

Norbert Wiener y el origen de la cibernética

2.1. Norbert Wiener y el desarrollo de la cibernética desde 1939.

La fascinación por los autómatas es muy remota entre los hombres. Desde los tiempos de la antigua Grecia hasta el siglo que ahora termina, las más diversas culturas y civilizaciones han deseado, con una extraña mezcla de simple curiosidad ante lo desconocido y la obsesiva atracción por emular la capacidad creadora de la divinidad, fabricar muñecos articulados que no sólo imitasen la apariencia física y el comportamiento de los humanos, sino que estuviesen dotados de vida propia. Nadie ha resumido mejor que Norbert Wiener esta imprescriptible pulsión de nuestra especie:

En cada estadio de la ciencia desde Dédalo o el héroe de Alejandría, la habilidad del artesano para producir un simulacro activo de un organismo viviente ha intrigado siempre al pueblo. Este deseo de producir y estudiar los autómatas ha sido siempre expresado en términos de la técnica viviente de la época. En los días de la magia, existía el extraño y siniestro concepto del Golem, esa figura de arcilla sobre la que el Rabino de Praga infundía

el soplo de la vida con la blasfemia del Inefable Nombre de Dios. En el tiempo de Newton el autómatas consistía en la caja con el reloj de música con las pequeñas efigies haciendo piruetas rígidas en lo alto. En el siglo XIX el autómatas es la glorificada máquina de vapor quemando algún combustible en lugar del glucógeno de los músculos humanos. Finalmente, el autómatas del presente abre las puertas por medio de las fotocélulas o apunta las armas al lugar en el que un rayo del radar coge a un avión o computa la solución de una ecuación diferencial¹.

Los más avanzados ordenadores² electrónicos y los más sofisticados robots constituyen el último episodio de esa imparable carrera en la que los hombres se han trazado como meta simplificar hasta el máximo el esfuerzo que realizan para conocer, controlar y dominar la naturaleza. Los mecanismos de regulación y control necesarios para que tales artefactos resulten operativos y eficaces, con un alto grado de rendimiento, se basan en la moderna teoría de



Fig. 2.1. *Norbert Wiener*, por Philip Peterson. Retrato obtenido con un programa de ordenador.

los mensajes, que es precisamente el principal fundamento de la cibernética. El propósito de este capítulo, como ha sido adelantado en la introducción general a este trabajo, es relatar la pequeña historia de los inicios de esa ciencia, indefectiblemente ligados a las fructíferas y, por qué no decirlo, proféticas investigaciones del matemático estadounidense Norbert Wiener, en colaboración con otros prestigiosos científicos, a partir del comienzo de la Segunda Guerra Mundial.

Norbert Wiener nació en Columbia, en el Estado norteamericano de Missouri, en 1894, en el seno de una familia judía oriunda de Odesa (Ucrania)³, y

¹ WIENER, N.: *Cibernética*. Madrid, Guadiana de Publicaciones, 1971, pág. 80.

² El uso del término «ordenador», en vez del vocablo anglosajón «computer», para designar las complejas máquinas electrónicas que procesan gran cantidad de datos, procede del francés «ordinateur», palabra de raigambre teológica —Dios como el gran «Ordenador» del Universo— propuesta por el profesor Jacques Perret, de la Universidad de París, a IBM (International Business Machines Corporation) Francia, corporación que la introdujo en todo el mundo. Véase, FERNÁNDEZ BALLESTEROS, F.: *La informática y el ordenador*. Madrid, Anaya, 1973, pág. 49.

³ El propio Wiener gustaba de recordar que sus lejanos antepasados habían conocido al autor mítico del Golem, el rabino Löw de Praga. Ya veremos más adelante cómo el mito del Golem, con su enorme carga simbólica, ocupará un lugar preferente en las explicaciones dadas por Wiener acerca de las consecuencias morales del automatismo, hasta el punto de inspirar el título del último de los libros que escribió.

murió en Estocolmo en 1964. Aunque sus mayores aportaciones las hizo en el campo de la matemática, donde reveló unas dotes verdaderamente excepcionales, desde muy joven se interesó por la ingeniería y el funcionamiento de todo tipo de máquinas, no perdiendo nunca de vista la profunda relación que según él existía entre ambas disciplinas. De hecho, ejerció durante muchos años como profesor en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), que está considerado como una de las mejores escuelas de ingenieros del mundo. Preocupado por el método científico al menos desde 1911-13, su formación literaria y filosófica era también amplísima, mostrando además una insaciable curiosidad intelectual por las más dispares parcelas del conocimiento⁴. El rasgo que probablemente mejor caracterice su inagotable deseo de conocer es su actitud abierta y tolerante, contraria a la intransigencia del fanático y opuesta a cualquier dogmatismo. Sus propias palabras así lo confirman: «No es tanto la forma de la rigidez [de pensamiento] la que es particularmente fatal, sino la rigidez en sí misma, cualquiera que sea su forma»⁵. Y también: «La verdad sólo puede hacernos libres cuando puede obtenerse con libertad»⁶.

De los numerosos libros que escribió, hay dos que se cuentan entre los pocos títulos verdaderamente cruciales de la literatura científica de este siglo, con una proyección hacia el futuro que todavía es pronto para ser ponderada con exactitud. En realidad se trata del mismo libro en dos versiones sucesivas radicalmente distintas. La primera versión fue redactada por Wiener en noviembre de 1947 y fue publicada por primera vez en Nueva York en 1948, bajo el título de *Cibernética o el control y comunicación en el animal y la máquina*⁷. Precisamente el apresuramiento en su elaboración, derivado del poco tiempo disponible para escribirlo dada la urgencia del encargo, determinó a Wiener, una vez se liberase de ciertos compromisos, proceder a una segunda versión, mucho mejor escrita y en donde prescinde de los complejos y larguísima razonamientos en lenguaje matemático de la primera versión. En este otro libro, además, explica Wiener con extraordinaria frescura y precisión el propósito y alcance de sus investigaciones y, en general, de la emergente ciencia que él mismo había bautizado con el término «cibernética»⁸ en el ve-

⁴ Para una ajustada semblanza intelectual de Wiener, véase la introducción de Steve Joshua Heims al libro que el propio matemático escribió en los años cincuenta y que ha sido publicado bajo el título de *Inventar. Sobre la gestación y el cultivo de las ideas*. Barcelona, Tusquets, 1995, págs. 9-22.

⁵ WIENER, N.: *Dios y Golem. Comentario sobre ciertos puntos en que chocan cibernética y religión*. México, Siglo XXI, 1967, pág. 92.

⁶ WIENER, N.: *Inventar. Sobre la gestación y el cultivo de las ideas*, op. cit., pág. 189.

