

# CIBERNÉTICA Y ECONOMÍA

Oskar Lange





El objeto del presente trabajo es analizar el funcionamiento de los procesos económicos, con ayuda de un moderno instrumento científico, la cibernética y, especialmente, de su rama denominada teoría de la regulación automática. Esta teoría tiene un amplio significado práctico; se puede también aplicar a la investigación del funcionamiento de los sistemas y procesos económicos. Se obtiene de esta manera un nuevo enfoque de los problemas de la regulación, gobernación correcta de estos procesos, así como un instrumento para una planificación efectiva y una regulación de la economía nacional o de las ramas que la componen.

Uno de los héroes de la comedia de Molière, el señor Jourdain, se entera con sorpresa, por su maestro, de que durante toda su vida ha hablado en prosa<sup>1</sup>. Situación parecida se da también en la economía y en la cibernética. Los economistas, ya desde los comienzos del desarrollo de la economía política, se ocupaban de los problemas que hoy definimos como problemas cibernéticos. Trataban de los procesos de ajuste y regulación de los sistemas compuestos de elementos relacionados entre sí, antes de que estos problemas aparecieran en otras ramas de la investigación, como la técnica y la biología, y mucho antes de que encontraran su formulación general teórica en una nueva ciencia, la cibernética.

La economía política, especialmente la economía burguesa, consideraba la economía capitalista como un sistema que se regula automáticamente, o como decimos actualmente, como un sistema autorregulador. De la misma opinión surgiría una conclusión político-económica, formulada en el principio del *laissez-faire*, según la cual el Estado no debe intervenir en el curso de los procesos económicos, ya que sólo puede perjudicar la autorregulación de dichos procesos y destruir el equilibrio económico al que se llegaría automáticamente.

La teoría de la autorregulación armónica de la economía capitalista ha sido criticada por los socialistas y, especialmente, por el socialismo científico de Karl Marx y Friedrich Engels. Posteriormente también los economistas burgueses, cada vez con mayor fuerza y, en los últimos tiempos principalmente John Maynard Keynes, han abandonado la teoría de la autorregulación armónica de la economía capitalista. Aunque la autorregulación aparece todavía en la economía capitalista, no es obligado, como se afirma, que conduzca a resultados socialmente convenientes. Los resultados de la autorregulación en la economía capitalista pueden ser el desempleo, el despilfarro de las riquezas, etc. Por lo tanto, es imprescindible la intervención del Estado que dirige, de manera adecuada, los procesos económicos.

La planificación de la economía socialista nacional constituye un instrumento de la dirección racional de los procesos sociales. La utilización efectiva de este instrumento requiere, sin embargo, un conocimiento exacto de los principios científicos del funcionamiento de la economía socialista y del control del curso de dichos procesos. Así, pues, los conceptos y términos como regulación, estabilidad, control, dirección, etc., pertenecientes al lenguaje moderno de la cibernética y sus correspondientes problemas objetivos, aparecen en la literatura económica con anterioridad a que fueran objeto de investigación en cibernética. La cibernética es una ciencia reciente a la que dio origen la aparición simultánea en Francia y en Norteamérica, en 1948, del libro del eminente matemático Norbert Wiener; titulado *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*<sup>2</sup>.

Sin embargo, la cibernética como ciencia tiene sus antecedentes en la teoría de los servomecanismos. En la técnica se denomina servomecanismo a un instrumento que sirve para controlar cierto proceso técnico, por ejemplo, una máquina o conjunto de máquinas, instalaciones eléctricas, etc. Este nombre se utiliza para definir el mecanismo que en vez del hombre actúa sobre cierta máquina o proceso técnico; servomecanismo es un "mecanismo de servicio"<sup>3</sup>. La aplicación cada vez mayor de los servomecanismos a la técnica ha dado lugar al nacimiento de la necesidad del análisis matemático de su funcionamiento y, precisamente, a este análisis se le denomina teoría de los servomecanismos, cada vez con más frecuencia en nuestros días, teoría de la regulación automática.

---

<sup>1</sup> Se refiere a la comedia de Molière, El burgués gentilhomme.

<sup>2</sup> Cibernética; es decir, control y comunicación en el animal y en la máquina.

<sup>3</sup> Sobre el papel de los servomecanismos en el proceso contemporáneo de la producción. véase O. Lange, *Spoleczny proces produkcji i reprodukcji*, "Economista", núm. 1, 1962, págs. 14-17.

