

JOSE M.<sup>a</sup> VIANI SALLABERRY  
 Universidad de Cantabria

# Sinopsis histórica de la inteligencia artificial

CON el término inteligencia artificial se designa una pretensión que los seres humanos llevan arrastrando desde hace tiempo. La especie humana se ha servido de instrumentos con los que ha ido construyendo su civilización, ha levantado ciudades, ha circunnavegado la Tierra y ha viajado a otros planetas. El reto último de la humanidad, en cuanto a sus instrumentos se refiere, es hacer que éstos puedan valerse por sí mismos; es decir, dotarlos de la facultad del pensamiento y la razón. La inteligencia artificial se traduce en el intento de trasladar la facultad del pensamiento inteligente, propio de los seres humanos, a las máquinas que éstos construyen.

La posibilidad de construir una máquina que pueda rivalizar o superar la capacidad de razonamiento del cerebro humano ha atraído durante muchos años la imaginación del hombre. Las primeras conjeturas preceden al ordenador en cientos de años y eran tan sólo expresables en el reino de la literatura fantástica. No obstante, desde la antigüedad, se han seguido dos líneas en el esfuerzo por conseguir la máquina inteligente; a saber: la construcción de autómatas del comportamiento humano o animal y la información y automatización del razonamiento lógico y matemático (1).

La primera obra escrita acerca de máquinas capaces de realizar tareas en suplantación de los humanos procede de la antigua Grecia. Concretamente, de la desaparecida biblioteca de Alejandría, en la cual se sabe la existencia de un tratado llamado «Autómata de Herón de Alejandría» (inventor de cajas de engranajes y aparatos de vapor), en la que se describían los primeros autómatas (2). Pero no será hasta los siglos XVII y XVIII, que este tipo de artilugios empezaron a mostrar algún rasgo de «inteligencia» en tanto en cuanto que reproducían actividades para las cuales el hombre debe usar la inteligencia.

El siglo XVIII fue el siglo de los autómatas por excelencia. Descartes había presentado en su «Discurso del Método» la tesis de que los seres vivos, a excepción de los humanos, son simples mecanismos. En 1737,

el francés Jacques Vancanson construyó un autómata flautista que movía los dedos para producir una melodía. Un año más tarde sorprendió a la sociedad europea con el pato mecánico, capaz de nadar, batir las alas, comer y expulsar excrementos simulados (3).

## La máquina parlante de Von Kempelen

Durante la segunda mitad del siglo XVIII, el barón húngaro Wolfgang Von Kempelen de Pressburg construyó dos máquinas que asombrarían a las cortes europeas. La primera de ellas fue un artefacto que imitaba al tracto vocal humano, inspirado aparentemente en la gaita escocesa. El operador hacía funcionar un fuelle mientras con los dedos de la mano derecha hacía sonar las consonantes a través de lengüetas que servían como sustitutos de lengua y labios. La máquina parlante de Von Kempelen fue especialmente alabada por Goethe, quien escribió en 1797 una carta al duque Carlos Augusto de Sajonia-Weimar, en la que declaraba que «la máquina de Von Kempelen no es muy locuaz, pero pronunciaba muy bien ciertas palabras infantiles» (4). En 1769, Von Kempelen construyó y mostró un autómata



jugador de ajedrez con la forma de un turco de tamaño natural. El turco estaba sentado frente a un mueble que sostenía un tablero de ajedrez con contadores magnéticos. El turco recorrió toda Europa derrotando a todos aquellos competidores que se le presentaban, incluidas lumbreras de la época como Jorge III, Federico el Grande y Napoleón (quien hizo varios intentos inútiles de ganar con trampas) (5).

La mayoría de los admiradores del turco quedaban asombrados por su actuación, pero hubo algunas personalidades que mostraron su escepticismo. Edgar Allan Poe escribió en una monografía lo que puede considerarse un primer veredicto hacia la inteligencia en las máquinas. Poe argüía que «los cálculos aritméticos son, por su misma naturaleza, fijos y determinados. Dados ciertos datos, inevitablemente siguen ciertos resultados». Continuaba afirmando que una simple máquina nunca sería capaz de hacer la clase de selecciones que se requieren de un jugador de ajedrez. Terminaba su ensayo con la observación de que si el invento de Von Kempelen fuese en realidad una máquina, sería «el invento más maravilloso de la humanidad» (6). Poe no se equivocaba en cuanto al fraude de la máquina; ésta escondía a un auténtico maestro de ajedrez en el interior del mueble. Pero sí había errado en cuanto a la capacidad esencial de juego de «máquinas fijas y determinadas». Los ordenadores actuales han sido programados para jugar al tres en raya, a las damas, incluso a nivel de campeonato mundial, y a un ajedrez que es bastante bueno pero sin imaginación.

