A causa de la imposibilidad de formular soluciones explícitas ante cualquier problema de cómputo que sobrepase un nivel corriente, necesitamos un sistema de indicaciones para corregir las faltas. Podemos suponer que el Gobierno adopta una política determinada, por ejemplo, un tipo de redescuento o un nivel de gastos en obras públicas y vigila algunas variables observadas para sugerencias de cambio. El análisis económico usual considera al mercado como ejecutor de esta función; los precios reaccionan ante la falta de equilibrio entre la oferta y la demanda. De la misma manera podemos esperar que la política monetaria o fiscal del Gobierno reajuste los movimientos del nivel general de precios, o del nivel de empleo. En la Economía que procura determinar la inversión directamente existirían acaso desigualdades en la productividad marginal del capital que constituirían las indicaciones.

Una implicación derivada de la experiencia de cómputo es el valor de la rapidez en las respuestas. El ministro de Hacienda británico hacía notar recientemente que tratar de conocer las variaciones en las reservas de divisas con la información existente era semejante a tratar de alcanzar un tren con la guía del año anterior. La rapidez es algo que puede conseguirse, en parte a través de gastos más elevados, y en parte mediante una pérdida de precisión, así como por una sustitución de enumeraciones completas por muestreos. (Sin embargo, para obtener series históricas aceptables con otros propósitos, particularmente información acumulativa, es necesario realizar periódicamente encuestas con enumeraciones completas que sirvan como punto de referencia.)

Yo creo que serán necesarios nuevos tipos de información para impulsar el proceso de cómputo. En principio, puede esperarse para ver el efecto de un cambio en el tipo de redescuento sobre el

nivel de precios, pero es fácil que se demore durante largo tiempo y en cualquier caso el sistema económico es una matriz de experimentación claramente incontrolada. Será necesario aumentar la intensidad de las observaciones. A lo largo de la línea de actividad de los estudios de inversión de la *Securities and Exchange Commission*, será posible resolver por interrogación directa a lo que se extienden los proyectos de consumo e inversión y en lo que hayan sido contraídos por los cambios en el tipo de interés. No dudo que nuestras técnicas de encuestas para examinar estos problemas están todavía sin pulir; y dudo que puedan ser mejoradas sin ponerlas en práctica.

Información acumulativa.—En este campo especialmente reside el papel y obligación del economista de sugerir qué información es importante y necesaria. Se ha gastado demasiada energía en exprimir hasta la última gota el jugo de los datos antiguos recogidos con diferentes propósitos referentes al diseño de nuevos tipos de datos. Cualquier extensión de información con propósitos secuenciales o de cómputo será útil para aumentar la comprensión de los principios económicos. Pero son necesarias unas cuantas sugerencias adicionales. Es conveniente con una finalidad determinada iniciar nuevas series de tiempo aun cuando puedan existir de años anteriores informaciones acumulativas suficientes, para llevar a efecto valiosos análisis.

Pero la escasez de información de series cronológicas en la actualidad nos obliga a considerar estudios de sección mixta de uno u otro tipo. Se han realizado dos ejemplos de tipos de estudios, pero todavía no en la escala lo suficientemente manejable como para averiguar la estructura de la producción (12), estudios de

(12) Un interesante estudio de este tipo fué realizado para el transporte aéreo por L. BREGUET, informado por E. H. PHEPS BROWN [22], págs. 249-259. Más recientemente ha habido un número creciente de tales estudios, en parte deducidos de la programación lineal y otras formas de análisis de actividad, incluyendo los de A. P. CARTER (GROSSE) [4], sobre la industria textil del algodón; H. B. CHENERY [6] sobre la conducción del gas; A. R. FERGUSON [8] sobre el transporte aéreo. A. CHARNES, W. W. COOPER y B. MELLON [5], y A. S. MANNE [16] sobre diversos aspectos del petróleo y trabajos inéditos de H. MARKOWITZ [17] sobre trabajo del metal. V. también una consideración general de este trabajo en H. MARKOWITZ [18].

renta (por ejemplo, observaciones repetidas para los mismos individuos sobre su renta en el tiempo) y variables asociadas para llegar a una mejor comprensión de la dinámica de la distribución de la renta (13). Quizá ha llegado el momento de controlar la experiencia sobre motivación y conducta económica de acuerdo con el sistema desarrollado por los psicólogos sociales.

