



Framis Bueso Sánchez

*Publicado en la Revista Economía y Desarrollo
Nº 14.*

información, sistemas y economía

LA esfera de aplicación de las ideas, conceptos y métodos matemáticos, así como las técnicas de computación modernas, tanto en el campo de las ciencias naturales como humanísticas, se amplía constantemente.

Una de las características sobresalientes de la actividad cognoscitiva del hombre en la actualidad es la tendencia a la síntesis de las ideas y métodos de distintas disciplinas científicas, cuestión ésta muy vinculada con la cibernética, que constituye sin lugar a dudas la ciencia de mayor poder sintelizador.

Precisamente, es en el contexto de las ideas de la cibernética donde se produce el establecimiento de vínculos estrechos entre muchas ciencias, tanto naturales como humanísticas, con la técnica; y es en el contexto

de estas ideas donde se produce la penetración de los métodos exactos matemáticos y lógico-matemáticos, teórico-informacionales, estadísticos, etcétera, en disciplinas como la lingüística, la economía, etc. "La cibernética —afirma H. Frank— ha puesto en tela de juicio la contraposición entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias del espíritu... El hecho de que los conceptos y las cuestiones cibernéticas se estén introduciendo ya incluso en ramas de la investigación que tradicionalmente eran científico-espirituales, por ejemplo, en los dominios de la estética, es otra prueba más de que actualmente se ha de salvar mediante la cibernética la sima entre las ciencias de la naturaleza y las del espíritu..."¹

La cibernética estudia la naturaleza general de los procesos de control

¹ Frank, H., La psicología informativa y la telecomunicación. En: N. Wiener y J.P. Schädé (eds.) "Sobre modelos de los nervios, el cerebro y la memoria". Edit. Tecnos, Madrid 1969, pp. 115.

y la comunicación en los mecanismos tecnológicos, los organismos vivos y en cualesquiera de sus concatenaciones. El concepto central de la cibernética es el de *información*. De aquí que se pueda decir que la cibernética estudia cualesquiera sistemas organizados desde el punto de vista de su capacidad para *percibir* información, *retenerla* en la memoria, *transmitirla* por los canales de comunicación, *tratarla y utilizarla* para los fines del control en dichos sistemas.

El desarrollo de la cibernética junto con la aparición de los modernos computadores electrónicos —que pueden elaborar una gran cantidad de información *en tiempo*— y el desarrollo de otras ciencias, ha significado el comienzo de una nueva revolución técnica que libera al hombre de la realización de una serie de trabajos que antiguamente pertenecían a la esfera de la actividad intelectual: el hombre, ser inteligente por naturaleza, entregó desde siempre múltiples y complejas funciones de su organismo a mecanismos artificiales; hoy tiende paulatinamente a poner en “manos” de las máquinas la más exquisita y compleja de sus características definitorias como ser humano: su propia inteligencia.

En lo que a la ciencia económica respecta, las cuestiones antes mencionadas se manifiestan en forma peculiar. El rápido crecimiento de la economía, el desarrollo de los medios de comunicación y transportación provocan una rápida complicación de las tareas vinculadas con el tratamiento de la información en los

llamados *grandes sistemas*. Entre estos últimos, los sistemas económicos experimentan un marcado incremento de su complejidad y aspectos integradores, causados por factores como la acentuada concentración y especialización de la producción, la dimensión y complejidad de los procesos tecnológicos, la aceleración de los ritmos de producción y la multiplicación de los vínculos económicos. Esto da lugar a que en los sistemas económicos se haga imprescindible el tratamiento de un monto creciente de información en forma rápida y eficiente.

El progreso científico-tecnológico ha creado poderosísimos medios de tratamiento de la información, dados por los sistemas automatizados de cálculo informacional. Por esa vía la esfera del control económico ha obtenido una base técnica adecuada al nivel actual de la producción y a las tareas que se erigen ante ella.

Es una característica de la ciencia en nuestros días, la diferenciación y al mismo tiempo la integración de las disciplinas científicas. La ciencia económica constituye un lugar de interacción de las ciencias sociales y naturales, exactas y descriptivas, teóricas y técnicas. En base a esto aparecen, por una parte, un considerable número de disciplinas económicas especializadas que, por otra, se integran a un complejo internamente relacionado revestido de una metodología común. En esta metodología común resaltan indudablemente la *aproximación sistémica* y la consideración de los procesos de control económico, como procesos tecnoló-

gicos de tratamiento de la información, donde la materia prima principal la constituyen los datos y conocimientos, tomando del proceso de producción el ángulo fundamental de la tarea de control. Esto requiere el conocimiento de nuevos métodos específicos y medios concretos de investigación de las tareas de control económico y los flujos de información.

La aproximación cibernética a los procesos de control económico como un proceso de tratamiento de la información mediante computadores electrónicos para la solución de tareas económico-matemáticas, y el diseño de sistemas automatizados de tratamiento de la información del tipo hombre-máquina, han tenido una trascendencia muy grande en el desarrollo de la ciencia económica de nuestros días.

Apenas cabe dudar que el enfoque a través de sistemas constituye en la actualidad una de las direcciones dominantes en el desarrollo de las ciencias. La misma ha ido formándose paralelamente en el campo de la cibernética teórica y la lógica matemática, como resultado del avance de la teoría científica de una parte, y como respuesta a las demandas de la práctica de la gestión económica de otra.

La teoría de sistemas como disciplina científica, teórica y metodológica comenzó a formarse a finales de los años 30; sin embargo, el desarrollo principal de esta teoría se produce en la actualidad. La teoría general de sistemas directamente vinculada con la teoría del conocimiento y la lógica matemática investiga las

propiedades de los sistemas abstractos: los llamados sistemas generales. La naturaleza del proceso de conocimiento de los sistemas, descubierta por dicha teoría, puede servir de base a la metodología del análisis y el estudio en general de los sistemas económicos.

La imperante demanda de sistemas de dirección económica y administrativa, así como la de los sistemas militares complejos, generaron nuevas direcciones de investigación que recibieron la denominación de *análisis sistémico*. El análisis sistémico como método de investigación enfoca cada problema como un todo integral, tomando en cuenta todas sus interconexiones. De acuerdo con esta concepción la construcción de un sistema es un cálculo multifacético de todas las circunstancias, un descubrimiento de todos los factores relacionados con la solución del problema.

En este trabajo abordaremos algunos aspectos de la teoría de la información y la aproximación sistemática, de relevancia indiscutible para la ciencia económica de hoy.

Concepto de información

De manera general usamos conscientemente la palabra "información" en contextos como "la información contenida en los resultados de algún experimento", la "información contenida en el registro de un algoritmo", la "información que se almacena en una localización de la memoria de una computadora electrónica", la "información elaborada por un autómata", la "información contenida en un documento económico dado", etc. "La información es algo

que obtenemos leyendo, oyendo u observando el mundo que nós rodea..."²

Información, sistema. El concepto de información es el resultado de una amplia generalización. El mismo abarca todos los tipos de transmisión de algún dato con el auxilio de impulsos discretos o signos por la vía de su distribución en el espacio o su desarrollo en el tiempo. Los medios de transmisión y el mecanismo del sistema transmisor pueden ser de la naturaleza más variada, desde un sistema puramente mecánico, como un simple semáforo, hasta el dispositivo nervioso del organismo vivo.

En general, el concepto de información designa un cierto tipo de vínculo o dependencia de los objetos, fenómenos, procesos del pensamiento, etc. La información es un concepto amplio y multifacético, de aquí que el mismo posea toda una serie de definiciones y sinónimos: la información es una definición para el contenido obtenido del mundo exterior; o la negación de la entropía (Wiener), o la negentropía (Brillien), la comunicación (Shannon), la reducción de la variedad (Ashby). La gran significación teórica y práctica de este concepto está dada por el hecho de que al dársele a la teoría una fundamentación estadística se obtuvo la posibilidad de medir la cantidad de información, evaluar su confiabilidad, determinar la transmisión de la información y la capacidad de una línea de comunicación, estudiar la influencia de las interfe-

rencias, elaborar las medidas de la lucha contra el ruido, como también, estudiar su más fácil registro (codificación) y transformación.