En 1768, el relojero suizo Pierre Jacquet-Droz, con la ayuda de su hijos, terminó, después de cuatro años de trabajo, un autómata al que se conoce como «El Escriba». Al escriba, cuyo nombre es Charles, se le puede equipar para escribir cualquier mensaje con un máximo de 40

caracteres, lo que hace de él una de las primeras máquinas programables. Se mueve de forma realista, parando de vez en cuando para mojar la pluma en el tintero y sacudir cualquier exceso de tinta. Su pluma se desplaza a una nueva línea cuando es necesario y su cabeza y sus ojos siguen lo que está escrito en la hoja. Se necesitan seis horas de laborioso trabajo para cambiar el mensaje escrito por la máquina, que es tan sensible que los cambios en algún grado de la temperatura pueden causar errores ortográficos en sus transcripciones. Los tres Jacquet-Droz crearon otros dos aparatos: «Henry, el dibujante» y «Marianne, la músico». El primero podía dibujar cuatro bosquejos a lápiz y soplabla el carboncillo que quedaba en la hoja al terminar el dibujo. En cuanto a Marianne, exhibía una cierta personalidad, expresada en algunas gracias de la sociedad de la época mientras tocaba el piano con sus diez dedos (7).

### Robota

La afición por los autómatas fue en aumento a medida que fueron transcurriendo los años. En el siglo XIX, Charles Babbage y Ada Lovelace consideraron la posibilidad de construir una máquina del tres en raya con el fin de ganar dinero para financiar la construcción de su proyecto de la máquina analítica (8). Ya entrado el siglo XX, el español Torres Quevedo construyó

en 1912 un autómata para jugar el final de ajedrez de rey y torre contra rey. En 1929 se presentó en Francia el «Philidog», que seguía el rayo luminoso de una linterna y ladraba si la intensidad luminosa era excesiva (9). En 1917, el escritor checo Karel Capek publicó la obra «RUR», que dio lugar al término robot. La palabra checa «robota» significa servidumbre o trabajador forzado, y cuando la novela de Capek fue traducida al inglés se convirtió en robot. Entre los escritores de ciencia ficción de nuestro siglo, Isaac Asimov ha contribuido con varias narraciones relativas a robots, comenzando en 1939, y a él se atribuye el acuñamiento del término «robótica» (10). En la actualidad, estos términos poseen un significado claro y distintivo dentro del campo de la inteligencia artificial moderna, y serán analizados con más detalle en páginas posteriores de este trabajo.

La segunda línea apuntada, la correspondiente a la información y automatización del razonamiento lógico matemático, fue iniciada, como disciplina con cuerpo propio, por los griegos, concretamente Aristóteles con sus tratados de lógica. Continuada por el mallorquín Raimundo Lulio y su «Ars Magna». El filósofo racionalista Leibniz buscó un álgebra universal que permitiera deducir todas las verdades, y en caso de discrepancias entre dos filósofos aplicar ésta para llegar al consenso. A este método le denominó «calculus ratiocinator». Leibniz es en realidad el fundador de la lógica simbólica, a la que concibió como un sistema de reglas que permitieran representar las ideas de un modo exacto. La condición previa para realizar ese cálculo era la construcción de un lenguaje artificial, «characteristica universalis», que refleje los contenidos ideológicos de un modo perfecto y sin ambigüedades (11).

Al llegar el siglo XIX, los matemáticos sienten la necesidad de



abandonar la institución como fundamento de su ciencia y buscar para su razonamiento bases más sólidas. La aparición de las paradojas lleva al desarrollo de los sistemas formales y la lógica matemática. Las escuelas de Russell o de Hilbert reducen el razonamiento a la manipulación abstracta de cadenas de símbolos (12). En 1854, el inglés George Boole publicó «Laws of Thought», en donde, independientemente de Leibniz, descubrió, formuló y desarrolló las leyes de un álgebra del pensamiento, que presentan el mismo rigor de cálculo que las leyes del álgebra matemática. Por su parte, el alemán Gottlob Frege publicó en 1879 una obra titulada «Begriffsschrift», en la que consigue la construcción de un cálculo lógico perfecto, con una escritura artificial original, que permite la formulación completa de la lógica deductiva elemental. Boole y Frege son los padres de la lógica simbólica o matemática (13).

### El ábaco

Dentro de esta segunda línea cabe destacar el esfuerzo de muchos investigadores por construir y desarrollar instrumentos automáticos de cálculo. El procedimiento automático de cálculo más antiguo que ha llegado a nuestros días ha sido el ábaco, perfeccionado por los chinos en el siglo XIII. Un siglo más tarde, el español Ramón Llull inventa una máquina a base de círculos concéntricos para el manejo de silogismos lógicos. En 1519, Leonardo Da Vinci diseñó una máquina que servía para contar y disponía de un mecanismo de acarreo, pero que no llegó a construir. Descendiente directo del diseño de Da Vinci fue la famosa pascalina, obra de Blaise Pascal, quien a la edad de 19 años construyó la máquina sumadora que lleva su nombre. La pascalina dispone de acarreo automático, y en 1645 se

le incorporó la resta por el método del complemento. Retomando las ideas de Pascal, Leibniz construyó en 1671 una calculadora universal capaz de realizar las cuatro operaciones elementales. El invento de Leibniz (14) se basaba en un tambor cilíndrico con nueve dientes de longitud variable que le permite la multiplicación como operación directa y que posteriormente se conocería con el nombre de rueda escalonada de Leibniz. En el siglo XIX se construye simultáneamente por Joseph M. Jacquard y Vancanson el telar de tapices controlado por tarjetas perforadas (15).

