

PROBLEMAS DE LA EMPRESA

I

La Complejidad de Informar y de Futurir

II

**El Problema de las Alternativas
y de las Preferencias**

Por José María CARBALLO FERNANDEZ

I

La Complejidad de Informar y de Futurir

I N D I C E

I.—EN TORNO AL ARTE DE FUTURIR:

- 1) Previsión y Futurología.
- 2) Determinismo, proyección y "herencia".
- 3) Autoperturbación de las predicciones.
- 4) Alternativas y "Estados del Mundo".

II.—LA COMPLEJIDAD INFORMÁTICA:

- 1) Mensajes y Entropía.
- 2) Inacuracidad de pronósticos.
- 3) Sectorialización y acuracidad.
- 4) Redundancia y Significación.

I

La Complejidad de Informar y de Futurir

I

EN TORNO AL ARTE DE FUTURIR

“Contra lo que suele creerse, ha sido normal, en la Historia, que el porvenir sea profetizado.”

(ORTEGA Y GASSET en *La rebelión de las masas.*)

1) Previsión y Futurología.

El punto de partida de cualquier pretensión de acción empresarial, concebida la empresa en sentido amplio, exige la información, la obtención de datos, la selección de objetivos y la creación de inputs suficientes para la determinación analítica de los óptimos. La fase informática es esencialmente sintética, es decir, dialéctico-interpretativa.

Hace mucho tiempo que la previsión económica ocupa una parte esencial del pensamiento científico. Baste aludir a los primeros trabajos, en la inmediata postguerra de la primera guerra mundial, e incluso a estudios tan alejados en el tiempo como las de Juglar.

El barómetro de la Babson Statistical Organisation se componía, como se sabe, de tres partes fundamentales, sintetizables por: Speculation; Business; Money. En resumen, un antecedente del *conocidísimo* barómetro de Harvard.

En la postguerra de los años veinte de este siglo, nacieron y se desarrollaron los diferentes institutos de coyuntura: el Institut für Konjunkturforschung alemán; los de Viena, Varsovia,

Lovina, Budapest, Stockholm, URSS, Francia..., etc. Estos institutos han de considerarse consecuencia directa del llamado viernes negro de 1929, en Wall Street, que marcó el principio de la angustia económica, con el fracaso de los barómetros de la *Babson Statistical*, que fueron incapaces de revelar y pronosticar la tormenta.

Después de la segunda guerra mundial, todos los organismos conyunturales vieron fortalecidas sus misiones, y sucesivas y frecuentes convenciones internacionales han permitido poner en común las dificultades programáticas (y problemáticas) para una mayor eficacia de los servicios.

Y es que el esquema general de la acción económica se reduce, según Sauvy, a la sucesión: Estadística → diagnóstico → → pronóstico → política, desplegada en el tiempo.

Las tres primeras etapas se refieren al denominado Nivel informático y comprende datos de base estadística, hechos no estadísticos y no cifrables y los elementos meta y extra-económicos, ordenados a componer un input coherente para la acción, diferida en el período de proceso.

En la fase estadística, es inevitable: medir, con los mismos instrumentos metodológicos y en la misma forma; evitar la resistencia a la información, en las diferentes fuentes; esterilizar las causas de error procedentes de formas de interrogar que den origen a desvíos sistemáticos (Bias); etc.

Es también importante eliminar los errores derivados de la interpretación de los datos, así como utilizar inteligentemente los métodos del llamado análisis espectral, para tener en cuenta las incidencias del desarrollo temporal (Trend, ondas estacionales; complejo de componentes cíclicos, oscilaciones de azar; ...).

No pueden ser desdeñados los informes de carácter de rumor y tampoco conviene olvidar que todo tránsito informativo está influido por los ruidos semánticos y de comunicación, inevitables por la falibilidad de los medios y por la imposibilidad de lograr interpretaciones, *SITUATIONFREI*, de los datos.

El diagnóstico descriptivo es poco elocuente, imponiéndose el diagnóstico explicativo, siempre difícil. De la previsión empírica, hace falta pasar a la previsión razonada.

H. G. Wells, en "Anticipations", declaraba que la profecía moderna debería constituir una rama de la filosofía y seguir, exactamente, el método científico.

El arte previsional, en general, consiste en pasar de los conocimientos de la situación actual a la futura y, como observó Lenz, hubo de usar, como instrumento idóneo para las prospecciones, las probabilidades.

El conjunto de disciplinas orientadas a predecir el futuro (más o menos lejano), han recibido el nombre reciente de FUTUROLOGIA, cuyos padres fundadores suelen considerarse Wells; Berger; Gabor; Jouvenel; Baade; Tinbergen; Fourastié; Armand; Polak; etc....

Alguno de los métodos no temió aludir a las prácticas paganas, como sucede con el conocido bajo la denominación de DELPHI METHOD, consistente en un POOL de opiniones de expertos y en la construcción de un CONSENSUS, a través de una serie de consultas que permiten la manipulación de un abanico de expectativas capaces de hacer posible un más exacto CERNIDO del futuro.

Hay una tarea enormemente ardua y difícil: descomponer en todas las formas posibles el espectro de las previsiones y obtener un análisis cuantitativo, que nos diga lo que no sabemos, desde aquello que creemos saber. Estas son palabras de Schoup, jefe del equipo de prospectiva de la Westinghouse.

2) Determinismo, proyección y "herencia".

La Teoría económica clásica, como se sabe, centraba su capacidad de pronóstico en las relaciones deterministas. Y esta corriente fue tan fuerte, que economistas como SCHUMPE-TER llegaron a considerar a WALRAS entre los cuatro economistas más grandes de todos los tiempos. (P. A. Samuelson, en "Economist and the History of Ideas", en Am. Econ. Rev., marzo de 1962) al lado de Cournot, Quesnay y Marshall. Sin

embargo, las teorías de estos autores no conducían a sistemas solubles en orden a la predicción y la prognosis. Morgenstern hizo resaltar la insolubilidad de sistemas semejantes, en su "Experiment and Computation".

La orientación macro-económica ha puesto su énfasis en el uso de modelos, sintetizados en ecuaciones matemáticas, en los que se tienen en cuenta variables significativas referidas a diversos momentos de tiempo, en un intento de dinamizar las influencias.

En el fondo, algunos métodos, considerados como ingenuos, se bāsaban en las hipótesis de: suponer el futuro análogo al presente; posible extrapolación del Trend; permanencia de las oscilaciones periódicas experimentadas en el pasado. Y la realidad es que estos métodos, por groseros que parezcan, constituyen aún fundamento ineludible de los trabajos de prognosis. Meraud afirmó que incluso los métodos más sutiles los utilizan. El principio del mantenimiento de la tendencia se apoya en la confianza en la inercia y en el principio de razón insuficiente.

Theil, en sus trabajos sobre la predicción económica, puso de relieve que todas las estimaciones de carácter científico se generan por el postulado de que algo permanecerá constante. ESE ALGO QUE PERMANECE ES LA VERDADERA ESENCIA DE LA TEORIA DE LA PREDICCIÓN.

En el grado en que se toman en cuenta, los datos del pasado plantean el problema de la extensión del horizonte informativo y de la "PROFUNDIDAD TEMPORAL".

Intuitivamente, parece evidente que el futuro inmediato debe depender de los datos inmediatamente precedentes y que los antecedentes lejanos tienen un peso escaso. Basta recordar los procesos de tránsito probabilístico de carácter marcoviano, en la ruleta —que disminuye con la distancia en el tiempo—. Pero la contemplación de las influencias a lo largo del tiempo exigiría, en los trabajos de predicción económica, el uso de Funcionales analíticos.