Discreción contra automatismo.—Las reflexiones anteriores arrojan alguna luz sobre la cuestión entre políticas discrecionales y reglas automáticas. Una regla automática que no incluya entre sus variables toda la información válida importante no es óptima (14). Por otra parte, la especificación de tales reglas en presencia de una considerable masa de información se convierte rápidamente en poco práctica. En términos de la discusión anterior, la determinación de la regla automática óptima lleva consigo la solución de un problema de decisión secuencial que no es posible ordinariamente. Actuamos solucionando o intentando aproximarnos a la solución de un problema de decisión próxima. La elección del problema inmediato y de los métodos de cómputo son actos de juicio que pueden mejorar con tiempo y experiencia. Parece haber una marcada tendencia a defender los procedimientos discrecionales bajo condiciones de incertidumbre.

Ahora bien, el defensor de las reglas automáticas garantizará posiblemente la ineficacia de cualquier regla automática práctica referente a un ideal, pero argumenta que la pérdida será compensada con exceso por la subjetividad y parcialidad de la discreción de los administradores. Un incremento considerable de la masa de información debiera evitar este punto, por lo que yo supongo que el objeto de la discrecionalidad se reducirá extraordinariamente aumentando el conocimiento, incluso si las políticas implicadas en la información no pueden explicarse fácilmente en una fórmula previa (15).

(13) V. M. FRIEDMAN y S. KUZNETS [9], SOLOW [26] y SUMMERS [27].

(14) La política óptima $y^*(x)$ de la nota 4 sería una regla automática, si pudiese establecerse.

(15) V. SAVAGE [23], pág. 156, para la consideración de que las observaciones se encuentran entre los medios para reducir las diferencias interpersonales en el juicio.

Conclusión.—En vista de la magnitud de un sistema económico, debería tomarse solamente un pequeñísimo porcentaje de la mejora en la estabilidad o desarrollo económico para que merezca la pena cualquier recogida de datos. La situación es semejante a los resultados obtenidos por el uso de programas lineales en la industria; las ganancias son pequeñas en proporción a los niveles de beneficios previos, pero mucho mayores que los costes de programación. En ningún país existe una adecuación con respecto a sus datos. En particular, los países subdesarrollados, con sus programas ambiciosos, debieran examinar si la productividad marginal de las inversiones en mejorar las estadísticas económicas es acaso no más elevada que cualquier alternativa posible; tienen más necesidades y menos datos.