El concepto de información se comenzó a estudiar sistemáticamente en los últimos veinte o veinticinco años, estudio que estuvo estrechamente vinculado desde sus comienzos, con el desarrollo de la cibernética, la técnica de la computación y los sistemas de comunicación.

El término *información* es denotante de un concepto científico general que posee un carácter sustantivo (informal). En las ciencias que aplican los métodos matemáticos se ha hecho usual la adopción de una forma especial de explicación de los conceptos científicos sustantivos. Esta consiste, de manera general, en reemplazar el concepto que se quiere explicar por otro concepto exacto que se describe en el contexto de alguna teoría matemática y que caracteriza determinados aspectos de la *intención* del concepto que se explica. Puede resultar que se logre un concepto explicativo tal que corresponda lo suficiente con los conceptos fundamentales del concepto sustantivo que se explica, como ocurre, por ejemplo, con el concepto de *algoritmo*, pero puede ocurrir también que el concepto explicativo no siempre ni en todos los contextos en los que se inserta, ni en todos los aspectos esenciales, pueda reemplazar al concepto que se explica, tal como ocurre con el de *información*. La mayor parte de las explicaciones for-

² Attneave, R., Applications of Information Theory to Psychology: A summary of basic concepts, methods, and results. Holt, Reinhardt and Winston, Inc, 1959, pp. 1.

muladas hasta el presente sobre el concepto de *información* han sido realizadas con el propósito de ofrecer una característica aproximada.

Uno de los intentos más conocidos de explicar el concepto de *información* está vinculado con la teoría de Shannon. La peculiaridad de la teoría de Shannon es que el concepto de *información* se trata de explicar a través del concepto matemático de *cantidad de información*. Es decir, que es posible dar una definición rigurosa de la cantidad de información dentro de algún modelo formal como el propuesto por Shannon, y antes que él, en forma menos general, por Hartley.

La cantidad de información se mide por el logaritmo (usualmente de base 2) del número de posibles mensajes. El mensaje de un médico después del parto de una mujer: "Usted ha tenido un varón", independientemente del gran número de signos, contiene una unidad de información (se denomina *bit* a dicha unidad y es aquella cantidad de información necesaria para hacer una elección entre dos posibilidades excluyentes e igualmente probables). Aquí es posible la elección entre dos posibilidades o variantes con igual probabilidad (varón o hembra. $\log_2 2 = 1$). Si el médico informa: "Usted ha tenido un niño", este mensaje no contendrá ninguna información nueva, ya que no podría nacer otra cosa que no fuera un niño ($\log_2 1 = 0$). "...obtenemos información solamente sobre materias en las que somos en cierto grado ignorantes o estamos indecisos: de aquí

que la información pueda ser definida como aquello que elimina o reduce la incertidumbre".³

La teoría de la información

La teoría de la información es una de las disciplinas matemáticas y científico-naturales más jóvenes, entre las que estructuran el sistema teórico de la cibernética. Habiendo experimentado un gran desarrollo en las últimas décadas, la misma amplía constantemente, en la actualidad, su esfera de aplicación, extendiéndose a todos los nuevos campos de investigación.

La aplicación de los métodos e ideas teórico-informacionales ha sido muy fructífera en toda una serie de ciencias. Frecuentemente la teoría de la información abre el camino a la aplicación del aparato matemático allí donde, hasta el presente, sólo con gran dificultad se lograba esto, como ocurre con la biología. En los últimos años se multiplican los intentos de difundir la aplicación de los métodos de la teoría de la información en las llamadas ciencias del hombre, al estudio de distintos aspectos de los fenómenos sociales, a la investigación de los procesos psíquicos, etc. "Que el sistema nervioso es una red compleja de comunicación, que el cerebro funciona como cierto tipo de computador con amplias facilidades para almacenar información, que los procesos psicológicos son esencialmente operaciones de manipulación de información, es un punto de vista ampliamente difundido hoy en día... La investigación de las características humanas como un mecanismo de manipu-

³ Attneave F., *Op. cit.* pp. 1.

lación de información ha generado un cuerpo amplio y permanente de trabajos experimentales".⁴ Se han logrado resultados apreciables en este sentido, en la lingüística, la pedagogía y otras ciencias. La aproximación informacional se torna cada vez más una fuente rica de métodos heurísticos en el conocimiento moderno.

La teoría de la información fue creada por el matemático e ingeniero norteamericano C. E. Shannon en los años 1947-48. Inicialmente esta teoría estaba dirigida a la solución de tareas prácticas de la electrocomunicación y la radiocomunicación, es decir, que comienza a desarrollarse no como un medio de estudio de los procesos de intercambio de información directo entre los hombres, sino a partir de las necesidades de la técnica de la comunicación en base a las tareas relacionadas con el aumento de la capacidad de transmisión y la estabilidad al ruido con los cambios de comunicación. Con posterioridad fue difundida ampliamente abarcando todos los tipos de transmisión de cualesquiera mensajes o señales, incluyendo la transmisión de la excitación nerviosa u otros impulsos del organismo vivo.⁵

Será fácil comprender el extraordinario desarrollo que experimentó esta teoría con la introducción de la automatización en la producción, hecho que condujo a su vez al surgi-

miento de la *teoría del control automático* vinculada fundamentalmente con la cibernética: el mecanismo de regulación automática más simple supone la existencia de un *sistema regulador* y un *objeto a regular* y dos *líneas de comunicación* para la transmisión de las señales reguladoras desde el sistema regulador al objeto y las señales de realimentación desde el objeto regulado al sistema regulador. De aquí que los problemas de la comunicación, i. e. de la transmisión de la información, en el sentido más amplio, adquirieran una alta significación práctica.

Esta teoría se caracteriza, en primer término, por la aplicación de una aproximación probabilístico-estadística, y en segundo, porque hace abstracción del papel del hombre (factor humano) en los canales de transmisión de la información, de su conducta como usuario de la información, así como las propiedades del hombre como un *receptor* de información, un receptor con determinadas características propias de su naturaleza.

En el contexto de esta teoría se logra una generalización de las leyes de transmisión de cualquier tipo de dato mediante impulsos, signos o símbolos discretos, que pueden combinarse para la formación de mensajes individualizados más simples.

La ley exponencial según la cual, con el auxilio de *I*, símbolos diferen-

⁴ Attneave, *Op. cit.* pp. 42.

⁵ Constituyen un gran interés los publicados bajo el nombre de Almacenamiento de información y control nervioso por la Houston Neurological Society, muy en particular el trabajo de J. Miller sobre El individuo como un sistema que elabora información y el de G. Bateson sobre Algunas peculiaridades del proceso de intercambio de información entre los hombres. * Ferr: Fields W. S., and Abbot W., (eds.) Information storage and neural control. Tenth Annual Scientific Meeting of the Houston Neurological Society. Ch. C. Thomas Publisher, Springfield - Illinois - U.S.A., 1963.

tes, an
nos pu
Lⁿ cor
tuye un
ría de
logarit
tiene
de los
ciones
rectan
de sign
dida n
de int
logarit
de info
n log A

El
Cibern
en la
caracte
y el al
la téc
concat
damen
de la
reas e
toma
Esto s
el est
los sis
la act
en el
y la te
ciones
nas;
la tar
mas d
y el l

No
toma
en lo

tes, ante un número general n de signos puede obtenerse un total de $K = L^n$ combinaciones diferentes, constituye uno de los basamentos de la teoría de la información. Como en la logaritmicación de esta igualdad se tiene que el logaritmo del número de los posibles mensajes (combinaciones) igualmente probables es directamente proporcional al número de signos admitidos, entonces la medida más conveniente de la cantidad de información es precisamente el logaritmo del número de unidades de información o símbolos: $\log k = n \log L$.

El desarrollo de las ideas de la Cibernética, ciencia que está basada en la comunidad de las leyes que caracterizan los procesos de control y elaboración de la información en la técnica, los organismos vivos y sus concatenaciones, planteó muy rápidamente la cuestión de la aplicación de la teoría de la información a tareas en las que es fundamental la toma en cuenta del factor humano. Esto se vinculaba, en particular, con el estudio del papel del hombre en los sistemas de control automático, y la aclaración de sus posibilidades en el tratamiento de la información y la toma de decisiones en las condiciones de interacción con las máquinas; de manera general se planteó la tarea de buscar las formas óptimas de interacción de los autómatas y el hombre.

