

CAPÍTULO SEGUNDO
CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA

1. El concepto de cibernética	35
2. Relación con la teoría de los sistemas	37
3. El concepto de informática	38
4. Elementos generales de una computadora	40
5. Breve desarrollo histórico de las computadoras	42

CAPÍTULO SEGUNDO CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA

1. EL CONCEPTO DE CIBERNÉTICA

El concepto de “cibernética” ha sido utilizado en diversas disciplinas que parten desde un estudio de carácter propiamente derivado de la ciencia política, hasta estudios con enfoques matemáticos.

Fue utilizado por primera vez en 1848 por el francés Ampere en una clasificación de las ciencias políticas, y a que él había creado un sistema para coordinar todo el conocimiento humano y había introducido el término “cibernética” para indicar el arte del gobierno entendido en sentido político. Cibernética es el vocablo griego que indica el arte del gobierno, arte de guiar.⁴⁹

En 1940, Robert Wiener realizó trabajos matemáticos de carácter estadístico aplicados durante la segunda Guerra Mundial. Estos trabajos los elaboró para hacer mejores pronósticos de la posición de los aviones atacantes en un momento futuro, tomando en cuenta la secuencia de los datos disponibles sobre sus posiciones anteriores y mediante el cómputo instantáneo hacer ajustes sucesivos rápidamente, utilizando para ello el concepto y los mecanismos de la realimentación de información.⁵⁰

En coordinación con un grupo de científicos como John Von Neuman, Warren McCulloch, Walter Pitts y Julian Bigelow, Robert Wiener estudió aspectos centrales de previsión; para esto,

49 Losano, Mario G., *Curso de informática jurídica*, Madrid, Tecnos, 1987, p. 35.

50 Livas, Javier, *Cibernética, Estado y derecho*, México, Gernika, 1988, p. 82.

se aprovechó de anteriores estudios interdisciplinarios de tipo matemático-fisiológico.

Debía, en efecto, estudiar cómo prever la posición de un avión en vuelo con el fin de poder abatirlo, puesto que el avión está guiado por un hombre y también el cañón antiaéreo interactúan uno y otro [...]. En esta fase de estudios es cuando Wiener llega a formular definitivamente la teoría de la retroacción (o *feed-back*).⁵¹

En 1943, el mexicano Arturo Rosenblueth publicó un artículo donde analizaba las líneas futuras del desarrollo de la cibernética:⁵²

Por un lado, las máquinas destinadas a reproducir funciones humanas tendrían que ser máquinas de retroacción; por otro lado, el mismo sistema nervioso se presenta como un sistema de retroacción. Con ello no sólo se innovaba la neurofisiología, sino que se establecía una estrecha unión entre un cierto tipo de máquina y las funciones nerviosas del hombre [...]. El problema de la comunicación y el control es único tanto en las máquinas como en el ser vivo. Nace así el estudio paralelo de las máquinas y el hombre, y aquí por hombre se entiende exclusivamente el hombre fisiológico, es decir, el hombre compuesto de estructuras físicas análogas a las de los animales. Este paralelismo es evocado directamente en el propio título de la obra fundamental de Wiener [...] ⁵³ (en 1949, Robert Wiener publicó un libro que intituló Cibernética o control y comunicación en el animal y en la máquina).

La palabra cibernética fue utilizada por los griegos como arte de guiar o dirigir ciertos fenómenos.

Los estudios de Wiener fueron dirigidos en forma matemática al estudio del comportamiento humano visto y representado en una máquina; esto es, por un lado, la identidad de los mecanismos de control y regulación tanto en los hombres y en los animales como en las máquinas, y por el otro, la conexión entre estos mecanismos y la transmisión de informaciones.⁵⁴

Otros autores han redefinido la cibernética, como W. Ross Ashby, quien señala que

51 Losano, Mario G., *Curso de informática jurídica*, p. 35.

52 Nombre que aún no había sido adoptado formalmente, en virtud de la incursión del desarrollo de la investigación en el campo del conocimiento humano.