### Máquina analítica

Pronto se planteó la cuestión de que era precisa la construcción de una máquina capaz de encadenar automáticamente todas las operaciones y cálculos necesarios para la resolución de un problema completo. El diseño de tal instrumento vendría en 1832 de la mano del matemático inglés Charles Babbage, quien en 1812 había diseñado la máquina de diferencias, capaz de tabular logaritmos y funciones de segundo grado con ocho cifras a base de un mecanismo de relojería (16).

Babbage diseñó la «máquina analítica», una máquina de uso general capaz de resolver, en teoría, cualquier tipo de problema. Aunque posteriormente se demostró que el concepto de la máquina analítica era completamente sólido, la máquina nunca llegó

a ver la luz. En parte, porque Babbage estaba modificando su diseño constantemente, y en parte, por la extrema precisión que se exigía a sus engranajes y dientes de rueda para poder manejar sus cómputos. Babbage adiestró a algunos de los mejores maquinistas de la época, pero incluso sus formidables talentos fueron insuficientes para producir los componentes con la precisión necesaria (17). El esquema básico de la máquina analítica se asemeja al de cualquier ordenador electrónico de nuestros días, contando entre sus componentes con un dispositivo de almacenamiento volátil, unidad aritmético-lógica, unidad de control y dispositivos de entrada/salida (18).

### Electric Numerical Integrator and Calculator

En 1920, Torres Quevedo exhibe en París una calculadora digital a base de relés y gobernada a distancia por una máquina de escribir con contactos eléctricos en sus teclas y con memoria electromecánica. Cuatro años después se funda en Estados Unidos la compañía International Business Machines (IBM), la cual financiará en 1944 la construcción del Mark I, proyecto de un estudiante de licenciatura de la Universidad de Harvard, Howard Aiken (19). Mark I fue el precursor directo de ENIAC (Electric Numerical Integrator and Calculator), el primer «cerebro electrónico» (según la prensa) de uso general y primer ordenador completamente electrónico. ENIAC fue construido en 1946 en la Moore School of Engineering de Filadelfia (Pennsylvania) por John Eckert y John W. Mauchly, bajo encargo del Departamento de Defensa (20). Había sido concebida como máquina de propósito general, pero la motivación principal del ejército era el cálculo de complejas tablas balísticas.



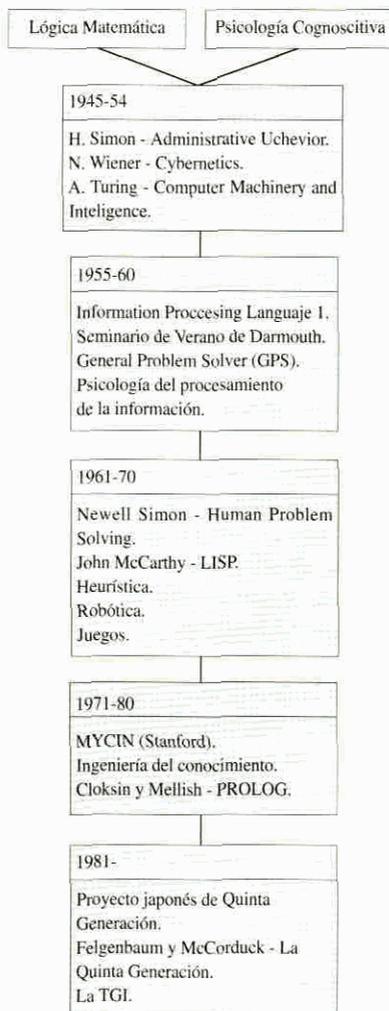
ENIAC fue utilizada extensivamente por los militares norteamericanos hasta 1955, año en que fue donada al Smithsonian Museum (21).

Para establecer el origen de la inteligencia artificial como disciplina científica hay que indicar que tras los avances en la técnica experimentados en el siglo XIX y principios del XX, surge a mediados de los años treinta la pregunta básica de «¿puede una máquina pensar?», propuesta por el inglés Allan M. Turing (1912-1954). Turing publicó en 1950 «Computer Machinery and Intelligence», donde propone un test para determinar si una máquina puede o no pensar, o bien si una máquina es inteligente. El test de Turing consistía en situar detrás de una cortina a un humano y una máquina, ambos comunicados con un interrogador. El interrogador haría preguntas a los dos, y si finalizada la sesión no era capaz de distinguir cuál era la persona y cuál la máquina habrá que admitir la existencia de inteligencia al otro lado de la cortina. Visto de esta forma, es muy difícil pensar que un ordenador actual sea capaz de superar la prueba. Sin embargo, si se imponen ciertas restricciones la cosa cambia. Limitando el ámbito de la conversación a un tema muy concreto y admitiendo que la dinámica de la conversación se pueda desarrollar en términos de simples preguntas y respuestas, sin plantear juicios de valor o comentarios generales (22). Bajo estas condiciones, hasta el más pequeño ordenador doméstico puede actualmente superar el test de Turing (McAllister, 1990) (23).