No es superfluo destacar que la toma en cuenta del factor humano en los procesos informacionales es

necesario no solamente en las ciencias del hombre, sino también en la técnica, donde el progreso ulterior de la creación de sistemas de control y comunicación efectivos, requiere indudablemente la consideración de los parámetros del hombre como un elemento importantísimo de tales sistemas. Estas cuestiones dieron un gran impulso a las investigaciones psicológico-informacionales, elemento fundamental de la *psicología industrial*. La psicología industrial está llamada a resolver las cuestiones relativas a una distribución racional de las funciones entre el hombre y la máquina. "... los dispositivos técnicos y el operador deben ser considerados como eslabones de un solo circuito de regulación. En relación con esto se introduce el *concepto de sistema hombre-máquina* que es un caso particular de los sistemas de control. El análisis de los procesos de circulación y tratamiento de la información en tales sistemas, naturalmente, requiere que se tomen en cuenta los factores que se determinan por las características del hombre, i. e. los así llamados "*factores humanos*".⁶

Como ya se ha señalado con anterioridad la definición de la cantidad de la información de Shannon surgió vinculada a las tareas de la teoría de la comunicación y se relaciona fundamentalmente con los problemas de la teoría de transmisión de mensajes. Frecuentemente se hace necesario evaluar la cantidad de información en situaciones totalmente diferentes. Sea por ejemplo, que se tra-

⁶ Boiko E.I., Zhinkin N.I., Zakharov A.N., Landa I.N., Lomov D.F., Shenshev L. V., Cibernética y los problemas de la psicología. En: "Cibernética al servicio del Comunismo". Colección de artículos bajo la redacción del Académico A.I. Breg. Tomo 5. Edit. "Energiya, Moscú 1967. pp. 314-33p.

te de la solución de una tarea en una computadora. En este caso, denominamos información de entrada tanto a los *datos* que se introducen como al *programa* que realiza un proceso de cálculo determinado en base a esos datos; ambos se almacenan en la *memoria* de la máquina. Sin embargo, aunque consideramos esto como información, cosa sobre la que nadie tiene dudas, es muy difícil evaluar la característica cuantitativa de esta información. Cuando se caracteriza la magnitud de la tarea a resolver, se indican el número de las instrucciones que contiene el programa, el número de datos de tarjetas perforadas introducidas en la máquina, cuánto *tiempo de máquina* se consume en la ejecución de la tarea. Pero en ningún momento hablamos de una magnitud de tipo estadístico como la *entropía*. "Si nos referimos a un hombre concreto, o a una máquina concreta, es poco probable que se le pueda llamar mecanismos para el tratamiento de la negación de la entropía".⁷ En lo fundamental, las mencionadas con anterioridad son características informacionales del proceso de solución de una tarea en una máquina dada.

Las palabras en algún alfabeto, al que se aplique un algoritmo de Markov también constituyen información elaborada en ese algoritmo. En forma semejante puede hablarse de la información elaborada por una máquina de Turing, por un autómata finito: se dan toda una serie de situaciones donde se hace evidente que para la descripción de la información son

necesarias las características de su aspecto sustantivo y no las propiedades estadístico-formales vinculadas con la frecuencia de la transmisión de señales determinadas. De aquí, que las definiciones de la cantidad de información caracterizadas por las expresiones del tipo *entropía* sean insuficientes para la descripción de muchas situaciones importantes y no cubran todas las propiedades de la información que se necesita manipular.

El punto de vista semiótico

Las dificultades y limitaciones que plantea la teoría de la información en la forma en que la misma se ha desarrollado históricamente, se tratan de superar con una aproximación semiótica de la misma, donde aquella queda como el aspecto sintáctico.

Aquí nos interesa destacar que la optimización de los flujos de información constituye sin duda uno de los aspectos esenciales en la creación de los sistemas automatizados de control. En este sentido, se destaca la idea de que no toda información transmitida es necesaria para los fines del control, pero al mismo tiempo no todo mecanismo controlador recibe toda la información requerida. Cuando se crean sistemas de control automatizados se requiere, por esto, estudiar cuidadosamente el *valor* de la información contenida en los mensajes, indicar los flujos óptimos de información, etc. Como se ha visto, la teoría clásica de la información considera valiosa solamente aquella señal que contiene un mensaje desconoci-

⁷ Cherniak I.I., Métodos de la semiótica económica. En N.P. Fedorenko (ed) "Ekonomicheskaya Semiótica". Edit. Nauka, Moscú, 1970, pp. 11.

do
e. "in
la que
recibie
ceptor
La
nuestro
equivale
depende
(óptica
etc.)
condu
Los o
las or
quina-
así co
pacida
transfo
uno es
a su n
do se
gicos
los si
se ma
la inf
La i
contro
inform
do ma
nos o
na, in
propie
nos y
de per
produc
clásica
de los
je natu
les y
del ar
En
aspecto

do hasta entonces por el receptor i. e. "información". No es relevante la cuestión sobre si la información recibida posee valor o no para el receptor en cuestión.

La información como elemento de nuestro sistema conceptual tiene su equivalente en el *signo*. El signo, independientemente de su naturaleza (óptica, acústica, electromagnética, etc.) es la envoltura material de un conductor discreto de información. Los objetos reales como el hombre, las organizaciones humanas, las máquinas, los sistemas hombre-máquina así como los animales, poseen la capacidad (propiedad) de percibir, transformar y reproducir signos, cada uno en determinado diapason en base a su naturaleza o construcción. Cuando se investigan los mecanismos lógicos de los procesos de control en los sistemas, estas transformaciones se manifiestan como *tratamiento de la información*.

La investigación de los procesos de control como transformación de la información en los términos del mundo material, de los colectivos humanos o de los sistemas hombre-máquina, implica la investigación de las propiedades de los sistemas de signos y de los mecanismos concretos de percepción, transformación y reproducción de signos. La *semiótica clásica* investigaba las propiedades de los sistemas de signos del *lenguaje natural*, el lenguaje de los animales y de algunos medios expresivos del arte.

En relación a la división de los aspectos de la semiótica propuestos

por Morrison, Rulon Wells⁸ ha indicado que puede esperarse que la teoría de la información tenga esos tres aspectos. El *aspecto sintáctico de la información* tendría que ver con los signos considerados independientemente de su significado, el mismo correspondería a la teoría de la información en el sentido de Shannon. El *aspecto semántico* se vincularía con los signos *significantes*, pero de tal forma que una teoría semántica de la información haría abstracción de aquellos individuos o entes (no los tomaría en cuenta) usuarios de dichos signos. El *aspecto pragmático* completaría el enfoque semiótico de la información, tomando en cuenta tanto a los usuarios como a los portadores del signo y su significado.

El aspecto sintáctico ha sido considerado con anterioridad; veamos entonces algunas cuestiones relativas a los aspectos restantes.

La teoría semántica de la información se plantea, fundamentalmente, como una necesidad de medir el *valor de la información de sentido*. El aporte principal de la teoría semántica de la información fue realizado por Carnap R. y Bar Hillel, que aplicaron la lógica del primero a la teoría de la información. Estos hacen una distinción entre los conceptos de "información" y "cantidad de información". La teoría de la información tal y como ellos la consideran es *total y abiertamente de carácter semántico* y está llamada a ser una *mejor aproximación a una futura teoría de la información pragmática*. "Para propósitos didácticos la pre-

⁸ Wells, M. R., A Measure of Subjective Information. Twelfth symposium in applied mathematics, Providence, R.I. 1961, pp. 237-244.

sente teoría de la información puede ser identificada con una teoría de información pragmática para un receptor ideal.⁹

Esta teoría presupone cierto *sistema de lenguaje* y sus conceptos básicos se aplican a los enunciados (sentences) de dicho sistema. Estos conceptos (semánticos) están estrechamente vinculados a la lógica inductiva de Carnap.¹⁰

En la teoría de la información desarrollada por Carnap y Hillel se estudia la información conducida por el enunciado *La secuencia de letras (sonidos, ondas, etc.) ha sido transmitida*. Para ellos, esta situación guarda semejanza con la que prevalece en relación al concepto de información usado al aplicarse no solamente a enunciados o proposiciones, sino a muchas otras entidades tales como conceptos e ideas.