Ya Evans aplicó teóricamente, a las curvas de la demanda, un principio usado por Volterra en las ciencias físicas, para tener en cuenta la influencia de los estados de periodos ante-

riores, en lo que Picard denominó Mecánica Hereditaria, planteamiento que llevó a considerar Funcionales Analíticos y que, a través de sus desarrollos en serie análoga a la de Taylor, de la que se toman los términos lineales (herencia lineal), conduce a ecuaciones integrales e integro-diferenciales; es decir, a ecuaciones en que la función incógnita entra bajo el signo de integral (finita o no). El uso de Funcionales, en la Dinámica Económica, fue también aludido por Samuelson, Baumol y otros autores.

No cabe duda de que este tipo de planteamiento exigiría considerar "coeficientes de herencia", constituidos por funciones que, evidentemente, son imposibles de establecer, a no ser que se recurra a graves licencias en el establecimiento de hipótesis simplificadoras, por no disponerse del material informativo necesario, ni estar en condiciones, aún cuando se dispusiese de él, de interpretarlo. Acaso sea ésta la razón de que un planteamiento semejante permanezca en el campo de las abstracciones y no haya sido utilizado en la práctica.

3) Autoperturbación de las predicciones.

La principal dificultad reside en la necesidad de seleccionar, entre todas las variables del contorno, el conjunto de variables significativas. Si $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, \dots, y_N$ son los componentes que definen el vector "Estado del Mundo", es evidente que: en primer lugar, N puede tender a infinito; en segundo lugar, pueden existir relaciones de dependencia; en tercer lugar, no todos son cognoscibles; en cuarto lugar, sólo se es consciente de un número limitado de ellos.

En consecuencia, la empresa ha de operar con un subconjunto "parte propia" del conjunto general. Y hay tantas formas de interpretación como subconjuntos posibles de variables coherentes. Cualquier momento permite una multiplicidad de diagnósticos y la aparente uniformidad, en las concepciones de los diferentes sujetos económicos, se debe a una condicionada manera de contemplar el mundo, por las específicas formas culturales de concebirlo.

De las diferentes variables, unas (endógenas) quedarán sometidas a la previsión empresarial, y otras (exógenas) serán deducidas de las previsiones de carácter general, publicadas por los diferentes centros encargados de las encuestas periódicas sobre las tendencias económicas y del establecimiento de los indicadores fundamentales (por ejemplo del tipo de los del NBER de la OCDE, el MEC, tablas Input-output de los servicios de los Planes Económicos, etc.). Quedan preteridas las variables marginadas y consideradas como no significativas, amén de las ignoradas por desconocer su existencia o su influencia.

Se ha dicho, y es sin duda incontrovertible, que no se conocen exactamente las estructuras económicas sino cuando se ha logrado construirlas, material o intelectualmente. Pero es también evidente que no existen estructuras invariantes y que todo lo económico está sujeto a un proceso evolutivo temporal. En las estructuras de comportamiento, existen ingredientes que se pueden considerar estables, otros en transformación e incluso, como hizo observar Katona, son influidos en forma hipersensible por las circunstancias.

Y como, entre estas circunstancias están las previsiones mismas, hay que aceptar el hecho de que las previsiones económicas influyen en lo previsto, en una especie de principio de indeterminación.

Pero la palabra previsión, para un hombre de nuestros días, significa previsión cifrada. Y Kemp, en un artículo sobre la predicción económica, planteó el problema de la influencia de las predicciones oficiales, apoyando su criterio en la exactitud numérica, concluyendo que la predicción es autodestructiva porque el error, cuando la predicción es hecha, refuerza el error, que se produciría guardando secreto.

Chiang llegó a la conclusión de que las hipótesis de reforzamiento de las predicciones oficiales es válida cuando las predicciones privadas son estáticas; pero que si no lo son puede aparecer el fenómeno de autoanulación (self-nullification).

Grundberg y Modigliani se ocuparon de la demostración de la posibilidad de predicciones públicas correctas, que pueden darse incluso en el modelo estudiado por Kemp. Advirtieron

la posibilidad de que, para ciertos valores plausibles de los parámetros, las predicciones oficiales correctas puedan actuar como factor de inestabilidad, cuestión ya tratada por DEVLETOGLOU, en 1961, y analizada por ellos mismos. Sugirieron que, antes de llegar a una consecuencia sobre el problema, es imprescindible construir modelos más adecuados al comportamiento de las unidades económicas.

Las declaraciones políticas y los programas constituyen fenómenos frecuentes, y las informaciones de los expertos inciden, con el peso de su autoridad, en el mundo real económico, lo que condiciona el conocimiento y la información en la empresa privada.

4) Alternativas y "Estados del Mundo".

El esquema decisional de la Empresa, conforme expuso Chandessais, usa la información para situar el punto del Sample Space a partir del cual se pueda elegir la función de decisión que cumpla determinadas condiciones de óptimo.

Starr dispuso el mecanismo de decisión en forma de una matriz $m \times n$, cuyos elementos son los resultados R_{ij} de adoptar una alternativa dada, a_i ($i = 1, 2, \dots, m$), si el estado del mundo es y_j ($j = 1, 2, \dots, n$).

Los "Estados del mundo" forman un conjunto, definido en función de una clasificación, más o menos precisa, de "modelos" "intelectualmente definidos", lo que significa, en cierto aspecto, una esquematización arbitraria del "Mundo Real", en sí demasiado rico y múltiple para ser contenido en un número finito y saturado de posibilidades. Nadie puede estar tan loco como para pretender conocer todas las alternativas o todos los "Estados del Mundo".

No es este el lugar adecuado para hacer la crítica de los diferentes criterios de elección de alternativas (criterio de Laplace, Wald, Hurwitz, Savage...), en esta especie de "game against Nature". Pero no puede dejar de advertirse que los diferentes "Estados del Mundo" se presentan con diversa probabilidad, aún cuando estas probabilidades no puedan, con rigor, determinarse en forma medible...

Si las probabilidades fueran determinables, sería fácil establecer el resultado probable de cada alternativa conocida (el conjunto de ellas es, evidentemente, no saturado) hábida cuenta de los diversos "Estados del mundo". Se ha propuesto el criterio de máximo valor de la esperanza matemática, aún cuando este criterio es, en algunos casos, el peor. Pero la hipótesis de mensurabilidad es insostenible y no puede eludirse el factor subjetivo, la estimación moral de la probabilidad, que introduce un "alea" que aumenta la incertidumbre, categoría, como se sabe, y advirtió Knight, diferente del riesgo.

Tratar los problemas de la empresa en el campo estocástico, tema al que dedicó un interesante trabajo L.M. Tomasini, en la revista *L'Industria*, implica la conversión de la incertidumbre en riesgo.

Una información perfecta permitiría obtener el resultado máximo, mediante la elección de la alternativa adecuada, para un "Estado del Mundo" dado. El "Valor del juego" sería la suma de los resultados máximos de cada "Estado", multiplicados por la probabilidad correspondiente al mismo, valor mayor, evidentemente, que el valor del game sin información. La diferencia entre los dos valores es la "ganancia de la información", que habrá de compensar (y superar) los costes que impone (*Costs of thinking*).

No es fácil, sin embargo, lograr una información perfecta, ni siquiera contar, a lo largo del tiempo, con experiencias referidas a colectivos y acontecimientos homogéneos.

Lenz solía juzgar los candidatos al empleo de planificadores pidiéndoles ordenar un juego de cartas de todas las maneras concebibles. Encontraba este Test muy revelador de la penetración de espíritu que se exigía de ellos. Lo que significa dar más importancia a la prospectiva psicológica que a la prospectiva tecnológica, de la que, sin embargo, es un ardiente pionero (*Product Engineering 1967*).

Nada puede liberar a la empresa de construir sus probabilidades subjetivas, en la misma forma que ha de formular sus preferencias. He aquí un factor intuicional meta-analítico, difícil de establecer, de transferir..., y de explicar.

