

**E**n los últimos años, la inteligencia artificial, cultivada durante décadas en unos pocos centros de investigación, está empezando a dar frutos de interés comercial. Frases como ésta, o con contenido similar, pueden leerse casi a diario en libros, informes, artículos o reportajes. Ahora bien, basta conocer un poco la evolución y el estado de las investigaciones sobre inteligencia artificial (en adelante, IA) y analizar esos "frutos" para concluir que aún hay una gran brecha entre el desarrollo teórico y los productos comerciales.

#### LA IA "DE LABORATORIO"

Durante los años 60, la mayor parte de los trabajos de investigación sobre IA se centraban en los algoritmos de búsqueda heurística y en



Gregorio Fernández Fernández. Ingeniero de Telecomunicación (E.T.S.I.T.M., 1969). *Ingenieur Automaticien* (Université Paul Sabatier, Toulouse, 1971). Doctor Ingeniero de Telecomunicación (E.T.S.I.T.M., 1975). Actualmente es Catedrático del Departamento de Ingeniería Telemática en la E.T.S.I.T.M., ocupándose de la docencia en Fundamentos de ordenadores, Ingeniería de Sistemas e Ingeniería del Conocimiento, y dirigiendo varios proyectos de investigación sobre inteligencia artificial y aplicaciones médicas, financieras y administrativas.

# Inteligencia artificial

Texto: Gregorio Fernández

la concepción de sistemas resolutores de problemas de interés puramente teórico y académico (demostración de teoremas, juegos, problemas lógicos, etc.). Algunas líneas con posibilidades de aplicación práctica inmediata, como la traducción automática entre lenguajes naturales, se abandonaron pronto al percibir la dificultad del problema. A mitad de los 70 comienzan a tomar cuerpo dos ideas clave que hoy dominan en toda la IA y que, aunque muy relacionadas, no son idénticas. Se trata del "paradigma del sistema experto" y del "paradigma del conocimiento".

El "paradigma del sistema experto" tiene una orientación funcional: en lugar de pensar en la resolución de problemas en general, analicemos lo que hace un experto humano cuando resuelve problemas en un área muy concreta y tratemos de emularlo o de ayudarlo. El sistema experto, además de proporcionar soluciones (o de ayudar a encontrarlas), deberá tener, para que sea verdaderamente útil, otras funciones que lo asemejen a un experto humano: capacidad para adquirir incrementalmente experiencia, y capacidad para conversar con los usuarios y explicarle sus líneas de razonamiento.

El "paradigma del conocimiento" procede de una observación aparentemente trivial: lo que diferencia a una persona que sabe resolver determinados problemas de otra que no sabe es, precisamente, ese "saber", o "conocimiento" sobre el tipo de problemas, por encima de sus capacidades deductivas generales. Por tanto, para construir sistemas artificiales capaces de abordar esos problemas hemos de caracterizar y expresar explícitamente el conocimiento. Ello conduce a una nueva concepción estructural en el diseño: separación entre el conocimiento codificado en la máquina ("base de conocimientos") y los

mecanismos deductivos ("motor de inferencias").

En principio, se trata de dos ideas diferentes, si bien sería prácticamente imposible diseñar un sistema experto sin la estructura de sistema basado en conocimiento.

Así, con estos nuevos enfoques generales, y con la experiencia de los primeros sistemas expertos (MYCIN, PROSPECTOR, etc.), en los últimos diez años se han reorientado las líneas de trabajo en IA:

- Ha surgido la "ingeniería del conocimiento", que engloba todo lo referente a representación (formalismos para codificar el conocimiento, incluyendo los aspectos de la imprecisión y la incertidumbre) y adquisición (transferencia de los conocimientos de los expertos humanos al formalismo de representación). Se ha comprobado que la adquisición de conocimiento es el mayor "cuello de botella" en el desarrollo de un sistema experto: es difícil disponer de personas expertas que puedan dedicar una parte importante de su tiempo para la construcción de la base de conocimientos. Ello ha revitalizado las investigaciones sobre los sistemas de aprendizaje, pensando en que sea la misma máquina la que, como hacen las personas, adquiera experiencia al interactuar con el entorno.

- Se ha prestado mayor atención al aspecto de la comunicación entre el sistema y los usuarios. La búsqueda de interfaces cada vez más "amigables" conduce al encuentro con otra rama tradicional de la IA: el procesamiento de lenguajes naturales.