Actualmente la teoría de la automatización constituye una rama muy desarrollada de la matemática aplicada y existe al respecto una literatura muy amplia<sup>4</sup>. La cibernética surge al descubrirse que la teoría de los servomecanismos, considerada como disciplina matemática, tiene una aplicación mucho más extensa que la limitada al área de los procesos técnicos industriales. La teoría de los servomecanismos ha encontrado su aplicación más precisa en la construcción de máquinas electrónicas matemáticas. Ya el creador de la cibernética, Wiener, estableció la existencia de profundas analogías entre el funcionamiento de los servomecanismos y las máquinas electrónicas matemáticas y el funcionamiento de los organismos vivos. Esta analogía aparece, de manera más evidente, entre el funcionamiento de las máquinas electrónicas matemáticas y el funcionamiento del sistema nervioso central de los organismos vivos; por esta razón se denomina a las máquinas electrónicas matemáticas, "cerebros artificiales"<sup>5</sup>.

Los organismos vivos se caracterizan por la capacidad de autorregulación; por ejemplo, los pájaros y los mamíferos, de manera automática, independientemente de la temperatura del medio, regulan su temperatura interna manteniéndola a un determinado nivel. Existe, pues, cierto mecanismo de regulación que permite que la temperatura interna del organismo humano se mantenga alrededor de 37° C. Análogamente se mantiene a un nivel determinado a presión sanguínea y otras características del organismo humano. En biología el fenómeno se denomina homeóstasis. Si la autorregulación, es decir la homeóstasis en el organismo vivo falla, surgen enfermedades para cuya curación es preciso de volver al organismo su correcta posibilidad de acción.

Los organismos vivos tienen también la peculiaridad de dirigir su desarrollo de acuerdo con leyes establecidas de antemano, independientemente de las condiciones del medio. En biología es conocido el experimento de H. Driesch realizado con un huevo fecundado de erizo de mar. Al dividir el huevo en dos mitades cada una de ellas dará lugar a un erizo completo<sup>6</sup>.

Wiener ha demostrado que los principios del funcionamiento de la autorregulación en los organismos vivos son los mismos que los del funcionamiento de la regulación automática en los aparatos técnicos<sup>7</sup>. Ambos casos de autorregulación pueden presentarse por medio del mismo esquema y la misma teoría matemática. Wiener fue aún más lejos e hizo observar que de manera análoga pueden abarcarse la regulación y el control de los procesos sociales y económicos.

Sin exagerar, por el momento, el hecho de que la economía capitalista, hasta cierto grado y límite, es un sistema de regulación automática, y los efectos que de ello se derivan y, por otra parte, cuáles son los principios de la regulación y el control de la economía socialista, hay que decir que los mismos esquemas teóricos que se utilizan para la regulación automática y el control en la técnica pueden aplicarse a los organismos vivos y también, en ciertas situaciones, a los procesos socioeconómicos. De manera semejante, la cibernética surge como ciencia general sobre el control y la regulación<sup>8</sup> de los sistemas que se componen de diferentes elementos, relacionados de cierta manera entre sí.

Los sistemas de los que se ocupa la cibernética están compuestos de elementos unidos entre sí por la cadena de acciones causa-afecto. A esta relación de los elementos del sistema se denomina retroacción. Recordando lo expuesto hasta ahora puede definirse la cibernética como la ciencia que versa sobre el funcionamiento de los sistemas de acoplamiento. Cada mecanismo, en el sentido restringido de la palabra, es un ejemplo del sistema de elementos acoplados en los cuales la interacción de la causa-efecto se realiza según los principios de la mecánica o de la electromecánica. El funcionamiento de un elemento induce el funcionamiento de otro

4 En polaco han aparecido, entre otros, los siguientes libros dedicados a la teoría de la automatización:

- 1) Trabajo colectivo de autores checos, Teoria regulacji automatyczne, PWNT, Varsovia 1962;
- 2) Stefan Wegrzyn, Podstawy automatyki, PWN, Varsovia 1963.
- 3) Guido Wünsch, Podstawy automatyki, PWT, Varsovia 1960.

5 Al respecto, consúltese John von Neumann, The Computer and the Brain, New Haven, 1958, y una disertación, de carácter popular: W. Sluckin, Mózg i maszyny, traducción del inglés, Wiedza Powszechna, Varsovia 1957.

6 Driesch ha demostrado que para la aparición del erizo es suficiente mantener una cuarta parte del huevo. De ello se ha tratado de obtener conclusiones filosóficas para sentar las bases teóricas del neovitalismo. Sobre este tema, consultar O. Lange, Calosc i rozwój w swietle cybernetyki, PWN, Varsovia 1962, especialmente págs. 82-83.