II

LA COMPLEJIDAD INFORMATICA

“No porque la Realidad tenga carácter aleatorio, sino porque las relaciones reales son aleatorias, consideradas desde puntos de vista objetivos y lógicos.”

(HEINZ STÖVE en *Oekonomie und Makroökonomie*.)

1) Mensajes y Entropía.

En el esquema cibernético de la empresa, es de advertir que el Nivel Informático, que recibe entre sus elementos y antecedentes los resultados de los procesos de Control, constituye un paso ineludible para llegar a la aplicación de las técnicas de optimización en la adopción de decisiones.

El punto de partida consiste, en consecuencia, en la determinación del punto muestral, en el SAMPLE SPACE, y la estimación de la significación y la acuracidad.

Gilbert King calificó a la información de “sangre vital” de los procesos cibernéticos, que pueden recibirla en forma continua, como por ejemplo sucede en los pares termoelectrónicos, que regulan la tensión en función de la temperatura, o bien en forma discontinua, como sucede con la información económica, ya se refiera, en la empresa, a variables endógenas o exógenas.

Es difícil sintetizar, en unas pocas líneas, el rico contenido de la actual Teoría de la Información, nacida en su rigor actual de los trabajos de Shannon, Hartley, Nyquist, Feinstein, Kinchine, etc., y constituida, en su amplio sentido, por lo que suele denominarse Teoría estadística de las comunicaciones, que comprende desde la detección y el filtraje a los problemas

derivados de los ruidos semánticos y a las distorsiones aleatoria de los mensajes.

La Teoría de la Información, nacida en los laboratorios de la Bell Telephone, fue paulatinamente extendiéndose a otros dominios de aplicación, que comprenden a la estadística y la teoría económica (Kullback; Tilanus; Theil; etc...).

Tomás Hardy solía recordar que “si el arzobispo de Canterbury dijese que Dios existe, estaba dentro de su diario menester. Pero que si afirmase que no existe, nos enfrentaríamos con algo realmente significativo”.

Pues bien, la idea matriz de Shannon se apoyó, como se sabe, en el hecho intuitivo de ser tanto mayor el contenido aportado por la información cuanto menor es la probabilidad del hecho que comunica. Definió, en consecuencia, la CANTIDAD DE INFORMACION por la expresión

$$G(p) = k \cdot \log (1/p)$$

siendo k una constante a determinar y $1/p$ la llamada IMPROBABILIDAD (recíproca de la probabilidad) del mensaje.

Hartley definió, como UNIDAD DE INFORMACION, el BIT, equivalente a la probabilidad $p = 1/2$. De esta forma, habrá de tenerse,

$$G(1/2) = k \cdot \log 2 = 1$$

expresión que permite eliminar la constante $k = 1/\log 2$.

A fin de que k tenga por valor la unidad, se pueden tomar logaritmos de base 2, ya que entonces

$$G(1/2) = k \cdot \log_2 2 = k = 1$$

Con lo cual, $G(p) = \log_2 (1/p)$, es medida logarítmica de lo inesperado del mensaje, según McKay.

Toda información económica implica una clasificación sectorial del mundo, que resulta reflejado en un conjunto de partes definidas como homogéneas, desde el punto de vista interpretativo de función y de valor. Cada mensaje informativo de

carácter económico viene representado por un vector informático cuyas componentes son los estados sectoriales posibles, con un contenido semántico capaz de impulsar y desencadenar determinados comportamientos del órgano receptor.

En el análisis del complejo de inversiones, o de gastos, dados un nivel de precios de cada tipo de bienes o servicios, P_j , y las cantidades de ellos demandadas, Q_j , si M es el total de los gastos o de las inversiones, la variable

$$X_j = P_j \cdot Q_j / M$$

puede ser interpretada como la probabilidad de que se gaste una unidad en el sector de bienes o servicios (j).

Análogamente, los Flow of Funds, intra y extra-empresariales, pueden reducirse, en último extremo, a matrices del tipo análogo a las de Leontieff, con elementos de forma semejante a los coeficientes de probabilidad, ya se trate de entradas o salidas, de imputación a rúbricas internas, de aplicaciones de salarios, de cómputo de resultados, de fuentes de financiación, etcétera.

La predicción, en la empresa, constituye un conjunto cifrado, materializado en un vector de pronósticos, cuya precisión y concordancia con las observaciones ex-post puede poner de manifiesto el éxito o el fracaso de su ORGANIZACION y su capacidad de futurir.

Se define la cantidad promedio de información, de un mensaje constituido por un complejo de elementos, comunicativos, tomando en cuenta las probabilidades de cada información individual. La "esperanza de información" viene representada por la suma de los productos de las probabilidades correspondientes multiplicadas por los logaritmos, en base dos, de las improbabilidades respectivas.

$$H = \sum p_i \log_2 (1/p_i) = - \sum p_i \log_2 p_i$$

en la que ha de cumplirse, por ser las p_i factores de probabilidad,

$$\sum_{i=1}^{i=n} p_i = 1$$

La información tiene propiedades entrópicas —idea sugerida ya por el físico Boltzmann, en el siglo pasado—, es máxima cuando las p_i son todas iguales y precisamente puede ser tratada como una entropía negativa.

La entropía es, como se sabe, una medida de la desorganización. La información lo es de la organización. Y ésta es la razón de que se pueda concebir a la empresa como un centro neg-entrópico.

El carácter logarítmico de la información permite escribir, en el caso de un acontecimiento compuesto (que, en la notación de Tschuprow, puede expresarse $P_{xy} = P_x \cdot P_y^x$)

$$G(P_{xy}) = G(P_x) + G(P_y^x)$$

La presencia de x modifica, desde el punto de vista informático, el valor del mensaje (y). Se puede escribir

$$G(P_y) - G(P_y) = \log_2 \frac{P_{xy}}{P_x P_y} = I(x, y)$$

No es necesario advertir que lo mismo puede definirse $I(y, x)$, que resulta ser igual a $I(x, y)$, definiéndose así la INFORMACION MUTUA DE (X) Y DE (Y).

Hay información mutua solamente en el caso de no independencia, ya que si fuesen independientes se tendría: $P_{xy} = P_x P_y$; $\log_2 (P_{xy}/P_x \cdot P_y) = 0$; $I(x, y) = 0$.

Para dos particiones diferentes del mismo contorno, puede definirse

$$I(x_i, y_j) = \log_2 \frac{P_{x_i y_j}}{P_{x_i} \cdot P_{y_j}}$$
$$I(x, y) = \sum_{i, j} I(x_i, y_j)$$

que es la Trans-información de las Particiones.

2) Inacuracidad y pronósticos.

El cociente de la ENTROPIA ACTUAL, respecto de la ENTROPIA MAXIMA, se denomina ENTROPIA RELATIVA. La diferencia a la unidad de este cociente se dice REDUNDANCIA por significar que, aún cuando esta fracción del mensaje faltara, todavía quedaría completo. Ya veremos el valor e importancia de la redundancia.

Pero es inevitable, en cualquier tipo de mensaje, la introducción de un factor de incertidumbre, que ha sido estudiado como un fenómeno de azar: el ruido o equivocidad. Este factor, como es fácil demostrar, aumenta la entropía, por introducir una variabilidad suplementaria. Y, a parte de los ruidos informativos, cuya imagen más simple es la de un péndulo con hilo elástico, han de tomarse en cuenta los ruidos semánticos, originados inevitablemente en la fase subjetiva de interpretación de los mensajes.

Brillouin demostró que: "para obtener la información, es preciso consumir neg-entropía". El tipo de canal no singular, de Shannon, capaz de transmitir sin pérdida la información íntegra, ha de considerarse como un caso límite irreal.