⁷ Se trata de la misma obra citada en la primera nota de este capítulo, si bien ahora la mencionamos con el título completo, que es como lo escribe correctamente, siguiendo el original inglés, la edición castellana de Tusquets (1985). La traducción que he manejado, sin embargo, y por la que siempre citaré, corresponde a la ya referida edición de Guadiana (1971). La fortuita ejecución del libro se debió al requerimiento que el editor Freymann, de la sociedad Hermann et Cie, le hizo a Wiener durante una visita de éste a Francia en la primavera de 1947, para que diese forma escrita a sus investigaciones y conclusiones sobre la cibernética. La apresurada redacción dejó sus efectos en el estilo, que se resiente de una cierta dureza y falta de fluidez literaria.

⁸ La adopción del término *cibernética* para llamar así a toda la materia referente al control y teoría de la comunicación, procede del griego *kybernetiké* (κυβερνητική), femenino de *kybernetikós*, perteneciente

rano de 1947. Su título en inglés es *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society* (Boston, Houghton Mifflin Company, 1950). La traducción castellana, que prescinde de la decisiva primera parte del título [«El uso humano de los seres humanos»], es *Cibernética y sociedad*. «La tesis de este libro, dice Wiener en sus primeras páginas, consiste en que sólo puede entenderse la sociedad mediante el estudio de los mensajes y de las facilidades de comunicación de que ella dispone y, además, que, en el futuro, desempeñarán un papel cada vez más preponderante los mensajes cursados entre hombres y máquinas, entre máquinas y hombres y entre máquina y máquina»⁹. La cibernética es una ciencia complementaria de la de las comunicaciones, pues estudia los soportes de ésta, y se basa en la profunda analogía entre el comportamiento de las máquinas y el de los organismos biológicos. Abraham Moles ha definido la cibernética como «ciencia general de los sistemas», o también «ciencia de los organismos independientemente de la naturaleza física de los órganos que los constituyen»¹⁰.

El pormenorizado relato de las investigaciones de Wiener en torno a la cibernética, aparece recogido en la famosa Introducción de *Cibernética o el control y comunicación en el animal y la máquina*, una obra que según su autor es el resultado de más de una década de trabajo en un programa conjunto con el Dr. Arturo Rosenblueth, presidido por la compartida

convicción de que las más fructíferas áreas para el desarrollo de las ciencias eran aquellas que habían sido olvidadas como tierra de nadie entre varios campos establecidos¹¹.

Ambos estudiosos, además, estaban firmemente persuadidos de que tan importante como la precisa elección del campo de actuación de las investigaciones a realizar, y esto vale para cualquier proyecto científico serio, era, de una parte, funcionar en equipo, sometiendo las distintas hipótesis de trabajo y los resultados parciales obtenidos a la consideración de todos sus miembros, y, de otra, que cada científico debe poseer un conocimiento bastante completo de las disciplinas en que son especialistas los otros científicos del equipo, debiendo existir entre ellos el profundo deseo, que Wiener califica incluso de «necesidad espiritual», de «comprender la región elegida como un todo»¹².

al piloto, o al arte de gobernar. El término, no obstante, se encuentra ya en un diálogo de Platón y en el físico Ampère, quien en 1834 lo usó en su clasificación de las ciencias.

⁹ WIENER, N.: *Cibernética y sociedad*. Buenos Aires, Sudamericana, 1969, pág. 16.

¹⁰ MOLES, A.: *Teoría de la información y percepción estética*. Madrid, Júcar, 1976, págs. 54-55.

¹¹ WIENER, N.: *Cibernética*, op. cit., pág. 28.

¹² Aunque condicionados por una tradición científica mucho más débil, cuando se crearon los primeros seminarios del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid bajo la coordinación del matemático Ernesto García Camarero, el espíritu fundacional que los animó fue también inequívocamente interdisciplinar y volcado en el trabajo en equipo.

Las iniciales investigaciones de Wiener en colaboración con Rosenblueth, orientadas al campo de la fisiología, van a tomar un nuevo rumbo gracias al comienzo de la Segunda Guerra Mundial en septiembre de 1939. Ya por esta fecha Wiener era plenamente consciente de que «si se producía una emergencia nacional, mi función en ella vendría determinada en gran manera por dos cosas: mi estrecho contacto con el programa de máquinas computadoras desarrollado por el Dr. Vannevar Bush y mi propio trabajo conjunto con el Dr. Vuk Wing Lee en el diseño de redes eléctricas»¹³.

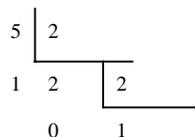
Cuando en el verano de 1940 Wiener vuelve su atención hacia el desarrollo de máquinas computadoras para la solución de ecuaciones diferenciales parciales, estimó conveniente, a fin de obtener unos resultados razonables, sugerir los siguientes requerimientos: a) el aparato central sumario y multiplicador de la máquina computadora debía ser numérico; b) los mecanismos habrían de depender de tubos electrónicos; c) adopción de la escala de dos para la adición y la multiplicación (sistema binario); d) la secuencia completa de operaciones habría de ser desarrollada por la propia máquina; e) la máquina debería ser capaz de almacenar los datos. Estas recomendaciones, aunque se dejaron momentáneamente de lado por otras prioridades determinadas por el conflicto bélico, «contienen ideas que han sido aplicadas a la moderna máquina computadora ultrarrápida», de igual modo que «todas ellas son ideas de interés en conexión con el estudio del sistema nervioso»¹⁴.

Entre todas las recomendaciones señaladas por Wiener, debemos fijarnos especialmente en la que hace referencia a la adopción del sistema binario para las máquinas computadoras entonces en proceso de creación, ya que ese sistema, inventado por Leibniz y basado en el uso de sólo las cifras 0 y 1, constituye asimismo la base del lenguaje de los ordenadores, por muy avanzados que éstos sean. La recomendación de Wiener repite la que ya había hecho Couffignal desde 1934, justificada en la dificultad que tenían las máquinas de calcular en dominar el sistema decimal, en el que era preciso elaborar un sistema de diez posiciones distintas. El sistema de numeración binaria¹⁵, por el contrario, recurre a sólo dos posiciones: sí o no, hay algo o no hay nada, 1 o 0.

¹³ WIENER, N.: *Cibernética*, op. cit., pág. 30. Vannevar Bush, ingeniero electricista norteamericano (1890-1974), estudió y trabajó en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Entre sus numerosas tareas, desempeñó un importante papel en las investigaciones que dieron por resultado la construcción de la bomba atómica, así como en el movimiento de ideas de las que nació la cibernética.

¹⁴ WIENER, N.: *Cibernética*, op. cit., págs. 31-32.