7 N. Wiener, Cybernetics..., París-Nueva York 1948; especialmente capítulos IV y V.

8 A continuación determinaremos con precisión esas categorías. Especificaremos también la relación que existe entre control y regulación.

elemento anexo a él, lo que a su vez influye en los elementos conectados con él, directa o indirectamente. Situación parecida se da en los sistemas de elementos interconectados que existen en los procesos químicos, biológicos, etc., o en los procesos económicos-sociales. Precisamente estas características hicieron posible la creación de una ciencia de tipo general sobre el funcionamiento de los sistemas de acoplamiento, que se conoce con el nombre de cibernética. Por lo general se añade al respecto que la cibernética es la ciencia de la "dirección" o control" de los sistemas de acoplamiento<sup>9</sup>. Algunos autores definen también la cibernética como la ciencia de las "máquinas" o los "mecanismos" en el sentido más amplio de la palabra<sup>10</sup>, entendiendo por "máquina" o "mecanismo" el sistema de los elementos interconectados, que actúan entre sí; es decir, los sistemas de acoplamiento.

La aplicación de la cibernética a la economía sirve tanto a los fines de conocimiento como a la práctica económica. Los fines del conocimiento se alcanzan gracias a que la cibernética enfoca, de una forma nueva, los métodos de acoplamiento de los elementos y de funcionamiento de los sistemas económicos, ya se trate de formaciones socioeconómicas completas o de algunas de sus partes; por ejemplo, el "mecanismo" del mercado, la circulación monetaria, el intercambio de mercancías en el comercio exterior, etc. De estos problemas se ha ocupado la economía desde el momento de su creación. Sin embargo, no existía una ciencia especial que, por medio de un aparato científico adecuado, diera a la investigación dedicada a estos problemas la necesaria precisión, que posibilitase su formulación y solución correctas.

Para la economía socialista la cibernética posee una importancia especial. En el sistema socioeconómico socialista, parecido en todas las economías, hallamos la unión de las acciones de un gran número de elementos (en última instancia dichos elementos están constituidos por las personas mismas). Sin embargo, en la economía socialista planificada, para alcanzar un determinado resultado, estos elementos se pueden clasificar, separar, unir y agrupar en auténticos sistemas de acoplamiento.

Especialmente para la ciencia de la planificación y dirección de la economía nacional, la cibernética aparece como una ciencia auxiliar muy importante, como ya observó Norbert Wiener<sup>11</sup>. Tanto en países capitalistas como socialistas, y entre estos últimos, sobre todo, en la Unión Soviética, se han empezado a ocupar de este problema, muy detalladamente, desde hace algunos años<sup>12</sup>. Se ha ampliado y afianzado la convicción del importante papel y de la significación de la cibernética en el control total y parcial de determinadas ramas de la economía nacional. La literatura sobre este tema no es aún muy amplia. En realidad empezó, hasta cierto punto, como una moda, al hablarse y escribirse sobre cibernética en general y también sobre las posibilidades de utilizar esta disciplina científica en la ciencia económica. Pero son pocos los trabajos que abarcan la aplicación concreta de la cibernética a los problemas económicos. (Tal como sucede en los comienzos de una nueva ciencia, así se presenta la situación). En cuanto a la bibliografía sobre el tema, pueden mencionarse solamente dos trabajos, uno de Tustin y otro de Allen<sup>13</sup>. Tustin, profesor de electrotecnia, fue el primero que trató de demostrar como la teoría de las redes eléctricas puede aplicarse a la investigación de los sistemas económicos y al control y regulación de los mismos. En los últimos diez años han aparecido en revistas algunos artículos que se refieren a la aplicación de la cibernética a la teoría económica<sup>14</sup>. También merece atención un conjunto de artículos que han aparecido, publicados en alemán, en Munich, en 1957, bajo un título común: "*Los procesos de*

9 El término cibernética se halla etimológicamente relacionado con la noción de control, dado que procede de la palabra griega *kybernetes*, que significa "timonel del barco". La palabra "gobernador" proviene de la misma fuente greco-latina. Merece la pena subrayar que en inglés el regulador -o sea, el "timonel"- de la máquina de vapor se denomina "governor", o sea, gobernador.

10 Véase, p.ej., W. Ross Ashby, *Wstep do cybernetyki*, traducción del inglés, PWN, Varsovia 1963, pág. 15. (Hay trad. Esp. de Jorge Santos, *Introducción a la cibernética*. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión 1960, página 11.)