Las razones anteriores hacen imposible una predicción económica exenta de divergencias, que serán advertidas ex-post, apareciendo como tema central la necesidad de evaluar la aproximación informática al FORECAST económico.

Theil había propuesto, para medida de la inacuracidad de pronósticos, la expresión

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - Y_i)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum X_i^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum Y_i^2}}$$

donde (x_1, x_2, \dots, x_n) es el vector de predicción

y el (y_1, y_2, \dots, y_n) es el vector de observación.

y cuyo valor es función de las desviaciones entre predicción y observación y varía entre cero y la unidad.

Más recientemente, el mismo Theil, Tintner y Tilanus, propusieron una nueva forma de medida de la inacuracidad, basada en la Teoría de la Información.

Si las probabilidades atribuidas en el pronóstico son $p_1, p_2, p_3, p_4, \dots, p_n$ y el mensaje de observación indica nuevos valores experimentales q_1, q_2, \dots, q_n se puede definir la expresión

$$I(q;p) = \sum q_i \log \frac{q_i}{p_i}$$

Esta expresión sólo es nula si $q_i = p_i$ y puede ser interpretada como la diferencia entre las esperanzas matemáticas del pronóstico y del mensaje, evaluadas con las probabilidades ex-post.

Se denomina a $I(q;p)$ INFORMATION INACCURACY de la predicción, en virtud de la realización.

Si hay dos predicciones independientes, (p) y (p') , la expresión

$$I(q;p) - I(q;p')$$

determina la INFORMATION IMPROVEMENT o mejora de la información.

Si se escribe $p_i/q_i = 1 + d_i$

la expresión de la information inaccuracy es equivalente, en la hipótesis de ser $\sum d_i q_i = 0$, a

$$\left(\frac{1}{2}\right) \sum q_i d_i^2$$

es decir, es proporcional a la varianza ponderada. Esta última propiedad indica la equivalencia aproximada con el criterio cuadrático.

3) Sectorialización y acuracidad.

La empresa constituye, en último extremo, un sistema evolutivo, de carácter no anfidromo no determinista, que se ha querido representar, en varios intentos (Palomba, Bellmann, Howard, Cutolo, etc.), como un proceso del tipo marcoviano.

Para ello, fue frecuente partir de un número de clases determinadas, definidoras de la situación de la empresa (rúbricas de balance, procesos esquemáticos, flujos de valor, etc....) y de los coeficientes de interdependencia y conexión que, oportunamente modificados, podían ser interpretados como probabilidades de transición, que cumplen la condición de limitación de valor entre cero y la unidad y suma unitaria. Cutolo, en un artículo publicado en la Rivista di Política Economica, en 1965, se manifestó partidario de considerar constantes, dentro del intervalo del horizonte de interés, los parámetros característicos del desarrollo del sistema. Llegaba, así, a la hipótesis de ergodicidad, en la que el vector límite W era capaz de representar, en la matriz regular de tránsito, la composición estructural de estabilidad del sistema.

Propuso, Cutolo, la utilización de un proceso Bayesiano para evaluar los coeficientes, a fin de definir una MATRIZ MEDIA.

En otro artículo, Cutolo estableció, bajo ciertas hipótesis, la tendencia de la estructura patrimonial de la Empresa a una

configuración límite independiente de la estructura inicial, pero función de los planes de desarrollo y de la dinámica empresarial interna.

En todos estos casos, el punto de partida está constituido por una parcial forma de clasificación del Umwelt, interno y externo, de la empresa, clasificación que, según vamos a ver, ejerce una inevitable influencia en la acuracidad de los pronósticos y, por tanto, en las decisiones y en la política empresarial.

Vimos antes que la inacuracidad resultaba expresada por

$$I(q;p) = \sum_i q_i \log \frac{q_i}{p_i}$$

Supongamos, ahora, que el esquema completo se subdivide en un sistema de partes mutuamente excluyentes y que recubren en totalidad el sistema: $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

Es evidente que la INFORMATION INACCURACY antes definida puede definirse en la forma

$$I(q; q) = \sum_i \sum_j q_j \log \frac{q_j}{q_i}$$

con las condiciones $\sum_i S_i = S$; $S_i \cap S_k = \emptyset$, si $i \neq k$; $j \in S_i$.

Pero

$$\sum_j q_j \log \frac{q_j}{p_j} = q_{s_1} \log \frac{q_{s_1}}{p_{s_1}} + \sum_j q_j \log \frac{q_j}{p_j} - q_{s_1} \log \frac{q_{s_1}}{p_{s_1}}$$

y como

$$q_{s_1} = \sum_j q_j$$

se tendrá

$$I(q; P) = \sum_j q_{s_j} \log \frac{q_{s_j}}{P_{s_j}} + \sum_i q_{s_i} \sum_j \frac{q_j}{q_{s_i}} \log \frac{\frac{q_j}{P_j}}{\frac{q_{s_i}}{P_{s_i}}}$$

$$I(q; p) = \sum_i q_{s_i} \log \frac{q_{s_i}}{P_{s_i}} + \sum_i q_{s_i} I_{s_i}(q; p)$$

La INFORMATION INACCURACY sólo será igual, después de haber sectorializado, si $I_{s_i}(q;p) = 0$, es decir, si

$$\frac{q_j}{p_j} = \frac{q_{s_i}}{p_{s_i}}$$

para todos los componentes, hipótesis restrictiva muy especial.

Únicamente en este caso la inacuracidad total resulta dada por la inacuracidad entre subconjuntos.

Esto pone de manifiesto el extraordinario peso de la forma de clasificar y sectorializar lo económico.

En relación con el tránsito del tiempo, se puede aplicar una teoría análoga a la anterior para juzgar de la inacuracidad de los pronósticos de los coeficientes estructurales hechos en el momento T para el momento T + h.

$$I_{j, T, h} = \sum a_{ij}(T + h) \log \frac{a_{ij}(T + h)}{a_{ij}(T)}$$

que relaciona las estructuras ex-ante y ex-post.

4) Redundancia y Significación.

En repetidas ocasiones, se ha insistido en la necesidad de la redundancia en la obtención de informaciones y se ha destacado el peligro de los estilos telegráficos, que reducen a un mínimo el contenido informático.

Es posible, en casos extremos de reducción, que la falta de un simple fragmento del mensaje implique la falsedad interpretativa y el error decisional, a veces irreversible y no rectificable.

La Naturaleza opera, como es sabido, con un alto nivel de redundancia en sus circuitos cibernéticos biológicos, tendiendo a la seguridad por encima de la economicidad de los medios empleados.

He aquí un tema interesante, digno de ser meditado, en cuanto a la organización informacional de la empresa, y de la Sociedad.

Unas estructuras redundantes implican, como aclaró Kaufmann en su obra "La confiance technique", del año 1969, montaje de circuitos informáticos en paralelo, entre sí intercambiables, que permitan la inmediata entrada en servicio de elementos supletorios, mediante un proceso al que los anglo-sajones han dado el pintoresco, pero significativo, apelativo de "CANNABALIZATION".

Una estructura económica, sin redundancia informativa, es una estructura que ofrece el riesgo máximo de error en los antecedentes y, por tanto, en las decisiones. La redundancia es, en cambio, generadora de la riqueza expresiva, de la penetración inductiva de la profundidad semántica y de la rigurosidad mental.

Es éste uno de los principios de los que la empresa no podrá prescindir, si no quiere exponerse a una precaria y suicida imprecisión en el pálpito del mundo y a la ingrata consecuencia de los errores de decisión.

Acaso la falta de redundancia y los esquematismos de clasificación técnica constituyan, hoy, un factor de riesgo para el futuro de la Economía..., de la política... y del hombre.