La teoría considera la información de que es portador un enunciado y no la que un remitente intenta enviar al transmitir cierto mensaje, ni la que un receptor obtiene de ese mensaje. Carnap y Hillel no menosprecian la importancia que tiene la explicación y estudio de estos usos, pero *tenemos la convicción —escriben— de que la mejor aproximación a esta explicación es mediante un análisis del concepto de información semántica que en relación a esto, siendo una aproximación por abstracción del concepto pleno de la información pragmática, puede tener sus propios valores independientes*.¹¹

Para ellos, la información semántica portada por un enunciado con respecto a cierta clase de enunciados, puede ser considerada como la información pragmática *ideal* para un enunciado puede portar para un receptor *ideal* cuyo conocimiento empírico solamente es formulado en esta clase de enunciados exactamente.

El concepto de *información semántica* de esta teoría está estrechamente vinculado al concepto de probabilidad de la información y en realidad resulta ser una modificación de la última. Es totalmente posible que esta modificación no vaya muy lejos y no solucione en gran medida la explicación del concepto de información sustantiva. No obstante, si se cumplen determinadas condiciones, aún en su forma actual, la teoría semántica de la información puede cumplir satisfactoriamente las tareas que se erigen ante ella. Dichas condiciones son dos: la primera consiste en la creación de un lenguaje lo suficientemente rico, capaz de describir el funcionamiento del *sistema* que nos interesa; la segunda requiere la presencia de métodos de suficiente generalidad capaces de calcular de manera efectiva los valores de las *m-funciones* en este lenguaje.

Se hace necesario, y esto se acentúa muy particularmente en relación con la información económica, que la evaluación de la cantidad de información contenida en un mensaje dado se vincule estrechamente con la forma en que un receptor concreto uti-

liza es vincule pragmática el receptor de la cuestión misma sentada denomi Como r dad de los me modifie tor en el mens con el el mis es'igu te, puo controla ción qu trolar e con el su thes para él.

El re-semánti decisio inform analizac la info formaci de tal comunc thesaur

Refir la info controla determi ción

9 Carnap R., Bar Hillel J., An outline of a Theory of Semantic Information. "Language and Information". *Selected Essays on their theory and application*. By Y. Bar Hillel. Addison Wesley Publishing Co. 1964, pp. 221-274.

10 Carnap R., Logical foundations of probability. University of Chicago Press, 1950.

11 Ib. pp. 223.

liza esa información, i. e. que se vincule a su aspecto o dimensión pragmática. Para comprender la información contenida en un mensaje el receptor debe poseer cierta reserva de conocimientos sobre aquella cuestión de la que se habla en el mismo. Tal reserva puede ser representada en forma de un vocabulario denominado *thesaurus* en semántica. Como medida del valor de la cantidad de información significativa de los mensajes, puede ser tomada la modificación del *thesaurus* del receptor en base al mensaje recibido. Si el mensaje no tiene nada en común con el *thesaurus*, no se intersecta con el mismo, entonces la información es igual a cero. De manera semejante, puede decirse que un mecanismo controlador que recibe una información que no le es necesaria para controlar el objeto, i. e. que no se vincula con el aspecto correspondiente de su *thesaurus*, no posee ningún valor para él.

El receptor utiliza la información semántica recibida para la toma de decisiones de control. Usualmente la información primaria es tratada y analizada. La tarea de tratamiento de la información consiste en la transformación de la información primaria de tal forma que se logren puntos comunes o de intersección con el *thesaurus*.

Refiriéndose a la importancia de la información significativa para el control, Piatel'peeg ha escrito: "La determinación del grado de signifi-

cación de la información representa unos estados en el tiempo. En otras

papel fundamental en la optimización de los sistemas de control: da la posibilidad de establecer concretamente el volumen necesario y la estructura de la información requerida, organizar mejor los archivos de información permanente y condicionalmente permanente, permite determinar la forma de los conductores de información, determinar las direcciones y frecuencia de los flujos de información: es un medio de acción en manos de los creadores de sistemas de control".¹²

Información y sistemas

Casi queda al desnudo la conclusión de que los intentos de ofrecer una definición universal, o al menos, de elevar la definición dada a categoría universal, sufre considerables dificultades, y esto muy probablemente se debe a que el punto de partida es un único criterio de selección. Vale la pena preguntarse si tal punto es válido teniendo en cuenta que existe todo un conjunto de influencias del medio ambiente que pueden ser acreedoras de información significativa o relevante para un receptor dado. Es evidente que la respuesta debe ser negativa: un único criterio tal no existe, al menos no es conveniente. La salida es sólo una: crear una metodología para buscar los criterios de selección (comprensión) de información, localizados en determinada clase de receptores considerados como sistemas con cambios finalistas de

¹² Piatel'peeg, I. Kh. Sobre el valor de la información. En: "Ekonomicheskaya Semántica" ya citada, pp. 130.

palabras, para cada sistema (o clase de sistemas) debe determinarse, de no existir, un criterio específico por el cual el sistema recibe (reconoce, comprende, extrae, evalúa) la información proveniente de su medio ambiente. Ese criterio se determina en primer orden, por la finalidad del funcionamiento del sistema como tal.

Como justamente señala Kharkhar-din,¹³ la capacidad de un sistema para "comprender", para extraer la información contenida en las influencias provenientes del medio circundante, evaluar su significación (importancia, utilidad) desde el punto de vista del logro de determinados fines (de determinados estados del sistema) se caracteriza por el nivel de organización de los vínculos estructurales y funcionales del sistema y por el monto y calidad de la información elaborada que ha ingresado anteriormente y que se conserva en la memoria del sistema.

Los rasgos más importantes y específicos de la información pueden ser estudiados en relación con un sistema. Todos los sistemas de la naturaleza animada y, en ciertas condiciones, algunos sistemas tecnológicos poseen determinadas propiedades, como la capacidad para el control y la capacidad para mantener, e inclusive disminuir, su entropía. El cambio de información es el fundamento básico de la comunicación entre los hombres u otros entes de la naturaleza,

su interacción con el medio, la adaptación a éste y su modificación, o en general, está en la base de la interacción entre objetos no especificados (animados e inanimados) en la naturaleza.¹⁴

Es sabido que aquellos sistemas que logran el nivel correspondiente de organización y que poseen una determinada estructura, adquieren la capacidad de utilizar la información para conservar invariable (o aumentar) mediante la información, su nivel de organización y contribuir al mantenimiento constante (o disminución) de su entropía. Esto significa que la información, el control y la defensa antientrópica no son propiedades inherentes a cualquier sistema desde su origen, sino que aparecen y se pierden en dependencia de su estructura y de aquél nivel de organización que haya alcanzado el sistema. De aquí que, en la medida que el sistema aumenta su organización y modifica su estructura, estará capacitado para convertirse de sistema común en otro capaz de utilizar la información para el aumento ulterior de su organización, i. e. capaz de convertirse de sistema que no posee control en sistema de control; de sistema que se somete pasivamente a la ley de crecimiento de la entropía en sistema antientrópico.

De hecho hemos arribado al punto de vista sistémico en la consideración de la información.

¹³ Kharkhar-din M. V., Sobre el problema de las características cuantitativas de la "utilidad" de la información contenida en los documentos económicos. En: "Ekonomicheskaya semiotika", pp. 132-143.

¹⁴ Stenoulov N., On the concepts of information and control. *Progress in Biocybernetics*, Vol. 3. Edited by the late N. Wiener and J. P. Schädé. Elsevier Publishing Co., 1966, pp. 97-104.