### La cibernética

Una de las teorías que más han influido en el nacimiento de la inteligencia artificial como disciplina con cuerpo propio ha sido la cibernética. Junto con el desarrollo de la lógica simbólica, la psicología cognoscitiva y la teo-

## CRONOLOGIA DE LA INVESTIGACION EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL



ría de la información de Shannon, la cibernética de Norbert Wiener ha constituido el punto de partida de las teorías sobre la inteligencia artificial de Turing, Simon y Newell (24).

La cibernética nace en los años cuarenta como un estudio sobre las cuestiones del control y la comunicación, concretamente la comunicación entre el hombre y la máquina, y del estudio fisiológico del comportamiento animal. Los promotores de esta teoría la definen como el estudio de la materia referente al control y la teoría de la comunicación, bien sea en el animal como en la máquina. La cibernética parte de la idea de sistema. Los sistemas son comprensibles según la idea de una máquina (25). Así, la cibernética es la primera teoría que estudia a la máquina como una entidad propia, capaz de comunicarse consigo misma o con el exterior.

La cibernética, junto con la psicología cognoscitiva y la lógica simbólica, constituyen las influencias últimas dentro de nuestro siglo que harán posible el nacimiento de la inteligencia artificial como línea de investigación con cuerpo propio. La obra de Turing supuso el punto de partida, que vendría seguido por la publicación a comienzos de los años sesenta de «Numerical Problem Solving», de A. Newell y H. Simon (26). Ahora examinaremos los acontecimientos más relevantes en la historia de la inteligencia artificial.

### La lógica teórica

En el verano de 1956 tuvo lugar una conferencia en Dartmouth sobre inteligencia artificial, organizada por Marvin Minsky, John McCarthy y Claude Shannon. La conferencia fue patrocinada por la Fundación Rockefeller y reunió a todos los que trabajaban en el recién estrenado campo de la inteligencia artificial. Se discutió la lógica teórica, desarrollada por



los autores citados. La lógica teórica fue considerada como el primer programa de inteligencia artificial y usada para resolver problemas de búsqueda heurística, junto con los principios matemáticos de Whitehead y Rusell. La conferencia de Dartmouth acuñó la expresión «inteligencia artificial», y predijo que al cabo de 25 años los ordenadores harían todo el trabajo de los hombres (27).

Los fundadores de la inteligencia artificial fueron demasiado optimistas con respecto al futuro de su disciplina. En un artículo publicado en el «Science Journal», Marvin Minsky hacía la siguiente predicción: «Actualmente, las máquinas resuelven problemas de acuerdo con los principios que hemos establecido en ellas. Dentro de poco quizá aprendamos a ponerlas a trabajar en el problema específico de mejorar su capacidad de resolver problemas. Una vez traspasado cierto umbral, esto nos llevaría a una espiral de aceleración y sería difícil perfeccionar un regulador fiable para refrenarlo» (Minsky, 1968). Un año después de la conferencia de Dartmouth, Simon estaba convencido que un ordenador era capaz de hacer cualquier cosa que haga una persona, sólo que mejor. Poco después, formuló, junto con Newell, la predicción de que un ordenador sería campeón mundial de ajedrez y habría demostrado algún teorema importante de las matemáticas. Ninguna de las predicciones de aquel momento se ha cumplido todavía (28).

### Information Processing Lenguaje

Al mismo tiempo que se desarrollaban las teorías sobre la inteligencia artificial, fue haciéndose patente la necesidad de diseñar nuevos lenguajes de programación que hicieran posible la representación del razonamiento.

Los lenguajes procedimentales de los años cincuenta (Fortran) estaban pensados para su utilización en el cálculo numérico. Para representar conocimientos y reglas de razonamiento eran necesarios lenguajes capaces de tratar con sus variables a modo de símbolos, independientemente del valor que éstas fueran a tomar. El primer lenguaje de inteligencia artificial fue desarrollado en 1956 por Newell, Shaw y Simon, que recibió el nombre de Information Processing Language - I (IPL - I). También a mediados de los años cincuenta, John McCarthy y, posteriormente, el MIT, comenzaron a desarrollar el LISP (List Processing). El LISP es en la actualidad uno de los lenguajes más populares en la investigación de inteligencia artificial, y también el que más modificaciones y adaptaciones ha sufrido, dando lugar a cerca de un millar de dialectos diferentes, entre los cuales el más extendido tal vez sea el Common Lisp (29).