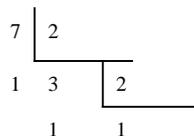
¹⁵ La traducción de una cifra del sistema decimal al lenguaje binario es relativamente sencilla. Veamos un par de ejemplos. La cifra 5, como cualquier otra, según el sistema decimal, se descompone en una ecuación de segundo grado [$ax^2 + bx + c = 0$], es decir, $5 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2 + 1 = 4 + 0 + 1$. Para convertir la cifra 5 al lenguaje binario se procede a la división adjunta, de modo que $5 = 101 = 100 + 0 + 1$ [centenas, decenas y unidades] = 4 [porque en el sistema binario 100 es el número que representa la cifra 4] + 0 + 1 = $1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2 + 1 = 5$



Pero el proyecto que mayor repercusión iba a tener en el desarrollo de la cibernética fue el emprendido por Wiener casi inmediatamente después de comenzada la guerra con el fin de proceder al perfeccionamiento de la artillería antiaérea. De sus razonamientos sobre esta cuestión, hay dos particularmente interesantes en relación a nuestro asunto. El primero, referido a la absoluta precisión que ha de llevar el proyectil para dar en el blanco, establece que «predecir el futuro de una curva [en este caso, la de un aeroplano a gran velocidad] implica resolver una cierta operación sobre su pasado»; el segundo alude al control humano de la máquina (aeroplano), es decir, los movimientos y características de la actuación del piloto, ya que este conocimiento es también determinante para solucionar el problema de que el proyectil alcance el blanco. Sobre esta segunda cuestión, Wiener concluye que «un factor extremadamente importante en la actividad voluntaria [del piloto] es lo que los ingenieros de control denominan *regenerador*». La idea aquí clave es que «cuando se desea un movimiento para seguir un modelo dado, la diferencia entre ese modelo y el movimiento llevado a cabo, de hecho se utiliza como

La cifra 7, según el sistema decimal, se descompone en una ecuación de segundo grado, es decir, $7 = 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 1 = 4 + 2 + 1$.

Para convertir la cifra 7 al lenguaje binario se procede de nuevo a dividir por 2 hasta alcanzar la unidad, de modo que $7 = 111 = 100 + 10 + 1$ [centenas, decenas y unidades] = 4 [porque en el sistema binario 100 es el número que representa el 4] + 2 [porque en el sistema binario 10 es el número que representa el 2] + 1 = $1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 1 = 7$.



Sobre el sistema de numeración binaria, véase el clarificador artículo «Explicación de la aritmética binaria», escrito por Leibniz el 5 de mayo de 1703 y que aparece publicado en el catálogo de la exposición *Impulsos: arte y ordenador*, Madrid, Instituto Alemán, 1972, págs. 5-7. De otro lado, es el momento de recordar aquí la altísima estima en que Wiener tenía al inventor del sistema de numeración binaria, el matemático y filósofo alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), uno de los espíritus más universales y verdaderamente enciclopédicos de todos los tiempos, quizás el último «hombre que haya tenido un dominio completo de la actividad intelectual de su época» (*Cibernética*, op. cit., pág. 28). La significación de Leibniz en la prehistoria de la cibernética queda meridianamente explicada en estas palabras de Wiener en el mismo libro (págs. 42-43): «Si tuviere que escoger un santo patrón de la cibernética fuera de la historia de la ciencia, tendría que escoger a Leibniz. La filosofía de Leibniz se centra sobre dos conceptos estrechamente relacionados: el de simbolismo universal y el de cálculo racional. De ellos proceden la notación matemática y la lógica simbólica de nuestros días. Ahora bien, así como el cálculo aritmético se presta a una mecanización progresiva desde la máquina computadora de despacho a las máquinas computadoras ultrarrápidas del presente, así el *calculus ratiocinator* de Leibniz contiene los gérmenes de la *machina ratiocinatrix*, la máquina racional. Ciertamente, el mismo Leibniz, como su predecesor Pascal, estaba interesado en máquinas computadoras de metal. No es, por consiguiente, sorprendente que el mismo impulso intelectual que ha llevado al desarrollo de la lógica matemática haya llevado al mismo tiempo a la ideal o actual mecanización de procesos del pensamiento». En *Cibernética y sociedad*, de otra parte, no sólo se refiere Wiener al interés de Leibniz y Pascal por los autómatas (pág. 21), sino a la preocupación de Leibniz por la óptica y los mensajes, la cual «desempeña un importante papel en dos de sus ideas originales: la *Characteristica Universalis*, o sea, un lenguaje científico para todas las artes y ciencias y el *Calculus Ratiocinator* o cálculo lógico que, aunque imperfecto, es el antepasado directo de la moderna lógica matemática» (pág. 18). Un poco más adelante, llega a decir que «Leibniz, poseído por la idea de las comunicaciones, es en varios aspectos el antepasado intelectual de los conceptos de este libro».

una nueva entrada para hacer que la parte regulada se mueva en tal dirección que realice su movimiento más cerca al dado por el modelo»¹⁶.

Junto a este concepto de *regenerador*, Wiener también se refiere a otras dos ideas fundamentales que aparecen en sus investigaciones sobre ingeniería del avión, llevadas a cabo en colaboración con Julian H. Bigelow: la idea de *mensaje* y la de *cantidad de información*. Ambos conceptos serían utilizados por las estéticas informacionales en el análisis y comprensión de las obras artísticas cibernéticas. Respecto a la primera, señala que «en la comunicación sobre ingeniería del avión se hizo claro para Bigelow y para mí que los problemas de ingeniería de control y de ingeniería de comunicación eran inseparables y que se centraban no sobre la técnica de ingeniería eléctrica sino sobre la noción mucho más fundamental del mensaje, ya fuera transmitido por medios eléctricos y mecánicos o nerviosos»¹⁷, definiéndola a continuación como la «secuencia continua o discontinua de sucesos medibles distribuidos en el tiempo»¹⁸.

La otra noción, la de *cantidad de información*, no sólo es capital en la moderna teoría de las comunicaciones, sino que su repercusión será enorme en las llamadas estéticas científicas o informacionales, como las de Max Bense o Abraham Moles, que analizaremos en el siguiente capítulo. El avance de la ingeniería de la comunicación supuso necesariamente el desarrollo de «una teoría estadística de la cantidad de información, en la que la cantidad y unidad de información era aquella transmitida como una sola decisión entre alternativas igualmente probables»¹⁹. Esta idea fundamental apareció simultáneamente en las investigaciones que llevaban a cabo por separado R. A. Fisher, Claude Shannon²⁰ y el propio Wiener.

¹⁶ *Cibernética*, op. cit., págs. 32 y ss.

¹⁷ *Ibidem*, pág. 37.

¹⁸ En *Dios y Golem*, op. cit., pág. 41, define el mismo concepto como «una secuencia de cantidades que representan señales en el mensaje» (el propio Wiener, también en *Cibernética*, op. cit., pág. 79, ya había apuntado que «el principal interés de la ingeniería de la comunicación es la reproducción precisa de una señal»). La noción de mensaje es fundamental en la teoría de la información y de las comunicaciones, pilares a su vez de la estética cibernética. La definición propuesta por Abraham Moles difiere poco de la de Wiener: «el mensaje, soporte físico o psicofísico de la transmisión, se presenta, pues, como una *secuencia de elementos* tomados de un repertorio de signos por el emisor, quien los reúne conforme a ciertas leyes inherentes al mensaje que debe transmitir al receptor»; dicho de otro modo: mensaje es «lo que permite construir una forma para el receptor mediante el ensamblaje de los signos que se le ofrecen». MOLES, A. y ZELTMANN, C. (a cargo de): *La comunicación y los mass media*. Bilbao, Mensajero, 1975, págs. 135 y 374.