53 Losano, Mario G., *Curso de informática jurídica*, p. 35.

54 *Ibidem*, p. 14.

es el estudio de sistemas abiertos en cuanto a la energía y cerrados en cuanto a la información y al control. A simismo Wiener redefinió a la cibernética como el estudio analítico del isomorfismo de la estructura de las comunicaciones en los mecanismos, en los organismos y en las sociedades, entendiéndose por isomorfismo una identidad entre dos sistemas, que para que exista se requiere de determinadas relaciones entre los objetos del otro.⁵⁵

Con base en lo anterior, con el auge matemático-estadístico de la cibernética empieza a dilucidar una serie de disciplinas: teoría de los sistemas, teoría de la comunicación, teoría de la información, entre otras; así, por ejemplo, se llegó a determinar que la cibernética es la ciencia del control y de la comunicación con especial referencia a los sistemas adaptables o autocontrolados.⁵⁶

A hora bien, como nos lo ha dicho Jagjit A. Sing, la cibernética es la inquisición interdisciplinaria hacia la naturaleza y base física de la inteligencia humana, con el propósito de reproducirla en forma sintética, mientras que para Neville Moray, la cibernética es la ciencia que relaciona las entradas y las salidas de un sistema, sus *inputs* y *outputs*.

Entre todas estas definiciones quedan implícitos dos conceptos: la comunicación y el sistema.

2. RELACIÓN CON LA TEORÍA DE LOS SISTEMAS

Tal y como se concibe, del estudio de la cibernética parte un estudio análogo del sistema, o lo que en la actualidad se conoce como teoría general del sistema.

La idea del sistema implica el hecho de ordenación y estructuración. Aunque algunos autores conciben la estructura como la anteposición del propio sistema, al respecto se ha determinado que una estructura es un conjunto de elementos entre los cuales existen relaciones tales que todo cambio de un elemento o de una relación entraña una modificación de los otros elementos o relaciones. Puede decirse también que toda estructura supone determinadas

55 Livas, Javier, *Cibernética, Estado y derecho*, pp. 86 y ss.

56 Cfr. George, F. H., *Cibernética*, English University Press Ltd., 1971, p. 50.

relaciones entre los elementos, al mismo tiempo que una ordenación relativamente estable de las partes de un todo.⁵⁷

Esto es lo que el propio Wiener estableció como isomorfismo, en el cual las partes de un sistema tienen relación entre ellas mismas sin alterar el todo.

Por tal, podemos entender como sistema el complejo formado por diversos elementos que mantienen entre ellos relaciones de diversas índoles en aras a la conservación del todo sistemático. Se da, entonces, una aglutinación de diferenciaciones cuya misión es ir evolucionando hasta el logro de las organizaciones sistemáticas más perfectas, lo que quiere decir que todo sistema, por ser evolución organizada, posee una orientación teleológica (unos objetivos que cumplimentar) así como una conducta regularizada para tal fin; en esencia, es una unidad dinámica de acción.⁵⁸

Las funciones sistemáticas mencionadas se producen debido a que cada sistema posee unas determinadas capacidades operativas.

Por lo general, éstas se citan a partir de los siguientes términos: salidas o *outputs*, entradas o *inputs*, proceso sistemático (caja negra) y mecanismos de control.

Consideramos el sistema como un conjunto organizado y estructurado de elementos que tienen características similares, que tienen una o varias relaciones e interrelaciones directa o indirectamente para alcanzar un fin u objetivo determinado.

3. EL CONCEPTO DE INFORMÁTICA

En el capítulo anterior, hemos hecho referencia a un estudio somero del concepto de la palabra "información", por lo que ahora es necesario hacer referencia al término "informática".

Es indispensable destacar la diferencia entre cibernética e informática; aunque ambas tratan la información en forma matemática, lógica y analítica, existen diversas diferencias:

⁵⁷ Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H., *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas, p. 228.

⁵⁸ *Idem*.

- La cibernética, en sus aspectos más generales, trata del empleo de métodos científicos para explicar fenómenos en la naturaleza o en la sociedad y la forma de representación del comportamiento humano de forma matemática en una máquina.
- La informática parte del estudio de las computadoras, de sus principios básicos y de su utilización. Comprende materias tales como programación; estructura de la información; ingeniería del *software*; lenguajes de programación; *hardware*; arquitectura de las computadoras, entre otras.
- La cibernética, entre otros aspectos, trata de la creación de instrumentos informáticos que simulen actividades del hombre, por ejemplo, robots; desarrollo de la inteligencia artificial; utilización de métodos heurísticos;⁵⁹ entre otros.
- La informática es un instrumento de apoyo para el desarrollo de la propia cibernética.
- La cibernética implica en esencia un sistema en el cual puede o no existir la relación entre las partes (isomorfismo).
- La informática, por su parte, implica también un sistema en el que siempre habrá relación entre las partes que lo integran.