La historia de la inteligencia artificial puede dividirse en cuatro décadas (Forsyth, 1986), que son: años cincuenta, redes neuronales; años sesenta, búsqueda heurística; años setenta, sistemas expertos, y años ochenta, aprendizaje de las máquinas. En 1943, S. Warren, McCulloch y Walter Pitts trabajaron con redes neuronales. Estas consistían en el estudio de modelos que siguen la arquitectura del cerebro humano con el fin de conseguir con ello la realización de las tareas propias del cerebro de una forma artificial, im-

cluyendo la inteligencia. La semejanza entre el cerebro y un ordenador es puramente anecdótica. Cada neurona del cerebro funciona igual que un procesador binario muy sencillo, que toma como salida los valores 0 ó 1, dependiendo de las señales que le lleguen de otras neuronas. Cada uno de estos procesadores binarios puede estar activo o inactivo, dependiendo del proceso que se esté realizando. En 1957, Frank Roseblett, de la Universidad de Cornell, construyó el perceptron basándose en esta filosofía. El perceptron debía ser capaz de simular la visión humana. En 1959, Minsky y Papert pusieron de manifiesto que máquinas como el perceptron, dado el nivel de complejidad que requería su construcción, sólo eran aplicables a problemas muy sencillos (30).

Uno de los más estrepitosos fracasos de los orígenes de la inteligencia artificial fue la traducción automática. Los intentos de traducir textos de un idioma a otro por medio de máquinas se remontan, al menos, al memorándum que W. Weaver distribuyó en 1949. Durante la década de los cincuenta se celebraron congresos y proliferaron los grupos de investigación. En 1954, uno de estos grupos afirmaba haber creado un programa que traducía del ruso al inglés. Pero los resultados de estos proyectos fueron bastante desastrosos. El informe ALPAC de 1966 persuadió a la Administración norteamericana para que dejara de financiar los proyectos de traducción automática (31).

Quizá una de las razones más importantes de los fracasos de la inteligencia artificial en sus principios hayan sido las magnitudes de los objetivos a alcanzar por los primeros proyectos. Cuando, en 1957, Newell y Simon comenzaron a desarrollar el Resolvente de Problemas Generales (GPS), pecaron de un exceso de optimismo. Por medio del GPS se pretendía construir sistemas capaces



de manipular expresiones matemáticas simbólicas para tratar con axiomas y demostrar teoremas siempre en clave de lógica matemática. Su interés era hallar una forma de formalizar de una manera precisa unos mecanismos generales para la resolución de problemas. La aportación más importante de estos pioneros fue hacer ver, a través de la experiencia de su fracaso, que la inteligencia artificial ha de empezar por lo muy particular e ir generalizándose paulatinamente, justo al contrario de lo que ellos pretendían (32).

### Máquina pensante

Pero no todo fueron fracasos. Newell, Shaw y Simon desarrollaron la lógica teórica ya comentada; y en 1959, Gelertner escribió un programa para resolver problemas de geometría elemental. Slage comenzaba en el MIT la automatización de la integración simbólica con un programa que denominó SAINT. Hacia 1959, y después de años de experimentación, Arthur Samuel completó un programa de ordenador verificador de juegos en un trabajo titulado «Estudios en Máquinas de Aprendizaje Usando el Juego del Ajedrez», publicado en el «IBM Journal of Research and Development». En 1960, los investigadores del MIT comienzan un proyecto sobre IA bajo la dirección de John McCarthy y Marvin Minsky. El resultado más espectacular de este período fue el programa de Samuel para jugar a las damas, que se presentó en 1961 y que era capaz de tener en cuenta sus errores y aciertos pasados y tenerlos en cuenta en una partida posterior (33).

Por supuesto, no todo el mundo era optimista con respecto a la idea de la «máquina pensante». J.R. Lucas planteó una objeción bastante sensata: «Si el teorema de Gödel afirma que existen proposiciones formalmente inde-

mostrables en aritmética, ¿cómo puede pretenderse que una máquina, que es una materialización de un sistema formal, iguale el funcionamiento de la mente humana, capaz de ver que la fórmula de Gödel es verdadera?» (Lucas, 1961) (34). Anterior a la objeción de Lucas fue la obra del doctor Hubert Dreyfus titulada «Lo que los ordenadores no pueden hacer», que abre con un resumen de alguno de los fracasos más estrepitosos de los investigadores de inteligencia artificial. Dreyfus sospechaba especialmente de las pretensiones autosuficientes y formuló una curiosa ley según la cual el valor de un programa suele ser inversamente proporcional a las promesas y publicidad de su programador (35).

Tales habían sido las expectativas levantadas por la inteligencia artificial y tantos sus fracasos, que el desánimo sucedió al optimismo inicial. El mundo exterior se desentendió de los trabajos de investigación y la financiación de muchos proyectos se volvió problemática. No obstante, la inteligencia artificial se fue consolidando y, aprendiendo de sus fracasos, buscó nuevos enfoques para los viejos problemas. Bajo la dirección de E.A. Feigenbaum y J. Feldman se publicó en 1963 la colección de ordenadores y razonamiento, en la que aparece el artículo de Marvin Minsky «Pasos hacia la IA». En el año 1964 se publicó la tesis doctoral de D.G. Bobrow sobre su sistema STUDENT, que es un programa de lenguaje natural que com-

prende y resuelve problemas elevados de álgebra (36).