¹⁹ *Cibernética*, op. cit., pág. 40. La cursiva es mía.

²⁰ Claude Shannon, brillante ingeniero de los Laboratorios Bell, creó, entre 1943-45 y bajo la influencia de las ideas de Wiener en torno a la cibernética, las bases de la teoría matemática de las comunicaciones, expresada por él en la esencial obra *The mathematical Theory of Communication*, publicada en 1948. En lo que aquí interesa, su contribución más destacada fue la de proporcionar al término «información» un sentido preciso, expresando matemáticamente la «cantidad de información» transmitida por el mensaje. Adviértase que el término «información» no es usado en las investigaciones que comentamos en el sentido corriente de «noticia», sino en el de «medida de la reducción de la incertidumbre que puede haber a propósito del estado de una parte del universo (lo que ocurre en el lugar emisor) por medio de un mensaje». Para determinar matemáticamente la «cantidad de información» del mensaje,

Durante el invierno de 1943, Wiener constata la simultánea investigación que viene realizándose en diversos centros de los Estados Unidos con el propósito de construir máquinas computadoras: la Universidad de Harvard, Aberdeen Proving Ground (Maryland), la Universidad de Pensilvania, el Institute for Advanced Study de Princeton y el Massachusetts Institute of Technology de Boston. También por esas fechas Wiener intensifica los contactos con otros colegas, especialmente con el Dr. Aiken de Harvard, el Dr. Von Neumann, del Institute for Advanced Study, y el Dr. Goldstine, quien trabajaba entonces en la Universidad de Pensilvania en las máquinas ENIAC²¹ y EDVAC²². De todos los científicos con los que Wiener establecerá por esa época

Shannon partió del estudio de la combinación de señales de todo o nada (señales binarias) transmitida de un punto a otro por un «canal exento de ruido». Con ello demostró dos cosas: 1º, que cualquier mensaje podía reducirse a una combinación de señales de «todo o nada», de 0 y 1; 2º, que lo que constituye el valor de un mensaje tan reducido para el receptor es la imprevisibilidad relativa de las sucesivas combinaciones de los dos únicos elementos del repertorio: el 0 y el 1. Extendiendo posteriormente estas ideas al uso en proporciones variables que hacemos de las letras del alfabeto, creó la ahora llamada *fórmula fundamental de Shannon*, mostrando que el valor del mensaje podía traducirse en una magnitud que denominó *información* (cantidad de información), y que era equivalente, en el mundo de los signos, a lo que Boltzmann había llamado *entropía* para referirse a la agrupación de las partículas gaseosas en un recipiente. La fórmula era:

$$H_{\text{bits}} = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

donde,

H: información;

N: número de señales del mensaje;

n

: suma de todos los términos que tienen la misma forma desde el 1º ($i=1$) hasta el enésimo;

$i=1$

p_i : probabilidad de la señal i .

Sobre esta importante cuestión, véase, *Teoría de la información y percepción estética*, op. cit, págs. 42-94.

²¹ El Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC), cuyo nombre secreto fue el de proyecto PX —la confidencialidad del proyecto se basaba en que su propósito era mejorar la trayectoria de los misiles antiaéreos—, lo desarrollaron John Presper Eckert y John W. Mauchly en la Moore School of Electrical Engineering de la Universidad de Pensilvania, por encargo del Ballistic Research Laboratory del Aberdeen Proving Ground, y fue presentado en público el 15 de febrero de 1946. Está considerado como el primer ordenador electrónico del mundo, aunque se trata más bien de un potente calculador electrónico, ya que no poseía un programa almacenado en memoria. Pesaba treinta toneladas, se utilizaron en su construcción casi 18.000 válvulas de vacío, su potencia era de 150.000 vatios, podía hacer unas 300 multiplicaciones por segundo y ocupaba una estancia de 200 m². Véase, BARCELÓ, M.: «Cincuenta años de leyenda informática», diario *El País* (edición de Andalucía), 7-2-1996. Recordemos también aquí que el progenitor del computador moderno es la máquina analítica inventada por el inglés Charles Babage en 1833, primera concepción de una máquina controlada por programa. Como precursor del cálculo automático, también habría que citar al ingeniero y matemático español Leonardo Torres Quevedo (1852-1936). Un buen resumen de las principales etapas en el desarrollo de las computadoras es el artículo de ZUSE, K.: «Las ciencias y las máquinas calculadoras», en *Impulsos: arte y ordenador*, op. cit., págs. 8-16.

²² El ordenador electrónico automático de variables discretas (EDVAC) también se construyó en la Moore School, entre 1947 y 1950, para el Ballistic Research Laboratory del Aberdeen Proving Ground. Se trataba ya de una verdadera máquina de programa almacenado, empleando un sistema de numeración binaria. Su capacidad de almacenamiento era de 1024 palabras de 44 dígitos binarios cada una. Véase, CRAWFORD, F.R.: *Introducción al proceso de datos. Tomo I. Los ordenadores y sus aplicaciones*. Madrid, Ibérico Europea de Ediciones, 1975, págs., 68-69. Véase también la nota siguiente.

una valiosa comunicación, el más importante sin duda es Von Neumann. La fundamental contribución de John von Neumann, nacido en Budapest en 1903 y muerto en los Estados Unidos en 1957, al campo de la alta matemática, tendría enormes repercusiones en el pensamiento contemporáneo y en el desarrollo de la cibernética. En lo que aquí importa, Von Neumann fundamentó nada menos que las relaciones entre cibernética y ordenadores, suministró los principios básicos de la programación²³, elaboró la teoría de los juegos²⁴ y demostró la posibilidad que tienen las máquinas de reproducirse²⁵. Al tiempo que Wiener, si bien presentó sus conclusiones en septiembre de 1948, Von Neumann también puso de relieve el riguroso paralelismo entre el cerebro huma-

De otro lado, conviene recordar aquí que fue en 1951 cuando se instaló el primer modelo comercial de ordenador de programa almacenado (UNIVAC I), concretamente en la Oficina del Censo de Estados Unidos, en Washington D.C.