BIBLIOGRAFIA

- ROY ASCOTT: *Behaviorist Art and Cybernetics Vision-Cybernetica*, 1965.
- BADIOU: "Modele et Structure". *Rev. de l'Ens. Phil.*, octobre-novembre 1967.
- J. G. VAN BEECK & J. B. VERMETTEN: *Sampling Experiments with Business Interviews Conference Ciret*, 1965.
- S. BEER: "Cybernetics and Management". *E. U. P.*, 1960.
- DANIEL BELL: "Modos de Predicción (sus formas en las ciencias sociales)". *Rev. de Oc.*, 1967.
- F. BONSAK: *Information, Termodinamique, Vie et Pensée*. Gauthier Villar, 1961.
- L. BRILLOUIN: "Science and Information Theory". *Ac. Pren. Inc. N. Y.*, 1956.
- BURACK & BAUM: "Information Technology, Manpower Developpment and organisational Performance". *Ac. of Management Journal*, 1969.
- B. DE CAGNY: "Les Strategies d'innovation dans l'Entreprise". *Ent. Mod. d'edition*, 1969.
- G. C. CARLUCCI: "Previsione annuali a previsioni condizionali con Modelli econometrici". *L'Industria*, 1959.
- CARNAP: *Logical Foundation of Probability*. Chicago, 1950.
- P. CASPAR: *Formation des Adultes ou transformation des Structures de l'Entreprise*. Ed. d'Organisation, 1970.
- ITALO CUTOLO: "Un Modelo dei Sistemi Evolutivi". *Riv. di Pol. Economica*, 1965.
- "Un'analisi della Struttura Patrimoniale d'Impresa". *Riv. di Pol. Economica*, 1963.
- A. CHALMEL: *Le Marketing Management*. Dunod, 1970.

- K. H. CHUNG: "Developpin a Comprehensive Model of Motivation and Performance". *Ac. of Man. Jour.*, 1968.
- A. DOVILLET: *De l'organisation à la gestion previsionnelle*. Ed. d'Organisation, 1970.
- R. VAN DEN DRIESSCHE: "La Route au hasard. Comment ameliorer la Representative dans les enquêtes par sondage". *Hommes et Techniques*, mayo 1968.
- P. ELINA: "Techniques recentes de prevision à court terme". *Hommes et Techniques*, 1970.
- G. C. EVANS: *Mathematical Introduction to Economics*. Mac Graw Hill, 1930.
- ELY EVONS: *Essays in Economics*. Londres, 1961.
- LUIGI FANTAPPIE: *Teoría de los Funcionales Analíticos y sus aplicaciones*. Barcelona, 1944.
- FRED FIEDLER: *Contingency Model of Leadership Effectiveness LPC Score*.
- E. HIERCHE: *Técnicas modernas de Gestión de Empresas*. Aguilar, 1969.
- ISCO: *Rassegna dei Lavori interni dell'Istituto*. Roma, 1964.
- *Atti del Convegno ISCO sulla Programmazione*, 1962.
- GRAZIA IETTO: "Equilibrio d'Impresa in condizioni aleatorie". *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, 1966.
- BERTRAND DE JOUVENEL: *L'Art de la Conjecture. Futuribles*. Ed. du Rocher, 1964.
- KAUFMANN & CULLMANN: *Mathematiques nouvelles pour le Recyclage des parents*. Col. Science de Poche. Dunod, 1968.
- KAUFMANN: *La Confiance Technique*. Dunod, 1969.
- M. C. KEMP: "Economic Forecasting when the Subject of the Forecast is influenced by the Forecast". *Am. Ec.Rev.*, 1962.
- KINCHINE: *Mathematical Foundation of Information Theory*. Dover Pub., 1957.
- KOLB & BRIJATOFF: *Planification et Methodes de Prevision dans l'Entreprise*. Ed. Entreprise Moderne d'Edit., 1969.
- KOOPMAN & KIMBALL: Notes en O. R., "The Technology Press M. I. T.", 1959.

- KULLBACK: *Information Theory and Statistics*. Wiley and Sons, 1958.
- P. L'HERMITE: *La Informática*. Ed. Oikos-Tau, 1969.
- P. MATHELOT: *L'Informatique*. P. U. F., 1969.
- J. MERAUD: "Quelques Methodes de prevision à court terme". *Cahiers de l'Institut des Sciences Economiques Appliquées*, 1961.
- GASTONE MICONE: *Il Metodo del NBER e la sua applicazione in Italia ai Fini delle diagnosi congiunturali ISCO*, 1961.
- F. MODIGLIANI & K. J. COHEN: *The Role of Anticipations in Economic Behavior and their uses in Economic Analysis and Forecasting*. U. of Illinois, 1961.
- MORGENSTERN: *Perfect Foresight and Economic Equilibrium*. R. M. Princeton U. P., 1963.
- PAUL NAYRAC: "Controle et Communication dans la Medicine nouvelle". *Cybernetica*, 1967.
- A. NORTH WHITEHEAD: *On Foresight. The World of Business*. Ed. Simon & Schuster, 1962.
- PARSONS & SMELSEN: *Economia e Società*. Milano, Franco Angeli, 1970.
- A. RENYI: "On the Foundation of Information Theory". *Rev. of Stat. Inst.*, 1965.
- J. ROS: *Anatomie et Physiologie de l'automatisation*. Dunod, 1970.
- P. A. SAMUELSON: "Economist and the History of Ideas". *The Am. Econ. Rev.*, 1962.
- P. SARACENO: *La Programmazione degli anni settanta*. Etas/Kompass, 1970.
- A. SAUVY: "Conjuncture et Prevision Economiques". *P. U. F.*, 1965.
- H. THEIL: *Economic Forecasting and Policy*. N. Holland, 1961.
- "The Information Approach to Demand Analysis". *Econométrica*, 1965.
- *Economics and Information Theory*. North Holland Pub. Co., 1967.
- P. THUILLIER: "L'Epistemologie des Modeles est-elle Bourgeois?" *Atomes*, oct., 1969.
- C. B. TILANUS & H. THEIL: "The Information Approach to the Evaluation of input-output Forecast". *Econométrica*, 1964.
- L. M. TOMASINI: "Il valore dell'Informazione nella Teoria dell'Impresa". *L'Industria*, 1969.

— “Una Nota sull'Incerteza nella Teoria dell'Impresa”. *L'Industria*, 1967.

A. M. YAGLOM & I. M. YAGLOM: *Probabilités et Informations*. Dunod, 1959.

VOLTERRA: *Leçons sur les Fonctions de Ligne*. Gauthier Villar, 1913.

VOLTERRA & PERES: *Theorie Generale des Fonctionelles*. Gauthier Villar, 1936.

ZIMMER: *Developpement de l'Entreprise et innovation*. Ed. Hommes et Techniques, 1969.

A. A. ZOLL: *Dynamic Management education*. Addison-Wesley Pub. Co., 1969.

II

El Problema de las Alternativas y de las Preferencias

INDICE

- 1) La Maximación de la Esperanza matemática.
- 2) Transitividad e Intransitividad.
- 3) Ordenación, autenticidad y propaganda.

II

El Problema de las Alternativas y de las Preferencias

“Pues el desastre económico que significan las vacas sagradas puede parecerle pequeño a muchos hindúes creyentes, en comparación con el desastre religioso que les causaría la muerte violenta de estos animales.”

(Wolfgang Wieser en *Límites y Posibilidades del Pronóstico Científico*.)

1) La Maximación de la Esperanza matemática.

La coordinación de estados y alternativas puede adoptar la forma matricial, que es la que usó Starr, en un capítulo de la obra dedicada a la empresa y la economía del siglo XX, publicada por la casa P. U. F.