La Universidad de Standford comenzó a investigar (1965) sobre sistemas expertos con su Proyecto de Programación Heurística (HPP), dentro de los Laboratorios del Departamento de Ciencia de Ordenadores de dicha Universidad. Actualmente, el HPP pertenece al Laboratorio de Sistemas de Conocimiento. En este año se comienzan los trabajos de investigación sobre el primer sistema experto: DENDRAL, desarrollado por un grupo en el que estaban J. Lenderberg, E.A. Feigenbaum, B.G. Buchanan y otros. DENDRAL soluciona un problema de ingeniería química en tres fases. En primer lugar, el programa infiere cualquier posible restricción sobre la solución, basándose en el conocimiento que él posee en su base de datos. A continuación permite a los usuarios añadir cualquier posible restricción y, finalmente, genera y comprueba una lista de soluciones posibles que imprime en orden de preferencia (37).

### ELIZA

En el año 1966 se publica en «Comunicaciones de la Asociación para Máquinas Calculadoras», un programa para el estudio de la comunicación hombre-máquina mediante lenguaje natural interactivo. Se trata del ELIZA, de Joseph Weitzenbaum, del MIT. Weitzenbaum describe en su libro «Computer Power and Human Reason» cómo fue escrito el programa

ELIZA y las aplicaciones para las que se diseñó. El programa puede conversar acerca de cualquier tema respondiendo al principio con una serie de frases escogidas al azar entre las de un repertorio contenido en una tabla interna y, posteriormente, escogiendo palabras de entre las propuestas por el usuario. Dichas respuestas son examinadas para saber si en ellas



aparecen ciertas frases o palabras clave. El programa se desarrolló originalmente para demostrar la dificultad que existe al intentar comunicarse con un ordenador en lenguaje natural; Weizenbaum manifestó que la comunicación entre humanos era, como mucho, un asunto impreciso en el que nadie puede estar absolutamente seguro del significado exacto que otras personas pueden asociar a una palabra o frase. Para su sorpresa y posible decepción, fue llevada a cabo una ampliación del programa, que recibió el nombre de DOCTOR. Este programa era una sátira de una escuela de psicoterapia llamada «psicoterapia rogeriana». Según opinión del propio Weizenbaum, tanto ELIZA como el DOCTOR no eran más que un montón de trucos estúpidos sin capacidad de remedar ni remotamente la inteligencia humana. Pero DOCTOR rápidamente se difundió por el campus del MIT, cautivando tanto a los alumnos como a profesores, quienes llegaron en algunos casos a pensar que estaban hablando con un auténtico psicólogo. Esto sorprendió y alarmó a su creador, pero la aparente complacencia e incluso ansia de la comunidad psiquiátrica por usar su programa en el tratamiento de pacientes con trastornos mentales lo dejó aún más asustado. En su obra, Weizenbaum propone que temas como la psiquiatría o la justicia criminal, por su contenido humanístico, nunca deberían ser entregados a los ordenadores, aun en el caso de que éstos fueran realmente eficientes en estas cuestiones (38).

### Inteligencia artificial

En el año 1969 tuvo lugar el Primer Congreso Internacional de Inteligencia Artificial, a partir de este momento se produce la «institucionalización» de la comunidad científica que trabaja en inteligencia artificial, reuniendo a

investigadores de todas las especialidades relacionadas con esta disciplina. Consecuencia inmediata de ello fue la aparición del primer número de la revista «Artificial Intelligence» en 1970, que desde entonces publica trabajos de las más destacadas investigaciones en curso. De esta misma época es el programa SHRDLU, de Terry Winograd, que era una parte de un proyecto de comprensión del lenguaje natural capaz de comprender y ejecutar órdenes acerca de un «mundo de bloques». Ello era posible gracias a que el programa tenía todos los conocimientos necesarios acerca de su simplificado mundo (39).

La década de los setenta se caracteriza, en el campo de la inteligencia artificial, por el desarrollo de los sistemas expertos. En 1976, E. Shortcliffe, de la Universidad de Standford, publica el programa MYCIN. Se trata de un sistema experto que diagnostica enfermedades infecciosas de la sangre. En pocas palabras, un sistema experto es un programa que produce un resultado basándose en las manifestaciones de un usuario, los hechos memorizados en una base de datos y las reglas de inferencia que posee. Además, un sistema experto debe ser capaz de explicar su razonamiento al usuario y aprender de su propia experiencia. El motor de inferencias de MYCIN, llamado EMYCIN, se ha aplicado en una gran variedad de campos. Con los sistemas expertos surge la ingeniería del conocimiento, como

un conjunto de técnicas y herramientas para la representación, recolección y empleo del conocimiento experto en un campo dado (40).