Sistema

Consi
co como
encontr
de todo
posibles
campos
to hum
de la c
flujos
produce
netarios
rativos
trol sal
ciones
adminis
res psi
duales,
cualqui
una mi
ta) o
junto
rio enc
ción tal
estos fe
concept
el de si
quierem
toda es
nos y
dida, e
denomi
aproxim
"Si
dovekii
sistémic
las mis
caracte

Sistemas y estudio de sistemas

Considerando un objeto económico como una empresa industrial, nos encontramos con una gran *variedad* de todos los fenómenos y procesos posibles que se relacionen con los campos más variados del conocimiento humano y de las distintas ramas de la ciencia: procesos tecnológicos, flujos de valores materiales en la producción, flujos financieros y monetarios, cálculos de planes y operativos en los departamentos de control fabril y documentación; relaciones interpersonales (económicas, administrativas, individuales); factores psicológicos colectivos e individuales, etc. Para poder considerar cualquiera de estos fenómenos desde una misma posición (punto de vista) o para considerarlos en su conjunto (en su vinculación) es necesario encontrar una medida de abstracción tal, que se relacione con todos estos fenómenos en igual grado. Este concepto abstracto es precisamente el de *sistema* y las reglas que se requieren establecer para el estudio de toda esta multivariada de fenómenos y que resultan ser, en gran medida, comunes para todos ellos, se denominan *estudios de sistemas* o *aproximación sistémica*.

"Si se consideran —señalan Sadovskii e Iudin— las investigaciones sistémico-estructurales en su conjunto, las mismas manifiestan importantes características cognoscitivas: una ta-

rea de estas investigaciones es la construcción de esquemas teóricos generalizadores que, en principio, son indiferentes a muchas características de los objetos reales; es propio de estas investigaciones la "construcción" de un objeto como sistema (i. e. la construcción de un modelo, no a partir de consideraciones "objetales", sino de otras, en primer lugar metodológicas); los estudios de sistemas se orientan frecuentemente hacia las tareas de control cuya naturaleza está vinculada a la toma en cuenta de la *totalidad* del sistema; en estas aproximaciones están ausentes las descripciones empíricas en el sentido usual, éstas se sustituyen por la "empiría de modelo", i. e. el movimiento de modelos".¹⁵ La última característica de la aproximación sistémica indicada aquí por Sadovskii e Iudin tiene un papel importantísimo en la metodología sistémica, y en particular en el conocimiento científico en la actualidad.

La generalidad de los sistemas radica en el conjunto de las reglas de pensamiento científico, medios y métodos de consideración de objetos y fenómenos elaborados por la ciencia contemporánea. El conjunto de estas reglas constituye la aproximación sistémica, y en el caso particular del investigador-economista, sirve de guía en el estudio de los fenómenos complejos y multifacéticos de la economía nacional.¹⁶

¹⁵ Ver: Sadovskii V. N., Iudin E. G., Sobre la naturaleza de la aproximación metodológica a la investigación de los sistemas y las estructuras. En: *Logika i metodologiya nauki*. Edit. Nauka, Moscú, 1967, pp. 191.

¹⁶ V. N. Sadovskii, uno de los especialistas soviéticos más destacados en el campo de la metodología de sistemas, considera uno de los méritos de Marx el haberse percatado de las tareas de la investigación de sistemas en general y de la meteo-

De manera general, un sistema puede ser considerado como una colección, conjunto o agrupación de objetos (de la naturaleza más variada, inclusive abstractos, iguales o distintos) y relaciones, vinculados entre sí, que forman en su conjunto un *todo integral* cuyas propiedades no son reducibles a las propiedades de los elementos y relaciones particulares que lo estructuran. Se dice que el sistema es múltiple i. e. que la conducta o estado de alguna de sus partes es diferente de la conducta o estado del sistema en su conjunto; de la misma manera, el conjunto de propiedades de sus partes no constituye una propiedad. La dificultad en el estudio de los objetos económicos reales radica precisamente en que los mismos pueden contener conjuntos infinitos de componentes de distinta naturaleza: son objetos de suma complejidad. Precisa aclarar que, como

elementos pueden ser considerados sistemas con vínculos internos más simples.

Debe resaltarse que el término *sistema* suele usarse en distintos sentidos: los sistemas se consideran, en primer término, como un instrumento científico de investigación, como un medio de enfoque de los fenómenos y procesos económicos interactuantes. Una comprensión tal de "sistema" resulta directamente vinculada con la problemática de la teoría del conocimiento, en particular, en el campo de los fenómenos económico-sociales. Desde este punto de vista la aproximación sistémica constituye una metodología general del planteamiento y realización de la investigación económica.

Una segunda consideración resulta de tomar como sistemas un complejo objetivamente existente (o planificado) de procesos y fenómenos económicos que deben ser conocidos

dogia del análisis de sistemas en particular. Según él, "Ante Marx se presentaba la tarea de realizar una reproducción teórica del sistema de relaciones económicas de la sociedad capitalista. La solución de esta tarea hubiera sido inconcebible sin la aclaración de los principios metodológicos del análisis de los sistemas complejos. Esto fue formulado claramente por Marx, quien vio una de las grandes causas del desacierto de la economía política que le procediera, en la total incompreensión de los problemas metodológicos que se alzaban ante ella. La teoría del modo de producción capitalista creada por Marx en el "Capital" y en "La Crítica de la Economía Política" constituye al mismo tiempo, una elaboración detallada de los principios de la investigación de los objetos sistémicos".

"En los trabajos de Marx está contenido un análisis concreto de la estructura objetiva del objeto investigado por él: el sistema de las relaciones de producción capitalistas cuya naturaleza conforma la presencia de relaciones de determinado tipo entre sus elementos. Marx estudió detalladamente distintos tipos de vínculos del sistema investigado y prestó una atención especial al análisis de los vínculos del desarrollo. La desarticulación de la estructura objetiva del sistema analizado es una condición importantísima del análisis metodológico, cuya tarea específica consiste en la determinación de los medios y formas de pensamiento, cuya utilización da la posibilidad de una descripción teórica adecuada del objeto sistémico. En este sentido, los trabajos de Marx contienen un riquísimo material: él descubre los métodos de análisis de un objeto complejo, las formas de unión de definiciones abstractas del objeto investigado, las vías de investigación simultánea de los elementos dados e históricamente cambiantes de un sistema, etc". (Ver: Metodologicheskie problemy issledovaniia obektov predstavlaianshkhin soboi sistem / Problemas metodológicos de la investigación de objetos que constituyen sistemas / En: Sotsiologiya y SSR, Tomo 1, pp. 164-192. Edin. Sotsialno-Ekonomicheskoi Literatury "Mysl", Moscú, 1965.

y estudio
considera
los proc
misma,
mos de l
de este
ción sist
dología
menos e
misma s
metodolo
témico a
sistemas

Tambi
ma un
dios inte
pecialme
ducidos
dos fine
ción eco
mo, o e
nómico.
en este
todologi
sistemas
mas eco

El con
ma de a
forma d
complej
(diseña
diado p
la natu
tentiva
las tare

Puede
condici
sistema
rias que
nido en
el inter

y estudiados. Así, como sistemas se consideran la economía nacional y los procesos que transcurren en la misma, como también los mecanismos de la regulación económica. Desde este punto de vista la aproximación sistémica constituye una metodología concreta de estudio de fenómenos económicos específicos. La misma se pone de manifiesto en la metodología concreta del *análisis sistémico* adaptado a distintos tipos de sistemas económicos.

También suele tomarse como sistema un complejo de métodos y medios interrelacionados, proyectados especialmente, o ya elaborados, e introducidos para el logro de determinados fines en el campo de la producción social, la distribución y consumo, o en el campo del control económico. La aproximación sistémica, en este sentido, constituye una metodología de diseño e introducción de sistemas productivos u otros sistemas económicos.

El concepto de *sistema* es una forma de ataque de la complejidad, una forma de concentrar lo simple en lo complejo. El investigador construye (diseña) un sistema del objeto estudiado por él, independientemente de la naturaleza de dicho objeto (sustentiva o conceptual) para solucionar las tareas que tiene ante sí.

Puede aceptarse sin dudas, que la condición para la existencia de un sistema es la unidad de tres categorías que representan un papel definido en la metodología adoptada: *el investigador, el objeto y la tarea.*

Investigador y observación

Las propiedades de un objeto modelado en su sistema correspondiente se manifiestan solamente desde el punto de vista de un observador dado. Las propiedades infinitas y complejas de los fenómenos u objetos económico-sociales, por ejemplo, son consideradas por el observador desde su posición científica y de clase. Las propiedades del objeto son, asimismo, puestas de manifiesto por el observador, desde el punto de vista de aquella tarea que debe investigar y solucionar.