²³ Fue Neumann, recuerda Abraham Moles, quien «tuvo la idea de que los trayectos de transferencia de los datos desde un punto a otro del ordenador, materializados antes por un cuadro de conexión que enlazaba los diversos registros, representaban, de hecho, a su vez, cierto tipo de *datos particulares* suministrados a propósito de la manipulación de los datos y que, por tanto, debían poder simbolizarse, codificarse e incorporarse en las memorias del ordenador, dando lugar, en consecuencia, a un *programa integrado*. Idea tan fundamental y tan simple que la mayoría de los programadores modernos la toman como axiomática, como una evidencia que en su tiempo fue adquirida tras muchos esfuerzos». *La comunicación y los mass media*, op. cit., pág. 668. Debe aclararse, sin embargo, que lo que se conoce en la historia de la informática como *arquitectura Von Neumann*, esto es, los ordenadores con un programa almacenado en memoria, no hubiera sido posible sin la decisiva intervención de los creadores del ENIAC, Eckert y Mauchly, quienes, para no sacrificar este último proyecto, diseñaron paralelamente a aquella una nueva máquina con programa integrado. Al incorporarse Von Neumann, a instancias de Herman H. Goldstine —quien en nombre del Ballistic Research Laboratory supervisaba el proyecto PX—, a la Moore School, tuvo inmediatamente noticia del proyecto paralelo de Eckert y Mauchly con la máquina provista de un programa almacenado. El caso es que, con su sola firma, Von Neumann publicó el 30 de junio de 1945 un célebre artículo, *First Draft of a Report on EDVAC*, con el que ha pasado a la historia como si fuese el único descubridor del programa integrado. Un año más tarde, el 28 de junio de 1946, apareció otro documento clásico, *Discusión preliminar del diseño lógico de un instrumento electrónico de Cálculo*, firmado por Von Neumann y Goldstine, donde se desarrollan los revolucionarios conceptos de programa integrado y aplicación del sistema numérico binario a los ordenadores. Otra importante contribución de Von Neumann a la historia de los ordenadores es la creación del Mathematical Analyser Numerical Integrator and Computer (MANIAC), reflejo de su creencia en la posibilidad de construir máquinas que funcionasen como auténticos cerebros artificiales, precisamente en el momento de la gran carrera atómica en Los Álamos, proyecto en el que será decisiva la intervención del MANIAC. Véase, CRAWFORD, F. R.: *Introducción al proceso de datos*, op. cit., págs. 65-68.

²⁴ En su resonante obra conjunta *La teoría de los juegos y el comportamiento económico (Theory of Games and Economic Behavior, 1944)*, Von Neumann y Oskar Morgenstern estudian los llamados juegos de estrategia, en los que existe oposición entre dos o más contendientes. Lo que interesa a esta teoría son los aspectos lógicos de la estrategia, es decir, se procede a un análisis lógico de los datos, circunstancias, decisiones, etc. que van envueltos en el juego. El modo de análisis consiste en dar valores numéricos a las situaciones. El cálculo usado se sitúa entre lo determinado y lo aleatorio. Véase el artículo dedicado al término «juego» en FERRATER MORA, J.: *Diccionario de filosofía*. Buenos Aires, Sudamericana, 1971, págs. 1031-1033. En su comentario sobre la capacidad que tienen las máquinas para aprender, especialmente las máquinas de jugar, Wiener matiza algunos aspectos de la teoría de los juegos de Von Neumann. Véase, *Dios y Golem*, op. cit., págs. 20 y ss.

²⁵ Nos referimos a sus demostraciones con ciertos artefactos llamados *máquinas de Turing*, denominadas así por el nombre de su inventor, el matemático británico Alan Mathison Turing (Londres, 1912 - Wilmslow, 1954), quien también desarrolló un modelo de computabilidad que sirvió de patrón para las operaciones realizadas por todos los ordenadores digitales o de estado discreto.

no y la computadora, además de sentar uno de los principios básicos de la biónica²⁶.

Una vez realizados los contactos señalados, Wiener acuerda con Von Neumann celebrar un encuentro entre todos los interesados en la cibernética, producido en Princeton en el invierno de 1943-44 y marcado por un profundo carácter interdisciplinar, ya que congregó una importante representación de matemáticos, ingenieros y fisiólogos. El principal acuerdo de esta reunión fue que había que realizar esfuerzos en usar un vocabulario común entre todos los científicos que investigaban en proyectos relacionados con la cibernética. A esta convocatoria siguieron otras, como la que tuvo lugar en Nueva York en la primavera de 1946, cuyo objetivo era efectuar una puesta al día de los resultados derivados de la investigación en diferentes parcelas relacionadas con la cibernética, y en donde se consolidó la presencia de psicólogos, antropólogos y sociólogos.

2.2. Cibernética y neurofisiología.

Por su propia naturaleza, la cibernética es una ciencia que se halla estrechamente relacionada con otras importantes disciplinas, sin cuyo concurso no habría podido desarrollarse, especialmente la lógica matemática, la neurofisiología y la ingeniería, pero también la psicología, la antropología y la sociología. Por lo que respecta a la lógica matemática²⁷, ya hemos dicho que para Wiener no debería sorprendernos «que el mismo impulso intelectual que ha llevado al desarrollo de la lógica matemática haya llevado al mismo tiempo a la ideal o actual mecanización de procesos de pensamiento»; más aún: «ha llegado a ser muy evidente que el desarrollo de una teoría lógico matemática está sujeto a la misma clase de restricciones que las que limitan el funcionamiento de una máquina computadora»²⁸. En cuanto a la neurofisiología, «el carácter de ‘todo o nada’ de la descarga de las neuronas es precisamente análogo a la elección única hecha para determinar un dígito en la escala binaria, que más de uno de nosotros ha considerado ya como la base más satisfactoria del diseño de la máquina computadora»³⁰. Otro paralelismo es el que se establece entre la memoria humana, que es una función básica del sistema nervioso, y la memoria artificial de la máquina: «Entre el sistema nervioso y la má-

²⁶ La biónica es una disciplina relacionada con la cibernética, según la cual el modelo para establecer los principios en que se fundan los mecanismos de las máquinas nos lo proporcionan los organismos biológicos. Von Neumann tomará ciertas funciones del cerebro como modelo de las funciones que había de realizar la computadora.

²⁷ Wiener, antiguo alumno de Bertrand Russell (1872-1970), reconoce deberle mucho al autor de los *Principia Mathematica*, uno de los padres de la lógica matemática.

²⁸ *Cibernética*, op. cit., pág. 43.

²⁹

³⁰ *Ibidem*, pág. 45. En *Dios y Golem* (op. cit., pág. 39) también habla, al igual que Von Neumann, de un «paralelismo entre la reproducción mecánica —máquinas que se reproducen a sí mismas— y la biológica».

quina automática existe una analogía fundamental, pues son dispositivos que toman decisiones basándose en otras que hicieron en el pasado»³¹. También existe una equivalencia entre los órganos por los que la máquina recibe sus impresiones y los órganos sensoriales del hombre y el animal. En definitiva, «los numerosos autómatas de la época actual están acoplados al mundo exterior tanto por la recepción de impresiones como por la ejecución de acciones. Contienen órganos sensoriales, causas eficientes y el equivalente de un sistema nervioso para integrar la transferencia de información de uno al otro»³². Y también: «Afirmo que el funcionamiento en lo físico del ser vivo y el de algunas de las más nuevas máquinas electrónicas son exactamente paralelos en sus tentativas análogas de regular la entropía mediante la retroalimentación»³³.