Si se representan por $y_1, y_2, y_3, \dots, y_m$ los estados del mundo y por $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ las alternativas, se puede escribir

$$\begin{array}{cccccc} & y_1 & y_2 & y_3 & \dots & y_m \\ x_1 & R_{11} & R_{12} & R_{13} & \dots & R_{1m} \\ x_2 & R_{21} & R_{22} & R_{23} & \dots & R_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & R_{n1} & R_{n2} & R_{n3} & \dots & R_{nm} \end{array}$$

donde los R_{ij} representan los resultados obtenidos en el estado del mundo j , si se decide la alternativa i .

Si los resultados son cifrables, esta matriz adopta la forma típica de la matriz de un "Game against Nature" y nada impide, a priori, resolver el problema en función de las estrategias mixtas, si no existiese un Saddlepoint al que aplicar el criterio minimax.

Pero esta concepción game-teorética del problema de la empresa ha de tropezar, evidentemente, con la naturaleza especial que, en el campo de la economía empresarial, adoptan los llamados "Estados del Mundo", las alternativas y la estimación de los resultados.

En primer lugar, no es predicable la existencia de una voluntad concertada que pretenda minimizar los resultados de los múltiples objetivos de la empresa, objetivos que, en general son multidimensionales y desconocidos para los terceros.

En economía, aún más que en la observación científica, se puede aplicar la conocida imagen del que presencia una partida de ajedrez, sobre la que debe emitir su opinión, opinión que, sin embargo, no puede superar los límites de declarar que los jugadores parecen respetar las reglas del juego, por la imposibilidad de descubrir, con exactitud, como intentan desarrollar la partida.

En segundo lugar, la escritura de una matriz semejante exige conocer, en forma exhaustiva, la totalidad de los estados que puede adoptar el Umwelt de la empresa, excluyendo la posibilidad de que se presenten estados inéditos o no presu- mibles.

En tercer lugar, las alternativas deberían ser conocidas en su conjunto, sin tomar en cuenta los casos de creación de nuevas alternativas por fecundidad imaginativa, con lo que se deja al margen de la acción el extraordinario factor de la sorpresa, fuente, en la historia, de la mayor parte de las victorias... o de las derrotas.

En cuarto lugar, los resultados de la conjugación de las alternativas inexperimentadas con los "Estados del Mundo" conocidos sólo pueden ser establecidas mediante estimación conjetural subjetiva. Lo mismo sucede en cuanto a los impre- visibles estados desconocidos del mundo, que se coordinen con

las alternativas acostumbradas. Y aún los resultados de las alternativas y los estados definidos son difícilmente reproducibles, experimentables en condiciones homogéneas, o expresables en forma numérica.

El predicar, como es frecuente, la existencia de probabilidades de aparición de los "Estados del Mundo", p_j , para cada uno de los y_j , sólo es admisible en un proceso ideográfico formal de discurso, pero inválido para cualquier tipo de aplicación práctica.

Descartado el caso de que el otro jugador emplee intencionales estrategias mixtas, a fin de combatir y minorar los resultados de la empresa, la hipótesis de existencia de factores conocidos de probabilidad permitiría determinar, para cada alternativa x_i , el resultado probable, en función del juego de las "Random Variables" representadas por los estados del mundo, si los resultados fueran cuantificables.

$$E(R : x_i) = \sum_{j=1}^{j=n} R_{ij} p_j \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Establecidos los resultados probables subjetivos de cada alternativa, el camino más fácil y simplista sería decidir en función del valor probable máximo, regla Bernoulliana que suele presentarse como criterio aconsejable.

Bernoulli no era consciente, al parecer, de la subjetividad yacente tras las decisiones humanas y, por tanto, de las probabilidades. La idea de la subjetividad, implícita en la probabilidad, ha de atribuirse, posiblemente, a Bayes.

Pues bien, aún cuando no sea objeto específico de este tema, es interesante advertir que la regla del máximo valor probable no siempre constituye, aún con probabilidades conocidas, la mejor estrategia. Baste recordar el ejemplo expuesto por Dantzig y publicado en "La Decisión", por el C.N.R.S.

Sea un juego en el que el jugador gana 2 con probabilidad $q = 1 - p$, o bien pierde q/p con probabilidad p . La ganancia probable será, evidentemente,

$$\bar{G} = 2q - p \frac{q}{p} = q$$

Supóngase que el jugador puede determinar libremente la probabilidad p siempre que previamente deposite la cantidad a pagar si pierde. Si su fortuna es F_k , la única restricción será

$$\frac{q_k}{p_k} \leq F_k$$

es decir, elige

$$F_k = \frac{q_k}{p_k}$$

o bien

$$p_k = \frac{1}{F_k + 1}$$

Las reglas del juego eliminan, como se ve fácilmente, la posibilidad de ser $p_k = 0$, ya que esta condición exigiría una fortuna infinita.

Si el jugador apuesta toda su fortuna, hará mínima la probabilidad de pérdida, pero, en caso de perder, se arruinará. No hay otro OPTIMO.

Si el juego se repite un gran número de veces, al cabo de n jugadas la fortuna del jugador será F_n , con F_0 como fortuna inicial. La probabilidad de ganar n veces consecutivas es

$$\prod_1^n q_k = \prod_1^n \frac{F_{k-1}}{F_{k-1} + 1}$$

$$= \prod_1^n \left(1 - \frac{1}{F_0 + 2k - 1} \right)$$

y esta probabilidad tiende a cero cuando n tiende a infinito. Por tanto, la ruina del jugador, en un gran número de partidas, tiende a la certeza.

Si hubiera elegido

$$\frac{q_k}{p_k} = \frac{F_0}{2^k}$$

las q_k no serían aleatorias y, en n juegos, la pérdida máxima sería

$$\sum_1^n \frac{q_k}{p_k} < F_0$$

y no se arruinaría jamás, aun cuando su esperanza de ganancia sería

$$\sum_1^{n-1} q_k = F_0 \sum_1^{n-1} \frac{1}{(F_0 + 2^k)}$$

por lo tanto acotada.

Dantzig subrayó que, en el caso expuesto, la estrategia de maximar la ganancia posible sería la peor de las opciones.

Si del principio del MINIMAX, advirtió Dantzig, puede afirmarse que tiene en cuenta solamente las pérdidas desastrosas, del principio de maximación de la ganancia probable, en cambio, debe decirse que sólo las tiene en cuenta en forma insuficiente. Además, una cosa es lograr el máximo de esperanza matemática del resultado y otra alcanzar el máximo del resultado mismo.

Naturalmente, en el campo económico, se impone complicar las cosas, teniendo en cuenta las reacciones volitivas de los diferentes agentes que intervienen en el mercado, con lo que los "Estados del Mundo" aparecen multiplicados por el conjunto de decisiones preferenciales de los hombres ante los diferentes datos situacionales. Y nada más natural, en una visión superficial, que considerar posible, y así se propuso, resolver el problema mediante un Game cuyos elementos sean los resultados probables, para cada situación del mundo, en coordinación con el conjunto de alternativas de

decisión del mercado, o bien considerar los resultados probables, para cada alternativa de acción de los otros, teniendo en cuenta todos los Estados del Mundo.

Sin embargo, la cuestión de averiguar y prevenir las probables decisiones estratégicas que pueden condicionar las alternativas factibles propias (que, como hizo notar Brodie, no siempre son contrarias) implica penetrar en el espinoso problema de los sistemas de preferencia, ya que la empresa ha de enfrentarse con situaciones colectivas y globales, derivadas de conductas individuales indiscernibles, sobre las que la futurición e información resultan fragmentarias y parcialísimas.

2) Transitividad e Intransitividad.

Arrow puso de manifiesto la Paradox of Voting y la intransitividad de las órdenes preferenciales, llegando, en el teorema que lleva su nombre, a demostrar la imposibilidad de definir funciones de preferencia, de validez general, dentro de un conjunto de postulados aparentemente consistentes y razonables.