Al definir su objeto de estudio como sistema, el investigador no posee ningún derecho a atribuir de antemano cualesquiera propiedades, razonar sobre su "naturaleza" y otras cuestiones secretas; él debe obtener datos confiables, ciertos, sobre dicho objeto,¹⁷ *el procedimiento que emplee para extraer información de la "máquina" ha de ser enteramente objetivo (es decir, accesible o patentizable para todos los observadores)*...¹⁸ Es decir que la única forma o vía de obtención de datos confiables sobre el sistema, es la observación objetiva de su comportamiento, la investigación de las operaciones que el mismo realiza, las variables y parámetros que lo caracterizan, etc.

El objeto

El sistema no debe ser confundido con el objeto que el mismo representa. "...toda "máquina" real contiene un número de variables no infe-

17 Cherniak, I. L.: *Análisis y síntesis de los sistemas en economía*. Edit. "Ekonomika", Moscú, 1970, pp. 17.

18 Ashby, W. R.: *Proyecto para un cerebro*. Edit. Tecnos, Madrid, 1965, pp. 28.

rior a infinito, que han de pasarse necesariamente por alto, salvo pocas... El experimentador, que se enfrenta con este infinito número de variables, tiene que escoger para su examen un número definido de ellas (y, desde luego, eso es lo que hace): dicho de otro modo, define un sistema abstracto".¹⁹

El sistema se divide en un número finito de partes denominadas elementos. El límite de la división se establece en base a la tarea de solucionar por el observador del objeto, y de acuerdo con la exactitud requerida en la solución de la tarea. "Puesto que cualquier "máquina" real tiene una infinidad de variables, a partir de las cuales puede efectuarse razonablemente una infinidad de selecciones distintas por observadores distintos (con vista a distintas finalidades), es preciso que haya desde el principio un observador (o experimentador); y entonces se define un sistema como cualquier conjunto de variables que elija entre todas las que se encuentren en la "máquina" real..."²⁰

Un sistema construido para solucionar una tarea económica concreta y bien definida, incluye solamente un número finito de componentes estrictamente reducidos, que son susceptibles de formalización y se prestan para su tratamiento matemático.

Los conceptos de "sistema" y "objeto" se distinguen por el hecho de que a distintos objetos puede corres-

ponder un mismo sistema, mientras que a un mismo objeto pueden corresponder sistemas diferentes.²¹ Si se considera una empresa industrial como un conjunto de máquinas y herramientas, como un conjunto de procesos tecnológicos que se realizan con el auxilio de tales medios (los materiales semifabricados y artículos que se elaboran en tales máquinas), entonces la empresa se toma como un sistema tecnológico. La empresa puede ser vista desde otro ángulo; quiénes trabajan en ella, cuál es su relación con la producción, cuál es la relación de unos trabajadores con otros y con el colectivo, qué relaciones de subordinación los vinculan, interacción, camaradería, etc., entonces esa misma empresa se representa como un sistema social. Puede considerarse también la empresa, poniendo de manifiesto la relación de los trabajadores de la misma con los medios de producción, sus relaciones en el proceso y la distribución de sus resultados, la relación de todo el colectivo de la empresa con el estado, con otras empresas, etc. Aquí la empresa se considera como un sistema económico.

La tarea: finalidad práctica

Cualquier propiedad del objeto modelada en el sistema se evalúa como significativa (relevante) o no, de acuerdo con la tarea práctica en cuestión. No debe existir un sistema económico, por ejemplo, sin una ta-

rea clara
ceso de co
sistema es
solucionar
de tareas.
tura, com
característ
tema. El e
do como l
tiva sistém
tructivista.
lamente a
sino, en
truir". El
está sujet
ción, al a

Sistemas

Vamos
algunos o
tratados e
general.

Todo e
desenvuel
ambiente.
medio am
do todo
do en el
está, que
dológica
ambiente
relativida
tos fines.
parado de
finir el m
mantiene
el sistema
(potencial
medio est
to de tod

¹⁹ Id. pp. 27-28.

²⁰ Id. pp. 30.

²¹ Ver: Lefevr, V. A., Sobre las formas de representación de los objetos como sistemas. En: *Filosofskie problemy sovremennogo estestvoznaniia. Vypusk 14*, Edn. Kievshogo Universiteta, 1969, pp. 17.

rea claramente definida. Todo el proceso de construcción (diseño) de un sistema está sujeto a la finalidad de solucionar determinada tarea o clase de tareas. Esto determinará la estructura, complejidad, dimensión y otras características y propiedades del sistema. El criterio de la práctica tomado como fundamento de la perspectiva sistémica define su carácter constructivista. La tarea no se reduce solamente a "comprender" el objeto, sino, en cada caso concreto "construir". El proceso de conocimiento está sujeto al proceso de construcción, al análisis y la síntesis.

Sistemas y medio ambiente

Vamos a precisar en cierto grado, algunos conceptos que ya han sido tratados con anterioridad en forma general.

Todo el sistema, en principio, se desenvuelve en determinado *medio ambiente*. De manera general, como medio ambiente puede ser considerado todo aquello que no está incluido en el sistema en cuestión. Claro está, que en la consideración metodológica de los *sistemas*, el medio ambiente puede resultar de una gran relatividad: pudiéramos, para ciertos fines, considerar el sistema separado de su medio, pudiéramos definir el medio como un sistema que mantiene determinados vínculos con el sistema en cuestión, y pudiéramos (potencialmente) considerar que el medio está integrado por el conjunto de todas las posibles influencias.

Dependiendo de su relación con el medio ambiente, los sistemas suelen dividirse en: *sistemas absolutamente cerrados*, *sistemas relativamente abiertos* y *sistemas abiertos*. En el primer caso tendríamos sistemas que no mantienen (o al menos así lo consideramos atendiendo a criterios metodológicos, u otros) relaciones con su *sistema-ambiente*. En el segundo caso, estamos en presencia de un medio ambiente definido, i. e. están perfectamente definidas las relaciones que se dan (que se consideran) entre el sistema y su ambiente. Por último, estaríamos ante el caso en que tomaríamos en cuenta todos los vínculos (potencialmente) del sistema con su medio.

Muchas veces los objetos a considerar (representar) como sistemas son tratados como *sistemas abiertos* i. e. se identifican *objeto* y *sistema abierto* como hacen, por ejemplo, Klir y Valach,²² y al definir el sistema y sus relaciones con el medio (lo cual implica una definición del propio sistema-ambiente) se alcanzan los conceptos de sistemas relativamente abiertos y cerrados. *El medio ambiente de un sistema es un conjunto de elementos y sus propiedades relevantes: dichos elementos no constituyen parte del sistema en cuestión, pero un cambio en alguno de ellos puede producir un cambio en el estado del sistema, es decir, en el conjunto de propiedades relevantes que posee el sistema en un momento dado.*²³

²² Klir J., Valach M., *Cybernetic Modelling*, SNTL-Publishers of Technical Literature, Prague, 1967.

²³ Ackoff R. L., *Towards a system of systems concepts*, *Management Science*, V. 17, No. 11, 1971, pp. 662-663.

Sistemas, elementos y subsistemas

Información, sistema... Hemos definido un sistema como un conjunto, colección o agregado de objetos de la naturaleza más variada. Estos *objetos-componentes* del sistema se denominan *elementos* y constituyen la parte fundamental y primaria de todo el sistema. Los elementos pueden ser a su vez sistemas que podemos considerar de un orden inferior en relación con el sistema en cuestión. La relatividad de este concepto se hace evidente. Claro está, una vez que se define un elemento, el mismo se considera indivisible; no podemos (o no necesitamos) determinar su estructura. La estructura de un sistema viene dada por el conjunto de relaciones que se dan (que se toman en cuenta, que se establecen, que se definen) entre los elementos del sistema.