Sobre este particular y respecto a la diferenciación entre cibernética e informática, Fix Fierro ha señalado que

la informática, como tal, ha sido comúnmente considerada como una ciencia particular integrada a la cibernética. Aunque esta opinión parece en sí misma lógica y evidente, existen sin embargo diferencias de objeto y finalidad entre ambas disciplinas. En efecto, la cibernética se ocupa de los fenómenos de control y comunicación, lo cual puede traducirse en el diseño y construcción de máquinas, y más recientemente, desemboca en los problemas de la llamada "inteligencia artificial". La informática, por su parte, si bien hace uso de las

⁵⁹ Los métodos heurísticos son característicos del desarrollo de la inteligencia artificial. Consisten en darle a la máquina facultades de decisión en la búsqueda de soluciones en un caso concreto, o sea, existen programas computacionales que previenen una solución predeterminada para dar un tipo de respuesta por parte de la máquina. Esto será analizado con mayor precisión al hablar de la informática jurídica metadecisional.

tecnologías desarrolladas con auxilio de la cibernética, se centra en cuestiones de tratamiento, representación y manejo automático de la información.⁶⁰

Ante esto se ha considerado que el término “informática”, concepto acuñado por Philippe Dreyfus mediante la contracción de información y automática, es la ciencia del tratamiento automático o automatizado de la información, primordialmente mediante las computadoras.⁶¹

4. ELEMENTOS GENERALES DE UNA COMPUTADORA

El término fue utilizado por John von Newman con el objeto de simplificar la denominación de su propia máquina, que tenía por objeto el cálculo numérico mediante la utilización de técnicas de programación.

En términos generales, se ha dicho que la computadora es un aparato o un conjunto de máquinas interconectadas capaz o capaces de realizar, según un programa establecido, una sucesión de operaciones que le son suministradas y que se recuperarán en las salidas.⁶²

Una computadora está estructurada por dos elementos: el *hardware* y el *software*.

El primero de ellos está formado por la parte física, tangible de todo aquéllos que conforma una computadora, mientras que lo segundo está formado por el equipo lógico informático, esto es, lo intangible.

El concepto de *software* se utiliza generalmente para referirse a los programas ejecutados por un sistema informático para distinguirlos del *hardware* de dicho sistema; comprende formas simbólicas y ejecutables para dichos programas. Puede distinguirse entre *software* de sistemas, que es un acompañamiento esencial para el *hardware*, con la finalidad de proporcionar un sistema

60 Fix Fierro, Héctor, *Informática y documentación jurídica*, pp. 44 y 45.

61 *Idem*.

62 Amat Noguera, Nuria, *Técnicas documentales y fuentes de información*, Barcelona, Bibliograf, 1979, p. 365.

informático general y efectivo, y programas de aplicación específicos para los objetivos particulares de un ordenador dentro de una organización determinada.⁶³

Así, el *software* está constituido por una serie de programas que permiten la realización de las órdenes que el usuario emite y que ejecuta operaciones aritméticas y booleanas, vigila el estado de entradas y salidas; el banco de memoria y los controladores para dispositivos internos y externos.

Los elementos de una computadora son:

- a) La unidad de entrada;
- b) Unidad Central de Proceso (CPU) en donde está situada la unidad de control, el almacenamiento o memoria interna, y
- c) Unidades de salida.

En consecuencia, las unidades de entrada se forman con los siguientes elementos: teclado, *mouse* o ratón, tabletas digitalizadoras, lector de disco compacto, escáner, reconocedores de voz, unidades de disco, entre otras.

Las unidades de salida se forman con pantalla, impresora, bocinas, etcétera.

La unidad central de proceso o unidades de almacenamiento o memoria se forman con discos duros, discos flexibles, disco compacto (CD-ROM), disco láser, etcétera.

Existen dos tipos de memoria: la dinámica denominada RAM (acrónimo de *random-access memory*) que es un dispositivo semiconductor de memoria de escritura y lectura cuyo elemento básico consiste en una sola celda capaz de almacenar un *bit* de información. La característica principal es que ésta es de acceso aleatorio volátil y se utiliza para el almacenamiento temporal de información o de programas.

La memoria estática, denominada ROM (acrónimo de *read-only memory*), es un dispositivo de memoria semiconductor de lectura no volátil utilizado para el almacenamiento de datos que nunca necesitarán modificación; se construye el contenido de la

⁶³ *Diccionario de informática, trad. Blanca Mendizábal*, Madrid, Díaz de Santos, 1993, pp. 582 y ss.

memoria de forma permanente en el dispositivo durante su fabricación. La característica se presenta en las memorias del programa y en las memorias del disco duro.

5. BREVE DESARROLLO HISTÓRICO DE LAS COMPUTADORAS

El cálculo matemático fue desde el inicio de la historia una necesidad imprescindible para el hombre, de ahí que la primera estructura de cálculo le fue reconocida a los babilonios con el invento del ábaco.