En 1970, el proyecto de inteligencia artificial del MIT se transforma en laboratorio de inteligencia artificial del mismo bajo la dirección de Minsky y Papert. Los trabajos de investigación hasta 1973 tuvieron como herramientas básicas los conceptos de tiempo compartido en ordenadores y procesamiento de palabra. Paralelamente, en la Universidad de Pittsburgh, J.D. Myers y H.E. Pople empiezan a trabajar en el sistema INTERNIST, para ayudar a los médicos en el diagnóstico de enfermedades. Entre 1971 y 1976, la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados para la Defensa de los Estados Unidos (DARPA) financió varios proyectos de investigación relacionados con la comprensión de lenguaje e imagen (41).

### La robótica

Otro de los campos de la inteligencia artificial que experimentó un rápido crecimiento en la década de los setenta fue la robótica. La primera instalación de un robot fue hecha en 1961 en la Ford Motor Company para descarga de una máquina de fundición en troquel. En 1968 se desarrolló un robot móvil en el Instituto de Investigaciones de Standford (SRI) llamado SHAKEY.

Estaba provisto de una diversidad de sensores, incluyendo una cámara de vídeo y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo. Los robots habían sido simples máquinas diseñadas para unas actividades prefijadas, hasta que en 1973 el SRI desarrolló el primer lenguaje de programación de robot para investigación con el nombre de WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974. Los dos lenguajes se de-



sarrollaron posteriormente en el lenguaje VAL comercial para Unimation Inc. por Victor Scheinman y Bruce Simano (42).

En 1975, Alain Colmerauer, de la Universidad de Marsella, define el lenguaje PROLOG de programación lógica, no por procedimientos. Un instrumento así libera al programador de la necesidad de especificar los procedimientos de resolución de un problema: sólo tenemos que enunciar los hechos y reglas conocidos y señalar las metas que queremos alcanzar. La aparición de los lenguajes declarativos fue un paso importante para la inteligencia artificial. Rápidamente, el PROLOG se convirtió en el lenguaje principal para la investigación en inteligencia artificial en Europa, rivalizando con el LISP en Estados Unidos. A finales de los años setenta comenzaron a aparecer diferentes versiones del PROLOG. Sin embargo, PROLOG cuenta con un estándar definido en el libro «Programming in Prolog», de W.F. Clocksin y C.S. Mellish (43).

Hacia 1976, D.B. Lenat escribe un programa llamado AM. Se trata de un programa típico de aprendizaje que define y evalúa conceptos matemáticos con teoría de conjuntos y números. También R. Davis publica su tesis doctoral, en la Universidad de Stanford, sobre un sistema que emplea metaniveles de conocimiento para entrar y actualizar bases de conocimientos usadas en sistemas expertos. Dos años más tarde, R.O. Duda publica un sistema experto en explotaciones geológicas llamado PROSPECTOR, que descubrió un yacimiento de molibdeno (44).

Las instituciones, gobiernos y empresas percibieron los adelantos que había realizado la inteligencia artificial en los años setenta. Las empresas y organizaciones se vieron seducidas por las posibilidades que los sistemas expertos y la ingeniería del conocimiento tenían para

<b>Década</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tema principal de investigación</b>
1950-60	La edad oscura	Redes neuronales
1960-70	La edad de la razón	Lógica automática
1970-80	El movimiento romántico	Ingeniería del conocimiento
1980-90	La ilustración	Aprendizaje automático
1990-	El renacimiento gótico	Redes neuronales

aumentar su eficiencia. Por todo ello, la inteligencia artificial volvió a ser tema de moda, y el impulso definitivo vino de Japón. En 1979, el Ministerio de Industria y Comercio Internacional de Japón decidió desarrollar una nueva generación de ordenadores que cumpliera las necesidades previsibles para la década de los noventa. En 1981 se publicó un informe aprobando el Gobierno japonés los créditos presupuestarios para lo que se llamó el proyecto de la Quinta Generación de Ordenadores. Un año más tarde se lanza oficialmente en Tokio el ICOT, Instituto Japonés para Generación de Nuevas Tecnologías de Cálculo. Paralelamente, se crea en Estados Unidos la Corporación Tecnológica de Microelectrónica y Microordenadores (MCC), para responder al programa japonés de Quinta Generación. También Gran Bretaña pone en marcha el programa Alvey de Tecnología Avanzada de la Información, para realizar investigaciones sobre ordenadores de la Quinta Generación (45).

En la Tabla 1 se puede ver el resu-

men de la evolución histórica de la inteligencia artificial en los últimos 40 años.

Siguiendo a Lasala (46), el conocimiento de las investigaciones en el campo de la inteligencia artificial tuvo por objetivo principal la imitación del comportamiento del cerebro humano a través de las redes neuronales, aunque se produjo un abandono de dicha tendencia a causa de dos factores básicos, tales como que la tecnología informática en aquel momento no estaba lo suficientemente desarrollada para poder implementar las redes neuronales y, por otro lado, la estructura y funcionamiento del cerebro se conocían de forma limitada e imperfecta.

La inteligencia artificial continuó su desarrollo por la línea de diversos intentos de resolución de problemas humanos referentes al almacenamiento, comparación y manipulación de símbolos, tratando a hombres y máquinas como «procesadores de información que utilizan la lógica como mecanismo de razonamiento».