Corolario de las señaladas correspondencias, así como de la analogía entre la lógica humana y la lógica de la máquina, es la habilidad que tienen las computadoras para aprender³⁴ y para reproducirse³⁵.

A todas las anteriores conclusiones sobre la relación entre la neurofisiología y la cibernética, evidenciada en la profunda correspondencia entre los organismos vivos y la computadora, habían llegado en el otoño-invierno de 1943 conjuntamente Wiener, Rosenblueth y Walter Pitts. Este último, estudiante en Chicago con Carnap³⁶, había estado en contacto con Rashevsky y su escuela de biofísicos, y acababa de realizar una investigación con McCulloch sobre los mecanismos nerviosos, finalizada la cual acudió al Massachusetts Institute of Technology de Boston a fin de ampliar sus estudios matemáticos y

³¹ *Cibernética y sociedad*, op. cit., pág. 32. Del mismo modo que en el hombre y en los animales existe un sentido cenestésico, según el cual recuerdan la posición y tensión de sus músculos, también las máquinas computadoras, para que funcionen de manera adecuada, deben ser informadas acerca de los resultados de sus propias acciones como parte de los datos de acuerdo con los cuales deben actuar. La regulación de una máquina de acuerdo con su funcionamiento real y no respecto a lo que se espera de ella se llama retroalimentación, que es una de las nociones fundamentales de la cibernética. Sobre el concepto de memoria, véase lo que dice Wiener en el último libro citado (págs. 23-25) y en *Cibernética*, op. cit., pág. 84.

³² *Cibernética*, op. cit., pág. 85.

³³ *Cibernética y sociedad*, op. cit., pág. 25. A pesar de lo dicho, sería un error deducir de ello que el cerebro humano y la computadora son idénticos. A este respecto dice Wiener que «una importante diferencia entre la manera como usamos el cerebro y la máquina es que la máquina está dispuesta para muchas operaciones sucesivas, ya con ninguna referencia una con otra, o con una referencia mínima, limitada, y que puede quedar limpia entre tales operaciones; mientras que el cerebro, en el curso de su naturaleza, nunca, ni siquiera aproximadamente, limpia sus recuerdos pasados. Por tanto, el cerebro, bajo circunstancias normales, no es el completo análogo de la máquina computadora, sino más bien el análogo de una sola operación de tal máquina». *Cibernética*, op. cit., pág. 200. Y también (pág. 216): «Ninguna otra máquina computadora se aproxima a la economía de energía del cerebro».

³⁴ «Un sistema organizado puede definirse como aquel que transforma un cierto mensaje de entrada en uno de salida, de acuerdo con algún principio de transformación. Si tal principio está sujeto a cierto criterio de validez de funcionamiento, y si el método de transformación se ajusta a fin de que tienda a mejorar el funcionamiento del sistema de acuerdo con ese criterio, se dice que el sistema *aprende*». *Dios y Golem*, op. cit., pág. 23.

³⁵ «Las máquinas están perfectamente capacitadas para hacer otras máquinas a su propia imagen». *Ibíd.*, pág. 21.

³⁶ Rudolf Carnap (1891-1970), filósofo y lógico alemán, nacionalizado estadounidense, es uno de los máximos representantes de la escuela neopositivista conocida con el nombre de Círculo de Viena. Enseñó en Chicago entre 1938-1954.

colaborar con Wiener y Rosenblueth en la nueva ciencia cibernética, todavía no bautizada con este nombre.

2.3. Aplicaciones prácticas de la cibernética.

Algunos de los campos más destacados en los que la cibernética tiene, o puede tener en el futuro, importantes aplicaciones prácticas, son las prótesis en miembros amputados o paralizados, la construcción de robots y máquinas artificiales, la de máquinas diseñadas para realizar diagnósticos médicos y las máquinas de traducir³⁷.

Pero va a ser en el campo de las ciencias humanas, principalmente en la sociología y en la economía, donde desde muy pronto se pretenderá que incida la cibernética, a fin de paliar o resolver los agudísimos problemas sociales y económicos de nuestra época. Amparándose en la importancia de la noción y técnica de la comunicación en el sistema social, así como en los trabajos de Von Neumann y Morgenstern sobre la teoría de los juegos, los antropólogos doctores Gregory Bateson y Margaret Mead insistieron a Wiener para que dedicase una gran parte de sus energías a discutir la relación de la cibernética con el conjunto social, a fin de paliar «los problemas sociológicos y económicos de la presente era de confusión». La penetrante y elaborada res-

³⁷ Acerca de estas últimas, un auténtico desafío para la cibernética, Wiener está convencido que, habida cuenta del escaso desarrollo de la ciencia lingüística —circunstancia que impide la viabilidad de confiar el criterio de cuándo una traducción es buena a un hipotético conjunto completo de reglas objetivamente aplicables que determinen el cumplimiento de ese criterio—, la mecanización de la traducción comporta necesariamente el aprendizaje de la máquina, pero reemplazando la pura mecanización por un sistema «mecanicohumano», esto es, «incluyendo como crítico a un traductor humano experto, que lo enseñe mediante ejercicios, a la manera que un maestro de escuela instruye a sus alumnos». El profesor Silvio Ceccato, del Centro de Cibernética y de Actividades Lingüísticas de la Universidad de Milán, por su parte, estima que la enorme complejidad y dificultad para hacer realidad estas máquinas de traducir, deriva del hecho de que «traducir comporta la comprensión de un texto y la transformación del pensamiento suscitado en las formas típicas de la lengua a la que el texto se ha traducido». Según este autor, la ambición de construir una máquina de traducir está relacionada, de un lado, con la búsqueda de transformar expresiones lingüísticas en algoritmos* y, de otro lado, con la de proporcionar a la lengua un método cuantitativo. Acerca de este último propósito, existen dos vías: a) vía practicista, que intenta llevar sus resultados lingüísticos a la máquina sin recurrir a sistemas auténticos y propios; b) aquella que se fija en aspectos teóricos, y que ve las expresiones lingüísticas como estructuras, estudiando todo elemento por su relación a otros. Otra cuestión relacionada con la anterior es la de crear una lengua universal, proyecto que ya hemos visto que también era uno de los sueños más ambiciosos de Leibniz. «Esta lengua, dice Ceccato, no habría de inspirarse parasitariamente en una o dos de las lenguas existentes, sino que habría de reflejar un universo de contenidos preparado y ordenado de manera controlada, como ocurre en el lenguaje musical». El mismo teórico e investigador italiano se dedicó a esta tarea en el decenio de los sesenta, empezando por trazar sistemas clasificatorios de arranque universal. Véase, sobre las máquinas traductoras, *Dios y Golem*, op. cit., págs. 85-89, y la entrevista que le hizo Ignacio Gómez de Liaño al profesor Ceccato en el diario *Madrid* del 2-7-1969.