KENNETH J. ARROW

REFERENCIAS

- [1] ABRAMOVITZ, Moses: "Resource and Output Trends in the United States Since 1870", *American Economic Review, Papers and proceedings of the American Economic Association*, XLVI, 5-23 (mayo 1956).
- [2] ARROW, Kenneth J., THEODORE HARRIS y JACOB MARSCHAK: "Optimal Inventory Policy", *Econometrica*, 19, 250-272 (julio 1951).
- [3] BELLMAN, Richard: *An introduction to the theory of Dynamic Programming*. Santa Mónica, California: The RAND Corporation, 1953.
- [4] CARTER (GROSSE), Anne P.: "The Technological Structure of the Cotton Textile Industry", en W. W. Leontief (ed.) *Studies in the Structure of the American Economy*, pp. 360-420. New York, Oxford University Press, 1953.
- [5] CHARNES, A. W. W. COOPER y B. MELLON: "Blending Aviation Gasolines. A Study in Programming Interdependent Activities in an Integrated Oil Company", *Econometrica*, 20, 135-159 (1952).
- [6] CHENERY, Hollis B.: "Process and Production Functions from Engineering Data", en W. W. Leontief, *op. cit.*, pp. 297-325.
- [7] DVORETZKY, A., J. KIEFER y J. WOLFOWITZ: "The Inventory Problem", *Econometrica*, 20, 187-222, 450-466 (1952).
- [8] FERCUSON, Allen R.: "Commercial Air Transportation in the United States", en W. W. Leontief, *op. cit.*, pp. 421-447.
- [9] FRIEDMAN, Milton y Simon KUZNETS: *Income from Independent Professional Practice*. New York: The National Bureau of Economic Research, 1945.
- [10] GRÜNBAUM, Adolf: "Time and Entropy", *American Scientist*, 43, 550-572 (1955).
- [11] HART, Albert G.: *Anticipations, Uncertainty, and Dynamic Planning*, New York: Augustus M. Kelley (reprinted), 1951.
- [12] ———: "Risk, Uncertainty, and the Unprofitability of Compounding Probabilities", en O. Lange, F. McIntyre y T. O. Yntema (eds), *Studies in Mathematical Economics and Econometrics*, pp. 110-118. Chicago: University of Chicago Press, 1942.
- [13] HICKS, J. R.: *Value and Capital*, 2.ª ed. Oxford: The Clarendon Press, 1946.
- [14] KARLIN, Samuel: "The Structure of Dynamic Programming Models", *Naval Research Logistics Quarterly*, 2: 285-294 (1955).
- [15] LANCE, Oskar y Fred M. TAYLOR: *On the Economic Theory of Socialism*, editado por B. Lippincott: Minneapolis: University of Minnesota Press, 1938.
- [16] MANNE, Alan S.: *Scheduling of Petroleum Refinery Operations*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1956.
- [17] MARKOWITZ, Harry: "Process Analysis of U. S. Technology" (abstract), *Econometrica*, 22: 515 (1954).
- [18] ———: "Industry-Wide, Multi-Industry and Economy-Wide Process Analysis", en capítulo 5 en T. Barna (ed.), *The Structural Interdependence*

of the Economy. New York and Milan: John Wiley & Sons y A. Giuffrè (n. d.).

[19] MARRIS, Robin: *The Machinery of Economic Policy*. London: Fabian Research Bureau, núm. 168, 1954.

[20] MASSE, Pierre B. D.: *Les réserves et la régulation de l'avenir dans la vie économique*. Paris: Hermann et Cie., 1946.

[21] PARETO, Vilfredo: *Manuel d'économie politique*, 10 ed. Paris: Marcel Giard, 1927.

[22] PHELPS BROWN, E. H.: "Cost Categories and the Total Cost-Function", *Econometrica*, 4: 242-263 (1936).

[23] SAVAGE, Leonard J.: *The Foundations of Statistics*. New York and London: John Wiley & Sons and Chapman Hall, 1954.

[24] SCHULTZ, Theodore W.: *The Economic Test in Latin America*. Ithaca, New York: Bulletin 35, New York State School of Industrial and Labor Relations, Cornell University.

[25] SIMON, Herbert A.: "Dynamic Programming under Uncertainty with a Quadratic Criterion Function", *Econometrica*, 24: 74-81 (enero 1956).

[26] SOLOW, Robert: *On the Dynamics of the Income Distribution*. Disertación doctoral sin publicar, Harvard University, 1951.

[27] SUMMERS, Robert: *An Econometric Investigation of the Size Distribution of Lifetime Average Annual Income*. Stanford, California: Technical Report núm. 31, Contract n6onr-25133 (NR-047-004. Department of Economics, Stanford University.

[28] THEIL, Henri: "Econometric Models and Welfare Maximisation", *Weltwirtschaftliches Archiv*, 72: 60-83 (1954, 1).

[29] TINBERGEN, Jan: *On the Theory of Economic Policy*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1952.

[30] UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE: *National Income: 1954. Edition, A Supplement to the Survey of Current Business*. United States Government Printing Office, 1954.

[31] VEBLÉN, Thorstein: "On the Nature of Capital" en *The Place of Science in Modern Civilization and Other Essays* pp. 824-386. N. York: B. W. Huebsch, 1919.

[32] WALD, Abraham: *Statistical Decision Functions*. New York y Londres: John Wiley & Sons and Chapman & Hall, 1950.

[33] WALRAS, León: *Elements of Pure Economics*, translated por W. Jaffé. Londres: George Allen & Unwin, 1954.