Arrow usó el “postulado de independencia fuerte” de las alternativas no relevantes, en una Binary Choice.

Samuelson calificó el principio de independencia de elemento crucial en la Teoría de maximación de utilidades. Y Koopman, para preterir las alternativas futuras, propuso un principio de impaciencia, argumentando que en el caso de existir en cada circunstancia una preferencia para posponer la satisfacción, o neutralidad, ante el tiempo, no habría suficientes medios reales para caracterizar las preferencias, en un futuro infinito.

El principio de intransitividad se ha considerado como un signo de la virtud democrática, pero no es posible someter a análisis el comportamiento social, como algo coherente, si deja de existir una cierta y común coincidencia, en los sistemas preferenciales, como hizo observar Graff.

Vickrey, en un interesante trabajo publicado en el *Quarterly Journal of Economic*, en 1960, sometió a agudo análisis los trabajos de Arrow y puso de relieve la imposibilidad de estimar las reacciones preferenciales, en función de métodos del tipo Paretiano o Benthamiano, así como la no aceptabilidad de las hipótesis de Fisher-Frisch sobre las independencias de las utilidades marginales de los diferentes bienes, incluso cuando sólo se pretende poner de manifiesto standards de conducta, a los diversos niveles y estratos. En cuanto a la hipótesis Bernoulliana, reconsiderada por Neumann y Morgenstern, en el número anterior hemos expuesto sus principales dificultades.

Marschak, en la revista *Mathematical Thinking in the Social Sciences*, definió como mejor la estrategia que produce el máximo al jugador. Esta definición, como es evidente, parte de la petición de principio de la mensurabilidad, dejando impreciso el significado cuando los resultados y sus probabilidades no son expresables (aún en el caso hipotético de ordenabilidad), mediante una escala.

La llamada norma de Ramsey estableció que, si son consistentes, las decisiones pueden interpretarse en el sentido de existencia de resultados subjetivos cifrables, ligados a las acciones y a los grados de confianza atribuidos a los diferentes estados del mundo. El cómputo de las esperanzas matemáticas de los resultados, en función de los grados subjetivos de confianza, permitirían plantear la estrategia de máximo valor de dicha esperanza.

Pero la conversión a mensurables de los diferentes resultados, así como la estimación de los grados de confianza, descansan en factores inmanentes al manager, haciendo ilusoria cualquier pretensión de univocidad de soluciones, para planteamientos aparentemente idénticos, con perjuicio evidente del rigor.

La decisión, cualquiera que sea la norma o regla operativa que se adopte, parte de la consideración coordinada, como hemos dicho, de las situaciones del mundo, complica-

das con las diferentes decisiones ajenas, y las alternativas propias.

Para definir el conjunto de las situaciones-decisiones del contorno, que han de coordinarse con nuestras posibles alternativas, se ha de partir del producto cartesiano de los conjuntos de estados del mundo y acciones del complejo socio-económico del Umwelt de la empresa.

Desde el punto de vista global, la acción del mundo, en cada situación, alcanza la categoría del carácter de una votación (en la adopción de decisiones y definición de preferencias) a la que se pueden aplicar los resultados sobre el orden circular intransitivo.

Para poder establecer normas de decisión, en el plano fáctico, ha de predicarse la racionalidad económica, como hipótesis de estructura, hipótesis que incluye, naturalmente, la transitividad de los órdenes preferenciales.

Graff expuso la hipótesis de que las diferencias notables de órdenes de preferencia no se dan con frecuencia y que la intervención de la intransitividad es tanto más improbable cuanto mayor sea la unidad y comunidad funcional de la Sociedad.

Dadas tres alternativas (A, B, C.), el número total de ordenaciones es, como se sabe, $3!$, con el carácter de transitivas.

Comparando cada alternativa con cada una de las restantes (en forma de elección binaria, para la que se postula la no influencia de las otras), el número total de pares comparables es el número de combinaciones de las tres alternativas, tomadas dos a dos.

$$\binom{3}{2} = 3$$

Entre ellas se puede trazar $2^3 = 8$ caminos que unen los puntos del GRAFO representativo, contando a cada uno de ellos dos veces, por tener dos orientaciones posibles, que definen la totalidad de coordinaciones preferenciales.

Se definió la probabilidad de transitividad, P_T , que puede expresarse como el cociente del número de casos transitivos por el número total de ordenaciones posibles. En el caso ahora aludido, se tendrá:

$$P_T = \frac{3!}{8} = \frac{3}{4}$$

La Probabilidad de intransitividad es, naturalmente, $1 - P_T = Q_T$. En este caso $1/4$.

De este ejemplo parece deducirse que la hipótesis de transitividad tiene una alta probabilidad, 0,75.

No obstante, cuando el número de alternativas aumenta, la probabilidad de intransitividad crece. En efecto:

En n alternativas hay $n!$ órdenes de transitividad; el número de alternativas binarias es, ahora,

$$\binom{n}{2}$$

El número total de caminos, repitiendo el razonamiento anterior, es $2^{\binom{n}{2}}$ y, en consecuencia,

$$P_T = \frac{n!}{2^{\binom{n}{2}}}$$

fórmula ya conocida por Condorcet. Para $n = 3$,

$$Q_T = 1 - P_T = \frac{1}{4}$$

para $n = 5$,

$$Q_T = \frac{113}{128}$$

para $n = 10$,

$$Q_T = \frac{(2^{45} - 10!)}{2^{45}}$$

Esto quiere decir que la probabilidad de órdenes intransitivos es tanto mayor cuanto mayor es el número de alternativas y que, para un número grande de ellas, la eficacia del principio de racionalidad resulta disminuida.

No hay que ocultar, sin embargo, la debilidad del razonamiento, apoyado en el principio de Binary Choice de Arrow, cuya principal deficiencia es proscribir las funciones de elección de grupo, cuyos argumentos podrían entrar como parámetros de las elecciones singulares.

3) Ordenación, autenticidad y propaganda.

Clasificar a un conjunto socio-económico, desde el punto de vista de sus sistemas preferenciales —ya se refieran a normas o alternativas— constituye un complejo y arduo problema, puesto brillantemente de relieve por Karl Menger en un hermoso libro publicado en 1934.

Para un conjunto de alternativas (Menger analizó el caso de n normas) un conjunto social puede clasificarse en grupos homogéneos en número de

$$(2^{n+1} - 1)$$

constituidos por aquellos que admiten todas las combinaciones disyuntivas de las $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, alternativas, a las que se añade la alternativa 0, representativa del caso límite de ausencia de toda clase de alternativa.

En el GRAFO representativo de los grupos, pueden trazarse, en principio,

$$\binom{2^{n+1} - 1}{2}$$

líneas de unión, pero no todas ellas unen grupos que tengan alguna alternativa en común. El número de las aristas que unen grupos compatibles (VEREINBAR) está dada, como se deduce, fácilmente, por la expresión.

$$\binom{n}{1} \binom{2^n}{2} - \binom{n}{2} \binom{2^{n-1}}{2} + \binom{n}{3} \binom{2^{n-2}}{2} + \dots \pm$$

$$\pm \binom{n}{n-1} \binom{2}{2}$$

En el caso de tres alternativas, el número de grupos es $2^3 - 1 = 15$; el número de aristas del GRAFO es $\binom{15}{2} = 105$. Pero el número de las aristas que unen grupos VEREINBAR es

$$4 \binom{8}{2} - \binom{4}{2} \binom{4}{2} + \binom{4}{3} \binom{2}{2} = 112 - 36 + 4 = 80$$

K. Menger uso la representación de Hasse, que llevó a una imagen topológica, que sólo se menciona a título de curiosidad. Hizo corresponder, a cada tres puntos, no ligados por una línea, un simplexo bidimensional. Ascendiendo sucesivamente de dimensión, se construía un COMPLEJO DE COMPATIBILIDAD —VEREINBAR KEITKOMPLEX— n -dimensional que, como se sabe, puede ser sumergido en un espacio $(2n + 1)$ -dimensional.