*Algoritmo: término que deriva de Al-Huwarizmi, sobrenombre del matemático árabe del siglo IX que desarrolló las reglas formales del álgebra. Se trata del conjunto de reglas precisas que definen un proceso de razonamiento en orden a obtener un resultado concreto. Por ejemplo, la sucesión de raíces cuadradas, funciones trigonométricas o logaritmos necesarios para efectuar un cálculo determinado. En una computadora, de igual modo, sería la serie de instrucciones de un subprograma al que el programa principal habrá de acudir para resolver un problema o cálculo particular.

puesta del insigne científico, en la que se aprecia el riguroso método de trabajo que siempre había detrás de sus análisis e investigaciones, incide directamente sobre las por él consideradas evidentes limitaciones de las ciencias humanas: «No puedo compartir ni su sentimiento [el de sendos antropólogos] de que este campo [el propio del sistema social] atraiga en primer lugar mi atención, ni su buena disposición sobre que se pueda registrar un suficiente progreso en esta dirección para conseguir un apreciable efecto terapéutico en los males presentes de la sociedad. Para empezar, *las principales cantidades que afectan a la sociedad no son estadísticas, sino que las series de estadísticas en las que se basan son excesivamente pequeñas.* [...] Para unas buenas estadísticas de la sociedad, se necesitan largas series *bajo condiciones esencialmente constantes*» [como ocurre en el caso de la astronomía o de la moderna física de las partículas atómicas]³⁸. Quienes pretenden extender los métodos de las ciencias naturales al campo de las ciencias sociales, albergando así falsas esperanzas acerca de nuestro control sobre nuestro entorno social, «muestran un excesivo optimismo y un mal entendimiento de la naturaleza de toda realización científica. Todos los grandes éxitos de una ciencia precisa se han hecho en campos donde hay un cierto alto grado de aislamiento del fenómeno desde el observador»³⁹. Esta respuesta se ve notablemente enriquecida por lo que aduce Wiener en el último capítulo de *Dios y Golem*, donde formula una lúcida crítica a la pretensión de las ciencias sociales de hacer un uso de la matemática como el que hace, por ejemplo, la alta física matemática, cuando, en realidad, «las matemáticas que emplean los científicos sociales y la física matemática que usan como patrón son la matemática y la física matemática de 1850»⁴⁰. «El juego económico —dirá más adelante— es un juego en el que las reglas están sujetas a importantes revisiones, digamos cada diez años, y manifiesta una incómoda semejanza con el juego de croquet de la Reina de *Alicia en el País de las Maravillas*. En tales circunstancias no hay perspectivas de que pueda lograrse una medida muy precisa de las cantidades involucradas. El asignar a esas cantidades esencialmente vagas una significación para que tengan un valor preciso no es útil ni honesto, y cualquier pretensión de aplicar una formulación precisa a esas cantidades negligentemente definidas es una impostura y una pérdida de tiempo»⁴¹. De ahí que «las ciencias sociales son un mal campo de demostración de las ideas de la cibernética», lo que «no significa que [...] no sean aplicables a la sociología y la economía. Significa, más bien, que estas ideas deben ser probadas en ingeniería y biología antes de ser aplicadas a un campo tan indefinido»⁴².

³⁸ *Cibernética*, op. cit., pág. 59. La cursiva empleada en la primera parte de la respuesta es mía.

³⁹ *Ibidem*, págs. 257-258.

⁴⁰ *Dios y Golem*, op. cit., pág. 97. Unas líneas antes (pág. 94) ya había dicho que «la cibernética no existe si no es matemática, si no *in esse, in posse*» [es decir, si no «efectivamente», «realmente», al menos «potencialmente», «con posibilidad de existencia» de ser matemática].

⁴¹ *Ibidem*, pág. 98.

⁴² *Ibidem*, pág. 99.

2.4. Problemas filosóficos y aspectos morales de la cibernética.

En el primer capítulo de su libro *Cibernética*, referente al problema del tiempo en relación con la ingeniería de la comunicación, Wiener hace una serie de interesantes consideraciones de carácter filosófico⁴³. La cuestión central es la de la reversibilidad e irreversibilidad del tiempo. En la mecánica de Newton el tiempo es reversible. Esto significa que «las leyes fundamentales de esta mecánica permanecían inalterables por la transformación de la variable de tiempo t en su negativo». Dicho de otra manera: «Si tuviéramos que tomar una fotografía en movimiento de los planetas, acelerada para mostrar una fotografía perceptible de actividad, y tuviéramos que pasar la película hacia atrás, aún sería una fotografía posible de los planetas conforme a la mecánica de Newton». Este modelo teórico, sin embargo, no es aplicable a la teoría e ingeniería de la comunicación. Según Wiener, «dentro de cualquier mundo con el que podemos comunicar, la dirección del tiempo es uniforme». Para explicar esta aseveración pone el ejemplo de un «experimento intelectual que consiste en tener la imagen de un ser inteligente cuyo tiempo corre en sentido diferente al nuestro. Para tal ser resultaría imposible tener cualquier comunicación con nosotros». En su crítica al concepto absoluto de tiempo en Newton, Wiener llega a afirmar que «no existe una sola ciencia que esté exactamente en conformidad con el estricto modelo newtoniano», verbigracia las ciencias biológicas. La evolución, la biología y la ingeniería de la comunicación son ciencias que están basadas en un concepto irreversible del tiempo: «El individuo es una flecha apuntada al tiempo en un solo sentido».

En el paso del modelo teórico de la física newtoniana, en el que el tiempo es reversible, a ese otro modelo donde el tiempo es irreversible, ocupa un papel relevante la llamada mecánica estadística de Gibbs. En el prólogo de *Cibernética y sociedad*, Wiener se refiere, junto a la aportación del físico austríaco Ludwig Boltzmann (1844-1906), a la decisiva contribución del estadounidense Josiah Willard Gibbs (1839-1903) al nacimiento de la física del siglo XX, en concreto sus descubrimientos en la llamada física estadística o ciencia de la distribución. Hoy sabemos que «la parte funcional de la física no puede dejar de considerar la incertidumbre y la contingencia de los fenómenos⁴⁴. Fue mérito de Gibbs haber enunciado por primera vez un claro método científico para considerar esa contingencia⁴⁵. Wiener llega incluso a afirmar que su libro está dedicado a considerar el efecto del punto de vista de Gibbs sobre la vida moderna. Según nuestro autor, «la novedad de Gibbs consistió en considerar, no un universo, sino todos los que son respuestas posibles a un conjunto limitado de cuestiones que se refieren a nuestro medio. Lo fundamental de su idea consiste en discernir hasta qué punto son probables en un conjunto mayor de universos las respuestas que podemos dar a ciertas pregun-

⁴³ Véase, *Cibernética*, op. cit., págs. 67 y ss.

⁴⁴ El arte, dirá Max Bense en su primera *Estética*, es «correalidad contingente».

⁴⁵ *Cibernética y sociedad*, op. cit., pág. 10.

tas para algunos de ellos. Gibbs creía además que esa probabilidad tendería naturalmente a aumentar con la edad del universo. Se llama entropía a la medida de esa probabilidad, cuya característica principal es la de ser siempre creciente»⁴⁶.