- Tras un primer entusiasmo producido por el éxito de algunos sistemas que superan a los expertos humanos (y que, como en el caso de PROSPECTOR, con el que se descubrió un yacimiento de molibdeno, pueden tener repercusiones económicas importantes), los investigadores se sintie-

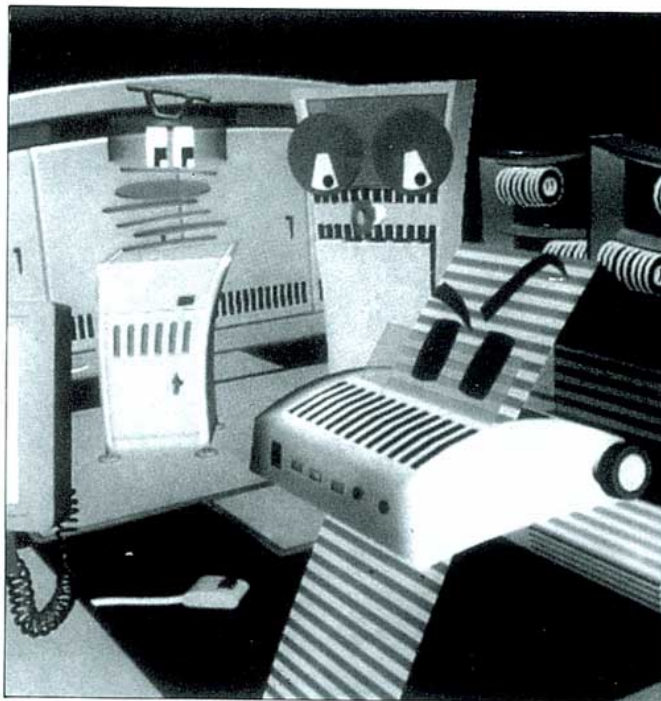


ron rápidamente defraudados por la "estrechez" de su conocimiento: los sistemas naufragaban estrepitosamente cuando se enfrentan a un problema imprevisto, por trivial que sea su desviación respecto a los casos normales. Por ello, un área que suscita actualmente gran interés es la naturaleza, la descripción y la formalización del conocimiento de "sentido común".

● Finalmente, cabe destacar en esta breve síntesis la aparición del lenguaje PROLOG, adoptado por muchos grupos como alternativa al lenguaje tradicional de la IA, el LISP.

#### LA IA "COMERCIAL"

Con cierto cinismo, alguien puede decir que el gran y espectacular logro de la IA ha consistido en atraer la atención de todo el mundo en muy poco tiempo. De lo que no cabe duda es de que hace diez años era difícil imaginar que pudiera interesar en el mundo empresarial como hoy lo hace. Recuerdo a este respecto (y espero que algún lector también) una charla sobre IA que tuve ocasión de dar en las Jornadas SATELEC, en la E.T.S.I.T.M., en el año 1976, y del animado y agradable coloquio. Todo lo que allí hablamos (búsqueda Heurística aplicada a problemas lógicos y juegos, sistemas de aprendizaje en general, especulaciones sobre la posibilidad de que las máquinas superaran al hombre...) era de un interés puramente académico. No podíamos imaginar que diez años después se contarán por cientos las empresas dedicadas al desarrollo de productos derivados de la IA. (Productos en todas las líneas tradicionales de la informática: en hardware, máquinas LISP, en software de sistemas, herramientas y entornos de desarrollo, en software de aplicaciones, sistemas expertos en áreas de conocimiento tan dispares como la configuración de



“  
Las ideas claras  
que dominan  
en la IA son el  
“paradigma  
del sistema  
experto” y el  
“paradigma del  
conocimiento”.

”

ordenadores, la legislación, las finanzas o la exploración geológica). También recuerdo de aquella charla una sugerencia mía que creo que se ha confirmado y que sigue siendo válida: que la IA es una especie de área de trabajo evanescente, en el sentido de que tan pronto se consolidan y resultan aplicables los sistemas deja de pensarse en ellos como “sistemas inteligentes”. Así, en los años 50, cuando aún no había aparecido el primer compilador de FORTRAN, los trabajos sobre definición y compilación de lenguajes de alto nivel podían considerarse como investigaciones sobre “programación automática”.