En esta línea, puede afirmarse que los resultados obtenidos no fueron espectaculares, lo que condujo a los investigadores a abandonar el objetivo prioritario de la solución general de problemas. A partir de la observación que los expertos humanos presentan un dominio de experiencia altamente restringido, se comenzó a desarrollar sistemas que incorporaran «comportamientos inteligentes» en dominios muy limita-



dos; a raíz de esta nueva tendencia, tuvo lugar un notable desarrollo de sistemas expertos en diferentes campos: geología, química, medicina, economía, etcétera.

Como consecuencia de esta situación comenzó la investigación relativa a cómo hacer que esos sistemas, que mostraban «inteligencia» en su comportamiento, fuesen, además, capaces de aprender.

Recientemente, los avances tecnológicos en informática, así como la profundización conseguida en el conocimiento del cerebro, han tenido como consecuencia el resurgimiento de las redes neuronales en los laboratorios de investigación sobre inteligencia artificial en todo el mundo.

En definitiva, puede afirmarse que los intereses de la inteligencia artificial, en sus distintos aspectos, son:

**Estudios teóricos:** aprendizaje automático y modelos de aprendizaje en redes neuronales.

**Aplicaciones:** sistemas expertos.

**Productos comerciales:** Expert Systems Shells; o sea, eliminar de un sistema experto ya desarrollado el conocimiento específico añadiéndole un editor de bases de conocimientos.

### Quinta Generación

Hay que constatar que en 1992 terminó el proyecto japonés de Quinta Generación, cuyos objetivos no llegaron a alcanzarse en su totalidad: traducción automática sin restricciones, comprensión de lenguajes naturales, reconocimiento de imágenes, etcétera.

En la actualidad se ha presentado ya el proyecto de Sexta Generación. Este proyecto conlleva tanto en psicología, fisiología como en lingüística y lógica, para conseguir sus principales objetivos: traducción automática, sistemas expertos de tiempo real, robots autónomos inteligentes y

razonamiento analógico y cualitativo, con lo que, en definitiva, empieza a parecer una realidad el que la informá-

tica sea la ciencia del tratamiento automático, no sólo de la información, sino también del conocimiento. ■

### BIBLIOGRAFIA

1. Varios: «Inteligencia Artificial. Conceptos, Técnicas y Aplicaciones». Ed. Marcombo, 1987.
2. Sagan, C.: «Cosmos». Ed. Planeta, 1982.
3. Varios: Op. cit.
4. Logsdon, T.: «The Robot Revolution». Ed. Simon & Schuster, 1984.
5. Logsdon, T.: Ibídem.
6. Logsdon, T.: Ibídem.
7. Logsdon, T.: Ibídem.
8. Logsdon, T.: Ibídem.
9. Varios: Op. cit.
10. Groover, M.P.; Weis, M.; Nagel, R.N., y Odrey: «Tecnología, Programación y Aplicaciones». Ed. McGraw-Hill.
11. Garrido M.: «Lógica Simbólica». E. Tecnos, 1983.
12. Varios: Op. cit.
13. Garrido M.: Op. cit.
14. Guilera Agüera, L.: «Introducción a la Informática». Ed. Edunsa, 1988.
15. Varios: Op. cit.
16. Guilera Agüera, L.: Op. cit.
17. Logsdon, T.: Op. cit.
18. Guilera Agüera, L.: Op. cit.
19. Guilera Agüera, L.: Ibídem.
20. Logsdon, T.: Op. cit.
21. Guilera Agüera, L.: Op. cit.
22. Martínez, A.: «Inteligencia Artificial. La Gran Guía». E. Jackson, 1991.
23. McAllister, J.: «Inteligencia Artificial y Prolog en Microordenadores». E. Marcombo.
24. Varios, Siemens Nixdorf: «Sistemas Expertos». Ed. Marcombo, 1988.
25. Wiener, N.: «Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine». Ed. MIT Press, 1984.
26. Varios, Siemens Nixdorf: Op. cit.
27. Varios: Op. cit.
28. Logsdon, T.: Op. cit.
29. Varios: Op. cit.
30. Forsyth, R., y Naylor, C.: «The Hitch Hicker's Guide to Artificial Intelligence». Ed. Chapman and Hall Ltd., 1986.
31. Varios: Op. cit.
32. Martínez, A.: Op. cit.
33. Varios: Op. cit.
34. Varios: Ibídem.
35. Logsdon, T.: Op. cit.
36. Varios: Op. cit.
37. McAllister, J.: Ibídem.
38. McAllister, J.: Ibídem.
39. Varios: Op. cit.
40. McAllister: Op. cit.
41. McAllister: Op. cit.
42. Groover, M.P.; Weis, M.; Nagel, R.N., y Odrey, N.G.: Op. cit.
43. Robinson, P.R.: «Using Turbo Prolog». Ed. McGraw-Hill, 1987.
44. Varios: Op. cit.
45. Varios: Ibídem.
46. Lasala Calleja, Pilar: «Introducción a la Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos». Prensas Universitarias de Zaragoza, 1994.