Ahora bien —y ésta quizá sea la reflexión filosófico-moral de más calado en toda la obra de Wiener—, el reconocimiento por parte de Gibbs de un elemento fundamental de probabilidad en la estructura del universo, lo emparenta con la tradición de San Agustín, ya que «ese elemento arbitrario, esa carencia de totalidad orgánica es algo que, sin llevar el simbolismo verbal lejos, es el mal; el mal negativo que San Agustín caracteriza como una carencia de perfección, opuesto al principio maléfico positivo de los maniqueos»⁴⁷. Y continúa con estos soberbios e inigualables párrafos:

El hombre de ciencia trabaja continuamente para descubrir el orden y la organización en el universo, por lo que juega una partida contra su archienemigo: la desorganización. ¿Es un diablo maniqueo o agustiniano? ¿Es una fuerza opuesta al orden o es la completa carencia de él? La diferencia entre estas dos clases de demonios aparecerá en las tácticas utilizadas contra ellos. El diablo maniqueo es un opositor como cualquier otro que está decidido a ganar y que utilizará cualquier engaño o simulación para triunfar. En particular, mantendrá en secreto su método de confusión; si pareciera que estamos a punto de descubrir su juego, lo cambiará para seguir manteniéndonos en la oscuridad. En cambio, el diablo agustiniano, que no es una potencia en sí mismo, sino la medida de nuestra propia debilidad, requerirá el uso de todas nuestras fuerzas para descubrirlo, pero cuando lo hayamos conseguido, ello equivaldrá a exorcizarlo y no cambiará sus métodos en materia ya decidida con la simple intención de engañarnos más. El diablo maniqueo juega una partida de póquer contra nosotros y recurrirá con gusto al *bluff*, que, como explica Von Neumann en su *Teoría de los juegos*, no sólo trata de hacernos jugar con el engaño, sino además impedir un triunfo de la otra parte, basándose en el supuesto de que no hemos de mentir

Comparado con este ser maniqueo de malicia refinada, el diablo agustiniano es tonto. Juega una partida difícil, pero nuestra inteligencia triunfará sobre él de modo tan completo como con una aspersion de agua bendita.

En lo que respecta a la naturaleza del diablo, existe un aforismo de Einstein que es algo más que eso; representa en verdad una afirmación acerca de los fundamentos de la ciencia. «El Señor es sutil, pero no es malvado». La voz señor indica aquí aquellas fuerzas de la naturaleza que incluyen las atribuidas a su humilde servidor, el diablo; Einstein quiere decir que esas fuerzas no mienten. [...] En otras palabras, la habilidad del

⁴⁶ *Ibíd.*, págs. 13-14. El principal eco filosófico de la mencionada transición del tiempo reversible en Newton al tiempo irreversible en Gibbs es la concepción del pensador francés Henri Bergson (1859-1941), quien «resaltó la diferencia entre el tiempo reversible de la física, en el que nada nuevo ocurre, y el tiempo irreversible de la evolución y de la biología, en el que hay siempre algo nuevo». *Ibíd.*, pág. 77.

⁴⁷ *Ibíd.*, pág. 13.

diablo para engañarnos no es ilimitada; pierde su tiempo el hombre de ciencia que busca en el universo una fuerza positiva decidida a engañarnos. La naturaleza se resiste a ser descifrada, pero no demuestra su ingeniosidad en descubrir nuevos e inescrutables métodos para perturbar nuestras relaciones con el mundo exterior⁴⁸.

Hemos visto ya que entre los mayores logros de la cibernética están la construcción de robots y de máquinas artificiales, artefactos que no sólo plantean delicadas cuestiones de orden moral, sino que también afectan, por su propia naturaleza, al desarrollo económico y a la calidad de vida de las sociedades que los producen de forma masiva. Pensemos, por ejemplo, en la hipotética incidencia negativa que puede tener la incontrolada proliferación de esa especie de «esclavos mecánicos» en la creación de empleo, así como en su posible uso para fines malvados y destructivos, incrementando los riesgos de una guerra generalizada. Las nuevas máquinas traen consigo desafíos desconocidos para la inteligencia humana y para nuestros códigos morales de conducta. Hay, sin embargo, ciertas decisiones que los hombres no deben dejar en poder de las máquinas, precisamente porque comportan resoluciones de orden moral⁴⁹. Algunos teóricos, como el mencionado Silvio Ceccato, nos advierten que será muy difícil eludir la progresiva aparición de una nueva moral, nacida no de otras morales, sino de la tecnología imparabla. El desarrollo tecnológico y científico favorecería, de este modo, el surgimiento de importantes cambios ideológicos, verbigracia, un mayor consumo, que, a su vez, impulsaría un creciente dinamismo en la sociedad. También cree Ceccato que la sociedad del futuro será más sincera, y esto se conseguirá gracias a que se podrá tomar el pensamiento independientemente del lenguaje, con lo cual se eliminarían dos de las tres posibilidades que ofrece el lenguaje: callar, mentir y decir la verdad. Ceccato no comparte los temores de quienes se horrorizan ante un futuro donde no haya cabida para la mentira, según algunos una necesidad del individuo que lo hace civilizado. Así lo cree, por ejemplo, un psicólogo francés, quien dice que «el día más importante en la vida de un niño es aquel en el que comprende por primera vez que puede y debe mentir, y que

⁴⁸ *Ibidem*, págs. 33-34.

⁴⁹ Véase, *Cibernética*, op. cit., págs. 62-65 y 266-274. Véase también, *Dios y Golem*, op. cit., págs. 61-62, 71-72 y 77-78. La posición de Wiener en cuanto a que el hombre no debe confiar ciertas decisiones a las máquinas, precisamente por el contenido moral que implican, se ve ampliamente desbordada por el optimismo cientifista que acompañó a determinados proyectos de investigación para la construcción de máquinas artificiales en los sesenta. A este respecto, el programa más ambicioso en esos años en el Centro de Cibernética y de Actividades Lingüísticas de la Universidad de Milán, era la construcción de un modelo de nuestra mente, una computadora, de la que se presumía que podría desarrollar actitudes éticas y estéticas, ejemplo de confianza ciega en la autonomía de la técnica que, incluso hoy, más parece una pretensión derivada de un relato de ciencia-ficción que de un verdadero proyecto científico. En ese mismo Centro milanés, en colaboración con el Consejo Nacional de Investigación de Italia, se construyó en 1956 el primer modelo electromecánico de operaciones mentales, con el nombre de *Adamo II*. Véase, CECCATO, S.: «Estética y cibernética», en *Suma y Sigue del Arte Contemporáneo*, núms. 7-8, Valencia, 1965, pág. 11.

sólo esto lo transforma de salvaje en civil». Para Ceccato, en cambio, una sociedad sincera será «mejor»⁵⁰

⁵⁰ Véase la entrevista de Ignacio Gómez de Liaño al profesor Ceccato en el diario *Madrid* del 2 de julio de 1969.