La forma más general de acoplamiento entre los elementos de un sistema están dados por los llamados *acoplamientos en serie*, en *paralelo* y el más importante desde el punto de vista de la Cibernética, que es la *retroacción* o *retroalimentación*. Junto a estas formas de acoplamiento entre los elementos de un sistema pueden darse múltiples vínculos y sus combinaciones: materiales, energéticos e informacionales. Estos últimos poseen una alta significación en lo concerniente a los llamados *sistemas de control* y en particular, a los *sistemas automatizados de gestión* que ponen de manifiesto, sin dudas, los vínculos que hemos querido resaltar

entre la información, los sistemas y la economía.

La aproximación sistémica requiere una formulación exacta de los criterios que permiten distinguir los objetos (elementos) que estructuran dichos sistemas. Como indica Lefevr,²⁴ en la mayor parte de las investigaciones concretas, la selección de una *desarticulación* de partida y por tanto, de la *representación sistémica* inicial, es el factor fundamental determinante del éxito o fracaso de una investigación sistémica particular.

El sistema puede ser subdividido en *subsistemas*, i. e. los elementos de un sistema pueden agruparse, siguiendo determinados criterios, en subsistemas que a su vez se articulan para estructurar el sistema en cuestión. Así, por ejemplo, una *rama* considerada como un sistema, puede ser subdividida en dos subsistemas: subsistema controlador, conjunto de todos los elementos del control y subsistema controlable (el sistema productivo). Siguiendo otros criterios, la rama puede ser subdividida en *subramas*, grupos de empresas, o empresas por separado. Todas ellas serían tomadas como subsistemas del sistema en cuestión.

Este aspecto es particularmente importante en la investigación de los llamados *sistemas automatizados de control*. "La división del sistema general en subsistemas y la formulación de los "objetivos" para estos subsistemas constituye una de las formas más efectivas de la "lucha" contra la gran dimensión de una tarea; esta forma es conocida como *mé-*

todo de cho, desi Svinitskii que tiene en subsist de poder (la maldi el sentido sistemas, lugar visi grandes s

Tareas g investigo

Cuando neral de se tienen fundamen sistema p tructura comportar minada fi intername indican K expresada: guientes: correspon terminado determina de estructu comportan

²⁴ Lefevr, V. A., ob. cit.

todo de descomposición." Este hecho, destacado por Mikhalevich y Svinitskii,²⁵ indica la importancia que tiene la división de estos sistemas en subsistemas o módulos a los efectos de poder reducir la gran complejidad (la maldita multidimensionalidad en el sentido de Bellman) de los grandes sistemas, entre los que ocupan un lugar visible, sin lugar a dudas, los grandes sistemas socio-económicos:²⁶

Tareas generales de la investigación sistémica

Cuando se describen las tareas generales de la investigación sistémica se tienen presente las dos propiedades fundamentales de todo sistema: un sistema posee una determinada estructura y exhibe un determinado comportamiento (realiza una determinada función). Estas propiedades, internamente relacionadas, como lo indican Klir y Valach,²⁷ pueden ser expresadas por los dos asertos siguientes: (a) a una cierta estructura corresponde un comportamiento determinado, (b) a un comportamiento determinado corresponde una clase de estructuras definidas por dicho comportamiento.

La investigación sistémica comprende tres tipos de tareas generales: la síntesis de sistemas, el análisis de sistemas y las tareas que caen dentro del campo de las llamadas "cajas negras".

La síntesis se plantea cuando se requiere diseñar una estructura que responda a un comportamiento o función determinados. Generalmente una función puede dar lugar a un multivariiedad de estructuras. La selección de la estructura adecuada se fundamenta, por lo general, en algún tipo de criterio, por ejemplo: costos, confiabilidad, eficiencia, simplicidad de las operaciones, etc.

El análisis sistémico, tarea que posee una gran vigencia en la actualidad en relación con los sistemas socio-económico, se plantea de manera especial, como la determinación del comportamiento o función de un sistema en base a una estructura dada.

Usualmente, estos dos tipos de tareas se combinan. En cuanto a la investigación de los sistemas económicos, esto toma una característica general. Nos detendremos brevemente en esta cuestión siguiendo en lo fundamental las ideas de Cherniak ex-

25 V. S. Mikhalevich, V. N. Svinitskii. Sobre los métodos de control de los grandes sistemas. Revista "Voprosy Filosofii", 7/1970, pp. 54-63.

26 NOTA: El término sistemas automatizados de control denota aquí, lo que en la terminología soviética se tiene como "Avtomaticheskíe sistemy upravleniia". Como los define Shkurba: Un sistema automatizado de control se entiende como un complejo de métodos y mecanismos que sirven de fundamento técnico-informacional del control general y que realiza las funciones de elaboración mecanizada de la información.

El sistema automatizado de control en la economía nacional constituye un complejo tecnológico que elabora lo más racionalmente posible la información de planificación económica y que se fundamenta en una utilización compleja de la información primaria para la obtención en tiempo de los datos fundamentales que permite organizar el control efectivo económico y administrativo. Ver: V. V. Shkurba. Tareas de la creación de los sistemas automatizados de control en la economía nacional. En: "Sistemas automatizados de dirección de empresas" Edit. Naukova Dumka, Kiev, URSS., 1966, pp. 8-39.

27 Klir y Valach, op. cit.

puestas en sus *Análisis y síntesis de los sistemas en economía*.²⁸

Por lo general, esta combinación de las tareas de análisis y síntesis sistémico se plantea cuando se requiere perfeccionar el trabajo de algún objeto económico concreto, ya sea una empresa o un órgano de control determinado. El proceso de *diagnóstico-análisis-síntesis* de un objeto económico, enfocado como un sistema, puede concebirse como un complejo de medidas encaminadas a poner de manifiesto las insuficiencias y aspectos débiles de la organización actual; la formulación de los fines y direcciones de su perfeccionamiento, la elaboración de los principios de construcción del sistema perfeccionado, la fundamentación y planificación de la secuencia de elaboración y puesta en marcha de los nuevos métodos y medios técnicos.

Inicialmente se parte de una definición de las insuficiencias y una definición de los fines hacia los que se encamina el grupo investigador, para luego escoger los medios apropiados. Este es, por lo general, un trabajo de equipos multidisciplinarios.

En su conjunto, el proceso de perfeccionamiento de cualquier objeto económico puede ser dividido en siete etapas: las que corresponden a la puesta de manifiesto de aquellas insuficiencias que deben ser eliminadas y la formulación de los fines de la labor de perfeccionamiento, de una parte, y la aclaración detallada y clara de las causas de dichas insuficiencias, de otra. Esto corresponde al *diagnóstico y reconocimiento* del sis-

tema (objeto). Hecho esto, se procede a construir un sistema y su representación con el auxilio de métodos y medios especiales (digamos gráficos, métodos matemáticos, etc.). En el *análisis de sistema* propiamente dicho, se procede a obtener características numéricas exactas de los elementos interactuantes del sistema, a poner de manifiesto las desproporciones, insuficiencias en la coordinación, "cuellos de botella", "cargas de cresta" o sobrecargas, métodos y formas arcaicos de organización del trabajo que no corresponden a las nuevas condiciones. A continuación, la *síntesis del sistema* conllevará a una construcción de un esquema hipotético de organización más racional del trabajo del objeto sistémico estudiado, reflejando en él la eliminación de todas las insuficiencias en base a la aplicación de nuevos métodos de organización de la técnica de computación electrónica, etc. El proceso se continúa con el *diseño del sistema*, i. e. la selección de las formas concretas de organización, métodos de trabajo, tipos de documentos y esquemas de rotación de documentos, medios técnicos y programas de su trabajo, coordinación mutua de todos estos elementos del sistema y su formulación en forma de proyectos. En la culminación se procede a la puesta en marcha y ajuste del nuevo sistema diseñado. Como se ha señalado, estas son ideas de carácter general, y no agotan por supuesto todo lo concerniente al *análisis-síntesis sistémicos*: tienen el solo objetivo de ejemplificar la cuestión relativa a estos tipos de tareas.