En 1623, Wilhelm Schickard inventó lo que llamó el reloj calculador, que reproducía mecánicamente esquemas lógicos para hacer cálculos diseñados por su amigo el matemático Kepler.⁶⁴

Blas Pascal (1623-1662) inventó en 1640 una máquina llamada *machine arithmetique*, que servía para calcular mediante una serie de engranes en una caja resultados de operaciones de suma y resta en forma directa.

Gottfried Von Leibniz, matemático alemán, construyó durante la década de 1680, un dispositivo de cálculo que realizaba multiplicaciones, divisiones, sumas y restas.

En 1804, Jacquard perfeccionó la idea del telar automático, controlaba el tejido de las telas utilizando una serie continua de tarjetas perforadas. Y en 1842, Augusta Ada Byron hace una serie de contribuciones en aritmética binaria, que fueron empleadas por John Von Newman para el desarrollo de las computadoras modernas.⁶⁵

Estos inventos no forman en sí los antecedentes directos de las computadoras, pues no fue hasta que Charles Babbage (1791-1871) diseñó la máquina analítica.

La máquina analítica estaba dividida funcionalmente en dos grandes partes: una que ordenaba y otra que ejecutaba las órdenes. La que ejecutaba las órdenes era una versión ampliada de la

64 Livas, Javier, *Cibernética, Estado y derecho*, p. 326.

65 Orilia, Lawrence S., *Introducción al procesamiento de datos para los negocios*, México, McGraw-Hill, 1982.

máquina de Pascal, mientras que la otra era la parte clave. La innovación consistía en que el usuario podía, cambiando las especificaciones del control, lograr que la misma máquina ejecutara operaciones complejas, diferentes de las que había hecho antes.⁶⁶

Entre 1880-1890, Herman Hollerith creó las tarjetas perforadas para acelerar el procesamiento de datos del censo norteamericano, que fue concluido tres años después.

En 1944, H. Aiken desarrolló una computadora en la Universidad de Harvard. Este equipo, llamado Mark I, fue el prototipo de las computadoras actuales.

Durante ese mismo periodo, John Von Neuman presentó ponencias técnicas acerca del concepto de programa almacenado.

En 1947, se diseñó la primera computadora electrónica. Un equipo dirigido por los ingenieros John Mauchly y John Eckert, de la Universidad de Pennsylvania, construyeron una gran máquina electrónica llamada ENIAC, que se caracterizaba porque contenía 18,000 tubos de vacío (bulbos). Es entonces cuando la actividad de Neuman tuvo gran importancia.

El desarrollo de las computadoras suele dividirse en generaciones:

Primera generación (1944-1951): el desarrollo de estas computadoras se basa en circuitos de tubos de vacío y mediante la programación en lenguaje de máquina (lenguaje binario).

Segunda generación (1959-1963): en esta época, las computadoras se perfeccionan, con una reducción de tamaño y aumentan su capacidad de procesamiento. Se identifican porque están constituidas por circuitos transistores, y se programan en nuevos lenguajes llamados “de alto nivel”.

Tercera generación (1965-1971): las computadoras contienen circuitos integrados, *chips* (agrupamiento de circuitos de transistores grabados en pequeñas placas de silicio), su manejo es a través de lenguajes de control de los sistemas operativos.

⁶⁶ Levine, Guillermo, *Introducción a la computación y a la programación estructurada*, México, McGraw-Hill, 1992, p. 3.

Cuarta generación (1972-1982): se da el surgimiento de una nueva familia de circuitos integrados de alta densidad que reciben el nombre de microprocesadores y que dieron origen a una nueva industria (computadoras personales).

Quinta generación (1983-): en vista de la acelerada marcha de la microelectrónica, la sociedad industrial se ha dado a la tarea de poner también a esa altura el desarrollo de *software* y los sistemas con los que se manejan las computadoras. Ha surgido un interesante fenómeno de competencia internacional por el dominio del gigantesco mercado de la computación, en el que se perfilan líderes que, sin embargo, no han podido aún alcanzar el nivel que se desea: la capacidad de comunicarse con la computadora mediante el lenguaje natural y no a través de códigos o lenguajes de control especializados. Japón lanzó en 1983 el llamado “programa de la quinta generación de computadoras”, con los objetivos explícitos de producir máquinas con innovaciones reales en los dos criterios mencionados. En Los Estados Unidos de América ya está en actividad un programa de desarrollo que persigue objetivos semejantes, que pueden resumirse de la siguiente manera: a) Procesamiento en paralelo mediante arquitecturas y diseños especiales y circuitos de gran velocidad, y b) Manejo de lenguaje natural y sistemas de inteligencia artificial.⁶⁷

67 *Ibidem*, pp. 19 y ss.