Esta ligera alusión a la ordenación de los conjuntos sociales en función de las preferencias y su compatibilidad, sirve para poner de relieve las dificultades de un análisis profundo de las decisiones con fines praxeológicos.

Para superar las dificultades de la intransitividad y el complejo de sistemas de posibilidades preferenciales, se ha tratado la cuestión desde el punto de vista de existencia de una probabilidad superior, para un orden dado, a la equiprobabilidad.

Si en los complejos de alternativas, un orden preferencial supera en e a la probabilidad de la hipótesis equidistributiva se tendrá,

$$P_i = \frac{1}{n!} + e$$

Los restantes órdenes de preferencias verán disminuida su probabilidad —en conjunto— en la cantidad $e/(n! - 1)$ cada uno, si entre ellas se mantiene la hipótesis de equiprobabilidad.

Por tanto, cada P_m , para m diferente de i , será

$$P_m = \frac{1}{n!} - \frac{e}{n! - 1}$$

En m pruebas, el número de veces que la secuencia de dos alternativas se presenta en la misma forma que en el orden (i) es

$$m \left(\frac{1}{n!} + e + \text{suma de los restantes} \right)$$

La suma de los restantes órdenes es

$$\left(\frac{n!}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{n!} - \frac{e}{n! - 1} \right)$$

que ya desde pequeños valores de n es, aproximadamente igual a

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{e}{2} \right) m$$

La desviación normal standard de la probabilidad de que exceda de $m/2$ es:

Varianza

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{e}{2} \right) \left(\frac{1}{2} - \frac{e}{2} \right) m$$

que es aproximadamente igual a $m/4$,

$$= \frac{1}{2} \sqrt{m}$$

standard

$$z = \frac{\frac{e}{2} m}{\frac{1}{2} \sqrt{m}} = e\sqrt{m}$$

Por ejemplo, si $e = 0,002$; $m = 1.000.000$, se tendrá $z = 0,002 \times 1.000 = 2$, a la que corresponde una probabilidad de 0,95. Las mismas probabilidades corresponden a los restantes pares de alternativas.

Parece poder concluirse que en el caso de existir UNA PREFERENCIA UNIMODAL y de haber una "amplia votación" (LARGE VOTE), la probabilidad de intransitividad tiende a cero.

Pero es naturalmente dudoso que, en una sociedad, se produzca autónomamente la situación de preferencia unimodal de un orden dado, con la indiferencia equiprobable en cuanto a todos los demás.

Queda abierta la posibilidad de provocar, en forma intencional, esta situación límite, a través de un oportuno sistema de propaganda orientada a homogeneizar la sociedad, creando un tipo standard de hombre sometido a reacciones condicionadas a través de una educación específica, la creación de estímulos subliminares y reflejos condicionados.

Nada más interesante, en cuanto a la influencia de la propaganda, que el ejemplo expuesto por Tapas Majundar en un artículo publicado en *Econometría* en 1956.

Sea una comunidad muy simple, relativa a 7 electores, entre los cuales hay dos candidatos (F, G). Designaremos a los electores con las letras A, B, C, D, E, F, G. Supongamos que las preferencias de programas, dadas para cada uno de los electores en orden de mayor a menor son (designándolas por las letras M, N, O, P):

A	NOPM
B	PMON
C	PNMO
D	ONPM
E	MONP
F	MNOP
G	POMN

Puede verse fácilmente que en una votación, donde los dos candidatos exponen sus programas, EL QUE LO EXPONE PRIMERO PIERDE. Por ejemplo, si F plantea M, le basta a G exponer P y ganará por 5 a 2. Si F expone N, entonces G expondrá O, y gana por 4 a 3. Pero si G expone primero P, puede ganar F con N por 4 a 3...

Además, si consideramos el problema del candidato F, vemos claramente que, si se ve forzado a hablar el primero, perderá el Game si expone su mejor preferencia M, por su peor P; pero, en relación con su segunda preferencia, resulta victorioso el programa O, dándole este una mejor posición que la anteriormente expuesta. Esto demuestra que, si F debe partir para el Game, estará equivocado si revela sus preferencias M ó N.

Este ejemplo, a pesar de su evidente esquematismo, plantea un interesante e importante problema: ¿Cuáles pueden ser las consecuencias del hecho de que la estrategia del equívoco y de la ficción llegue a constituir una ventaja en el arte y el menester de influir en la conducta de los conjuntos humanos?

Quede aquí el interrogante, cuya respuesta no es de este momento ni de este lugar, ni corresponde al tema que nos habíamos propuesto.

BIBLIOGRAFIA

- K. J. ARROW: "Alternative Approaches to the Theory of Choice in Risk-Taking Situation. *Econométrica*, 1951.
— *Social Choice and Individual Values*. Wiley & Sons, 1963.
- BERNARD BRODIE: "La Strategie Scientifique". *Atomes*, marzo 1966.
- A. CHALMEL: *Le Marketing Management*. Dunod, 1970.
- CRAMER: *Empirical Econometrica*. North Holland, 1969.
- A. DOUILLET: *De l'Organisation à la gestion previsionnelle*. Ed. L'Organisation, 1970.
- J. ENCARNACION: "On Independence Postulates concerning Choice". *International Economic Review*, 1969.
- R. FLETCHER: *Optimization. A Joint Symposium of the Inst. of Math. and its Applic. and the British Computer Soc.* Academic Press N. Y.-London, 1969.
- J. GALTUN: *Theory and Method of Social Research*. Univ. Fortia. Oslo, 1967.
- M. GODELIER: *Racionalidad e irracionalidad en la Economia*. Siglo XXI Editores, México, 1967.
- HERSTEIN & MILNOR: "An Axiomatic Approach to Measurable Utility". *Econométrica*, 1953.
- I. M. KIRZNER: "Rational Behavior and Economic Theory". *Journ. of Pol. Econ.*, Univ. of Chicago Press, 1962.
- D. KITCHEN: *Management Statistics at BEA*. Pergamon, 1968.
- CLAUDE MCMILLAN: *Mathematical Programming*. Wiley Series in Manag. and Administ., 1970.
- KARL MENGER: "Moral Wille und Weltgestaltung". *Grundlegung zur Logik der Sitten*. Springer, Wien, 1934.
- GEORGESCU ROEGEN: "Choice, Expectations and Measurability". *Analytical Economics*. Harvard U. P., 1966.
- *La Science Economique, ses problemes et ses difficultés*. Dunod, 1970.

- SAVAGE: *Foundations of Statistics*. Wiley & Sons Inc., 1954.
- SENGUPTA and FOX: "Optimization Techniques in Quantitative". *Economic Models*, North Holland, 1969.
- M. SHUBIK: "Readings in Game Theory and Political Behavior Doubleday Short Studies". *Political Science*, 1954.
- D. VAN DANTZIG: "Sur quelques Questions de la Théorie Mathématique du Choix ponderé". *La Decision*. C. N. R. S., Paris, 1961.
- VARIOS: *L'Entreprise et l'Economie du XX Siècle*. P. U. F. I., 1966.
- L. A. VINCENT: "Productivité et Rentabilité". *Sedeis*, 1970.
- WILLIAMSON & SARGENT: "Social Choice: A Probabilistic Approach". *Econ. Journ.*, 1967.
- A. A. ZOLL: *Dynamic Management Education*. Adison Wesley Pub. Co. Inc., 1969.