Las tar
de cajas
somos des
de un si
tan inacc
descubier
servación
co es conc
vado. Sup
caja con
ma que
tenido en
vado. Est
entrada
asigna a
distintos
ñales de
partir de
conclusio
na de la
tareas de
normalme
trata de
biernan el
dado, e in
Haciend
mos obter
que descr
tema "er
alguna co
interna d
sario con
ración. C
de acción
de la "caj

²⁸ Cherniak, op. cit.

procede
epresen-
todos y
ráficos.
En el
e dicho,
erísticas
ementos
poner
reiciones,
inación,
de cres-
formas
trabajo
nuevas
la sín-
a una
hipoté-
onal del
o estu-
elimina-
s en ba-
métodos
de com-
proceso
del sis-
formas
todos de
y esque-
tos. me-
su tra-
e todos
su for-
tos. En
i puesta
sistema
o, estas
l, y no
concer-
émicos:
emplifi-
os tipos

Las tareas que hemos denominado de *cajas negras* se presentan cuando somos desconocedores de la estructura de un sistema y la misma se hace tan inaccesible que no puede ser descubierta a partir de la simple observación. El comportamiento tampoco es conocido, pero puede ser observado. Supongamos que tenemos una caja con paredes opacas de tal forma que la estructura de lo contenido en ella no puede ser observado. Esta caja tiene terminales de *entrada* y *salida*. El investigador asigna a los terminales de entrada distintos estímulos y observa las señales de los terminales de salida. A partir de aquí realiza determinadas conclusiones sobre la estructura interna de la caja. Esto deja claro que las tareas de *cajas negras* se resuelven normalmente por experimentación; se trata de encontrar las leyes que gobiernan el comportamiento del sistema dado, e inferir su posible estructura.

Haciendo distintas pruebas podemos obtener algunos datos primarios que describen los vínculos en el sistema "entrada-salida". Para sacar alguna conclusión sobre la estructura interna de la "caja negra" es necesario contar con determinada información. Cuanto mayor sea el número de acciones diversas en la entrada de la "caja negra" mayor será la in-

formación que obtengamos sobre el estado de las salidas y la posibilidad de hacernos una representación de la "caja negra".²⁹

Este método es de uso general en el estudio de los sistemas biológicos, y en particular en las investigaciones de diagnóstico médico, fisiológicas y psicológicas. Con ellas está estrechamente vinculado el llamado experimento sobre la base de modelos.

Palabras finales

Las cuestiones que han sido planteadas hasta aquí quedan enmarcadas dentro de un contexto de problema más mucho más amplio, conocido hoy en día como *cibernética económica*: una de las ramas más jóvenes de la cibernética, que tiene como problemática central el estudio de los sistemas y modelos económicos, la información económica y, muy en particular, la teoría de los sistemas de gestión económica. Los primeros trabajos que sistematizan parte de esta problemática de la cibernética económica son indudablemente los de Lange³⁰ y Greniewsky³¹ en Polonia, Nemchinov³² en la U.R.S.S. y los del ciberneta inglés Stafford Beer.³³

La cuestión relativa a la información económica representa un papel destacado dentro de la cibernética económica. En el trabajo se ha tratado de poner de manifiesto las limitacio-

²⁹ Parin V. V. Baryshii R. M., Introducción a la cibernética médica. Edit. "Meditsina", Moscú, URSS., 1966, pp. 35.

³⁰ Lange O., Introducción a la Economía cibernética. Edit. Siglo veintiuno de España, 1969.

³¹ Greniewski M. H., Logique et cybernetique de la planification. Cahiers du Séminaire d'Econometrie, No. 6, 115-164, 1962. Publicado también en Ruso en el libro Elektronnoe modelirovanie i mashinnoe uprablenie y ekonomike. Edit. Mir, Moscú, 1965.

³² Nemchinov V. S., Métodos y modelos económico-matemáticos. Edit. Mysl, Moscú, 1965.

³³ Beer S., Cybernetics and Management. The English Universities Press LTD, London, 1959.

nes de los enfoques clásicos de la teoría de la información, cuando se trata de objetos en los que hay que tomar en cuenta los factores humanos. En la cibernética económica estas cuestiones se estudian con amplitud. Se tiene en cuenta el hecho de que en las investigaciones de las funciones del control económico se hace necesario manipular una documentación económica amplia y disimil, como también múltiples formas de mensajes económicos, y junto a esto, el hecho de que no es posible hacer abstracción de los aspectos semántico y pragmático de la información.

Es conocido que el principio de la integración³⁴ resulta fundamental en la construcción de los sistemas de tratamiento de la información económica basados en la introducción de los computadores electrónicos que contribuyen a realizar una racionalización, simplificación y disminución de los costos en los procesos de control. Las investigaciones cibernético-económicas, a la vez que toman en cuenta este principio, profundizan en el hecho de que la información económica aparece registrada en determinado sistema de signos, cosa que ha puesto de manifiesto, dentro de la cibernética económica el desarrollo de la llamada *semiótica económica*. El intercambio de información entre los hombres y las máquinas y entre las máquinas se realiza con la

ayuda de signos. De aquí que el aparato de la ciencia sobre los signos y los sistemas de signos (*semiótica*) se presente como muy prometedor en la investigación de los procesos de control de la economía nacional. Puede suponerse que en un futuro cercano una nueva disciplina científica la "*semiótica económica*" se convierta en uno de los instrumentos efectivos en las investigaciones económicas.³⁵

En el trabajo se han manipulado de manera general y sucinta algunos aspectos de la teoría de sistemas en sus vínculos con la economía. Esta es una temática muy amplia donde no se pueden menospreciar los aspectos interdisciplinarios y sintetizados que la misma posee. En este sentido el papel integrador y sintetizador de la cibernética económica salta a un primer plano. Precisamente, el desarrollo del concepto de *grandes sistemas* responde a la necesidad de atender los múltiples elementos (de la naturaleza más variada) y sus relaciones, que estructuran los objetos económicos, que van desde los medios de computación hasta las relaciones individuales y los factores psicológicos.

La tendencia más sostenida en la cibernética económica en nuestros días, es el desarrollo de la teoría, medios y métodos para la creación de los sistemas automatizados de ges-

34 El principio de la integración se expresa en el hecho de utilizar la técnica de computación electrónica para organizar el proceso de tratamiento de los datos de tal forma, que para toda un complejo interrelacionado de tareas de control sirva una misma información primaria, que los resultados de la solución de una tarea sirvan de datos de entrada para otra, y que la elaboración de todo el complejo interactuante de actos del control se realicen en el curso de un mismo ciclo de trabajo del sistema.

35 Cherniak I., Maiminas E. S., Zherebin V. M. La Cibernética Económica. En: Cibernética al servicio del comunismo, ya citado.

ción, con-
ra al resp
les de ge
especialis
can a los
económico
los aspect
ción de la
gestión, e
bajos de
nes, racio
dirección
los mate
feccionan
cálculo
programa
que inte
bajo.

De mo
nómica
el trata
la infor
nómica.

Final
labras
Zherebin
ro de la

"La
lamente
llará de
"hacia
teórico,
práctico
perarse
síntesis
y la te
nómico
import
los as
cibernet
talmen
rismo
práctico

ción, conocidos también en la literatura al respecto, como *sistemas integrales de gestión*. La mayor parte de los especialistas que hoy en día se dedican a los problemas de la cibernética económica, lo hacen precisamente, en los aspectos vinculados con la creación de los *sistemas automatizados de gestión*, donde se intersectan los trabajos de investigación de operaciones, racionalización de los métodos de dirección, introducción de los modelos matemático-económicos, el perfeccionamiento de las formas de cálculo económico, los métodos de programación óptima y otros factores que intervienen en este tipo de trabajo.

De manera que la cibernética económica es un marco apropiado para el tratamiento de los problemas de la *información, los sistemas y la economía*.

Finalizamos con las siguientes palabras de Cherniak, Maiminas y Zherebin, cuando se refieren al futuro de la cibernética económica.

"La cibernética económica no solamente se perfeccionará, se desarrollará dentro de su contexto y crecerá "hacia arriba", en un plano meta-teórico, sino que aportará soluciones prácticas más perceptibles, debe esperarse además, que la teoría de la síntesis de los sistemas económicos y la teoría del comportamiento económico aporten resultados prácticos importantes: estos son precisamente los aspectos generalizadores de la cibernética económica." Aquí es totalmente aceptable el conocido aforismo de que no hay nada más práctico que una teoría.