11 Véase N. Wiener, *Cybernetics...*, ed. Cit., págs. 185 y sgs.

12 Puede verse especialmente el trabajo colectivo elaborado bajo la dirección de A. J. Berg, *Kibernetika na sluzbu komunizmu*, Moscú-Lenin 1961, t. I; 1964.

13 R. G. Allen, *Ekonomia matematyczna*, PWN, Varsovia 1961, cap. 9, "Regulowanie procesów ekonomicznych"; Arnol Tustin, *The Mechanism of Economics Systems*, Londres 1953, segunda edición 1957.

14 Especial atención merecen los trabajos de A. W. Phillips, *Stabilization Policy in a Closed Economy*, "Economic Journal", Londres 1954, *Stabilization Policy and the Time Forms of Laggged Responses*, en la misma revista, 1957, *La Cybernétique et le contrôle des systèmes économiques*, Cahiers de l'Institut des Sciences Economiques Appliquées", serie N, número 2, Paris 1958. Además de ello: G. A. Simon, *An application of Seromechanism Theory to Production Control*, "Econometrica" 1952. Véase también Stafford Beer, *Cybernetics and Management*, Londres 1959, y J.Steindl, *Servo-Mechanism and Controllers in Economic Theory and Policy*, en el trabajo de conjunto *On Political Economy and Econometrics*, Essays in Honour of Oskar Lange, PWN, Varsovia 1964.

*regulación en la economía comparados con los procesos de regulación en la técnica*", Y con estas referencias se agota la literatura sobre el tema.

Hemos definido la cibernética como la ciencia general sobre el control y la regulación de los sistemas de acoplamiento. Se ocupa la cibernética de investigar las reglas y principios generales a los cuales se subordinan todos estos sistemas, independientemente de su carácter objetivo. Determinar la existencia de principios comunes en el funcionamiento de los sistemas técnicos, biológicos, económicos, etc., es la aportación principal realizada por la cibernética. Cada uno de los principios del funcionamiento de los mecanismos u otro tipo de sistemas de acoplamiento se conocían ya con anterioridad; sólo faltaba la generalización de estos principios y la determinación de las regularidades comunes.

Lo mismo Adam Smith, escribiendo sobre la supuesta "mano invisible" que de manera armoniosa dirige y coordina los procesos económicos llevándolos al estado de equilibrio, que Karl Marx analizando el funcionamiento de la ley del valor como regulador de la producción de mercancías, y, especialmente, de la producción capitalista, se ocupaban, en realidad, de los problemas de la regulación de los sistemas económicos y, por tanto, de la cibernética.

El descubrimiento realizado por la cibernética, de la semejanza y de los principios generales a los que se subordinan los sistemas acoplamiento, ha dado grandes resultados, tanto teóricos como prácticos. La importancia teórica de este descubrimiento consiste en que ha demostrado la existencia de la analogía estructural o, expreado en lenguaje matemático, el isomorfismo de los procesos que se originan en las diferentes ramas de la vida real, a saber: la técnica, la biología, la economía, etc.

Merece la pena recordar que en sociología existía la denominada "escuela orgánica" que trataba de hallar una analogía entre los organismos biológicos y la sociedad humana. Sin embargo, esta comparación la efectuaba de una manera primitiva y puramente superficial, buscando las semejanzas de los objetos; comparando, por ejemplo, el sistema nervioso del organismo humano con la red teleónica, las venas con la red de comunicaciones, el cerebro con el gobierno de la sociedad, etc. Es claro que la analogía era errónea y estaba planteada de forma acientífica. La cibernética descubrió una analogía más profunda basada en la semejanza estructural de los métodos de acción de los sistemas de elementos acoplados. Esto representa un gran logro científico que tiene una importancia muy seria desde el punto de vista filosófico y desde el punto de vista de la metodología general de la ciencia.

¿Cuál es la importancia práctica de la analogía descubierta por la cibernética? Demostrar que es posible, basándose en estas semejanzas, construir en una determinada rama procesos análogos a los que se realizan concretamente en otra rama científica. Por ejemplo, se pueden construir mecanismos que funcionen de manera análoga a ciertos procesos económico-sociales<sup>15</sup>. A dichos mecanismos se denomina máquinas (o aparatos) analógicas.