Esa sugerencia enlaza con la consideración hecha al principio sobre la brecha entre los trabajos teóricos y las aplicaciones prácticas. Porque si uno examina con detalle la estructura y los modos de funcionamiento internos de los sistemas que hoy están apareciendo como productos de IA se encuentra con unos esquemas de representación casi siempre muy sencillos, con algoritmos de búsqueda triviales, y,

desde luego, sin posibilidad de aprendizaje y sin un mínimo rastro de “sentido común”. Y, sin embargo, considerando externamente sus razonamientos y su forma de dialogar con el usuario, parece claro que son “más inteligentes” que los sistemas informáticos tradicionales. Como dice Marvin Minski, “en cierto sentido, los sistemas expertos han demostrado un hecho maravilloso que no conocíamos hace 25 años: si escribimos reglas “if-then” que cubran una variedad de situaciones y las ensamblamos adecuadamente, el sistema resultante puede resolver problemas que la gente considera difíciles. Es notable cómo mucho de lo que pensamos que requiere inteligencia puede hacerse compilando reglas de comportamiento superficiales. Muchas personas en este campo están sorprendidas por ello”. (1)

Hay incluso quien contribuye a propagar el rumor de que la IA es “un gran camelo”. Pero no puede negarse que los sistemas expertos resuelven problemas y satisfacen necesidades. Quizás lo correcto fuera reservar la etiqueta “IA” para los trabajos de investigación, y considerar que los productos comerciales que van apareciendo, cada vez más “inteligentes”, van engrosando el campo de la Informática. Obsérvese que en ciertos círculos (por ejemplo, en el programa ESPRIT) en lugar de “IA” se habla de “procesamiento avanzado de la información”, denominación que, en sí misma incluye la “evanescencia” a que nos referíamos antes: lo que hoy es “avanzado” mañana no lo será tanto.

#### PERSPECTIVAS

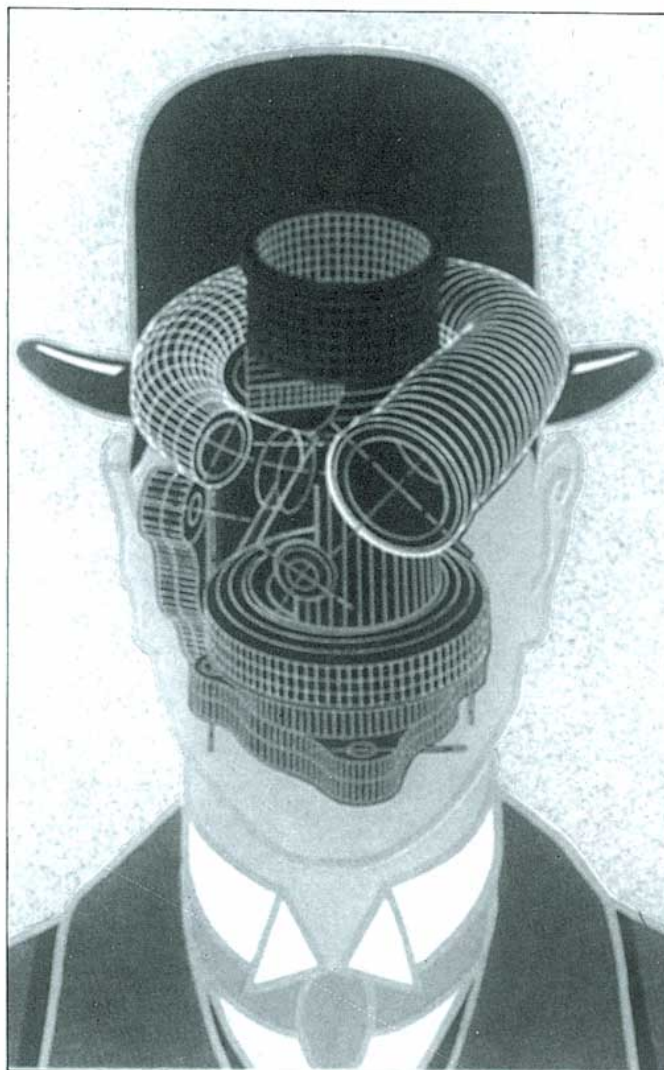
En este campo se sabe bien que profetizar es especialmente arriesgado: En la primera conferencia internacional de IA (Darmouth, 1956) se aventuró un plazo de pocas décadas para que las máquinas asumieran to-



do el trabajo físico e intelectual de los hombres. No obstante, cabe hacer algunas conjeturas plausibles para los próximos años:

Desde un punto de vista estrictamente técnico, la historia enseña que la transferencia de modelos de investigación a productos comerciales es más lenta de lo que a primera vista pudiera preverse. Parece clara, de todas formas, la tendencia a enriquecer con formalismos de representación del conocimiento más complejos los entornos para el desarrollo de aplicaciones, a la vez que se les dota de herramientas más potentes para la adquisición y depuración de conocimientos y de interfaces más elaboradas y próximas al lenguaje natural. Para desarrollar tales entornos es posible que, finalmente, se alcance una buena síntesis de la programación lógica y la funcional, soportada por nuevas arquitecturas de ordenadores en paralelo. Con estas arquitecturas podrán, además, implementarse eficazmente muchos conceptos e ideas que tienen ya cierta tradición teórica, como la búsqueda heurística, o los modelos de aprendizaje, que se adaptan mal a una ejecución secuencial. Parece inevitable una integración con las técnicas de bases de datos (otro cuello de botella actual en el desarrollo de muchos sistemas expertos) y de ingeniería del software. En el campo de la robótica (del que no hemos hablado antes porque de prácticamente ninguno de los robots industriales actuales puede decirse que sea inteligente) puede aparecer una nueva generación basada en el paradigma del conocimiento.

Socialmente, es de prever que la difusión de los sistemas derivados de la IA provoque cambios importantes en la organización del trabajo, la naturaleza de las profesiones y la estructura de las instituciones. Parece claro que la posibilidad de construir sistemas expertos hará desaparecer ciertas



“  
La tendencia  
es hacia  
los sistemas  
“consejeros”  
o “asesores”,  
más que  
“expertos”.

profesiones, pero, sobre todo, obligará a muchos profesionales a modificar su forma de trabajo. En efecto, la tendencia es hacia los sistemas “consejeros” o “asesores”, más que “expertos”. Ahora bien, todo esto forma parte de un debate bien conocido de los últimos años (“sociedad postindustrial”, “sociedad de información”, “sociedad basada en conocimiento”...).

Menos debatido es el asunto de las repercusiones psicológicas. Además, puede que ciertos comportamientos sociales tengan su origen en mutaciones psicológicas. Hay experiencias biológicas de laboratorio que sugieren la posibilidad

de tales mutaciones: mejoras en el sistema nervioso y en el comportamiento de animales criados en entornos enriquecidos. Pero a este respecto, creo que lo mejor es terminar citando a Herbert Simon, cuyas consideraciones, escritas hace 27 años, no han perdido, a mi parecer, actualidad:

“La capacidad de los ordenadores para imitar al hombre —y, por consiguiente, tanto para sustituirle como para proporcionar una teoría de las funciones mentales humanas— cambiará el concepto que el hombre tiene de su propia identidad como especie”.

“La definición de singularidad del hombre siempre ha formado el núcleo de sus sistemas cosmológico y ético. Con Copérnico y Galileo dejó de ser la especie situada en el centro del universo, acompañado del sol y las estrellas. Con Darwin, dejó de ser la especie creada y especialmente dotada por Dios de alma y razón. Con Freud, dejó de ser la especie cuyo comportamiento era potencialmente regido por la mente racional.”

“A medida que empezamos a producir mecanismos que piensan y aprenden, ha dejado de ser la única especie capaz de manipulación compleja, inteligente, de su entorno”.

“Tengo confianza en que el hombre encontrará, como ha hecho en el pasado, una nueva forma de describir su lugar en el universo, una forma que satisfaga sus necesidades de dignidad y con un fin. Pero será una forma tan diferente de la actual como la de Copérnico lo fue de la de Ptolomeo”. (2)

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

(1) M. Minski: “The problems and the promise”. En P.H. Winston y K.A. Prendergast (eds.): “The AI business”. M.I.T. Press, 1984.

(2) H. Simon: “The shape of automation”. Aparecido originalmente en 1960. Puede encontrarse traducción en Z.W. Pylyshyn: “Perspectivas de la revolución de los computadores”. Alianza, Madrid, 1975.