Puede, por ejemplo, representarse por medio del mecanismo hidráulico, el curso de los procesos de flujo intersectorial en la economía nacional y solucionar diversos problemas de reproducción ampliada<sup>16</sup>. En los aparatos de esta índole la creación de las reservas de productos se halla representada por el líquido recogido en ciertos recipientes. El descenso del volumen del líquido en el recipiente significa la disminución de las reservas, etc. En vez de un aparato hidráulico puede utilizarse una red eléctrica. La corriente eléctrica sustituye al flujo líquido, se mide entonces la corriente (o la potencia) en determinados puntos de la red<sup>17</sup>. De manera parecida, el tipo de fenómenos físicos (p. ej., en la rama de la hidromecánica) se puede representar (modelar) por medio de fenómenos que ocurren en otra rama de la física (p. ej., por medio de fenómenos eléctricos). Como acabamos de

<sup>15</sup> Ver A. Tustin, *The Mechanism of Economic Systems*, capítulos VI y VII y N. F. Moorhouse, R. H. Strolz, S. J. Horwitz, *An Electro-Analogue Method for Investigating Problems in Economic Dynamics*, "Econometrica" 1950; O. J. M. Smith y H. F. Erdley, *An Electronic Analogue for an Economic System*, "Electrical Engineering" 1952. La bibliografía está dada en el libro de Tustin; otros trabajos, principalmente en la revista "Econometrica".

<sup>16</sup> Compárese el apéndice I del libro de O. Lange, *Teoria reprodukcji i akumulacji*, PWN, Varsovia 1961.

<sup>17</sup> Un aparato electrónico según el proyecto del libro mencionado de O. Lange, ha sido construido Academia por la Cátedra de Automatización de la de Minería y Siderurgia de Cracovia bajo la dirección del profesor Henryk Górecki, en colaboración con el profesor Boleslaw Klapkowski. Este aparato se encuentra actualmente en la Facultad de Economía Política de la Universidad de Varsovia.



señalar, los aparatos hidráulicos pueden sustituirse por la red eléctrica, y ambos pueden servir como modelo del proceso económico.

Los aparatos análogos permiten cuantificar los procesos ellos mismos reflejan. Esto se realiza mediante la medición de las magnitudes transformadas por un aparato análogo dado. Por ejemplo, el volumen del líquido en el recipiente de un aparato hidráulico dado representa el estado de las reservas de un producto determinado en el instante preciso, etc. Los aparatos análogos utilizados medir para se denominan máquinas analógicas matemáticas.

Así, pues, el descubrimiento de los principios comunes del funcionamiento de los sistemas de acoplamiento en diversas ramas, ha conducido a la construcción de máquinas analógicas de diferentes tipos y aplicaciones. Estos diferentes matemáticas tipos de máquinas analógicas hallan cada vez una aplicación más amplia en la técnica, la economía y la gestión industrial. La utilización en la actividad económica de los principios comunes del funcionamiento de los sistemas de acoplamiento, recibe el nombre de simulación. Este es el método que, especialmente en el campo de la dirección industrial, gana cada vez mayor importancia, por ejemplo, en los grandes consorcios. La simulación hace posible también la representación de los complicados procesos que tienen lugar en los organismos vivos, por medio de diferentes tipos de mecanismos.

La cibernética se ha utilizado también en la construcción de las máquinas electrónicas digitales que sirven para elaborar una gran cantidad de datos numéricos y realizar ciertas funciones lógicas.

Sin embargo, los principios del funcionamiento de las máquinas electrónicas digitales difieren del funcionamiento de las máquinas analógicas. Las máquinas electrónicas digitales no se basan en la analogía estructural directa, con relación a los procesos que tienen que simular, sino en las leyes de la lógica y de la aritmética. Estas máquinas no simulan directamente el curso de los procesos físicos, biológicos o socioeconómicos, sino que simulan las funciones lógicas y aritméticas. Puesto que las reglas de la lógica y la aritmética reflejan, de cierta manera, el funcionamiento del cerebro humano, existe una analogía indirecta entre el funcionamiento de las máquinas digitales y el del cerebro humano. Esta analogía es poco conocida aún, puesto que también es poco conocido el funcionamiento detallado del sistema nervioso central<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Veáse sobre este tema el libro anteriormente mencionado de J. von Neumann, *The Computer and the Brain*, ed. cit. La aplicación de las reglas de la lógica y la aritmética en las máquinas digitales se basan en los algoritmos, es decir, las reglas de procedimiento conducentes al resultado deseado por medio de un número finito de operaciones. En relación con esto surgió una nueva rama matemática, a saber: la teoría de los algoritmos. La base de esta teoría ha sido presentada por W. M. Glushkow Ww., *Vviedienije w kibernetiku*, Wiev 1964.