

Inteligencia artificial: Pasado, presente y futuro

S. Dormido y J.M. de la Cruz

1. Introducción

Imaginemos que estamos en el futuro. Un estudiante está en la biblioteca de su colegio buscando información para un proyecto de investigación. Afortunadamente tiene al lado un terminal de computador, pero desgraciadamente nunca ha tenido tiempo de aprender a usarlo.

Con cierto enojo y desconfianza teclea en el terminal: “¿Tienes alguna información sobre la industrialización en el siglo XIX?”.

Para su alivio, aparecen en la pantalla unas palabras que dicen: “Por supuesto, ¿qué necesitas saber?”.

El estudiante murmura en voz alta “lo que necesito saber es como influyó la invención del telar de Jacquard en las tendencias automatizadoras posteriores”. Para su sorpresa el computador le responde de viva voz: “¿quieres esta información estructurada como un informe, o prefieres mantener una conversación interactiva?”.

El estudiante opta por mantener una conversación interactiva y el computador le dirige a través de una sesión de preguntas y respuestas, hasta que el estudiante decide que tiene toda la información que necesita. Por último, el estudiante le explica al computador para que necesita los datos y éste le da su consejo sobre la forma más provechosa de utilizar la información dada.

Volvamos al presente. Por supuesto, no existe en la actualidad ningún computador con la capacidad de la maravillosa máquina de la historia anterior. Sin embargo, las semillas para que eso se pueda realizar existen ya en los laboratorios de investigación, y algunas de las tecnologías involucradas están convirtiéndose en realidades comerciales.

Los científicos que están investigando el potencial de estas nuevas tecnologías, están trabajando en varios campos muy diferenciados, pero dichos campos a menudo se agrupan bajo un nombre común: *Inteligencia Artificial (I.A.)*.

Pero, ¿*Qué es la Inteligencia Artificial?*? Resultaría fácil dar una explicación clara de la I.A. si se dispusiera de una definición concisa y aceptada de forma general. Desgraciadamente no existe acuerdo ni dentro del propio campo. No es inusual encontrar científicos que consideran que están trabajando en el campo de la I.A. y otros colegas suyos no lo crean así. Y a la inversa, existen científicos que trabajan en áreas que se consideran de forma “tradicional” como parte de la I.A., pero que ellos se

niegan a aplicar dicha etiqueta a su trabajo.

No obstante, puede resultar provechoso examinar algunas definiciones que se han sugerido para la I.A., ya que esto nos permitirá encontrar similitud entre ellas y captar la esencia de lo que es la I.A.

Definición 1

La I.A. es el estudio de como hacer computadores pare que realicen tareas, para las que hasta ahora, los hombres eran mejores

E. Reich. Artificial Intelligence

Implícita en la definición está la idea de que los computadores pueden hacer cosas mejor que nosotros, lo que todos sabemos que es así.

Algunas de las tareas que las máquinas pueden hacer mejor que las personas son:

Cálculo numérico

Si nos pidieran hacer una multiplicación complicada, por ejemplo 3.576 por 9.874, utilizaríamos una calculadora en lugar de hacer un cálculo mental.

Almacenamiento de la información

El computador de un Banco puede contener los nombres y las direcciones de miles de personas, junto con un registro de sus transacciones financieras. Una persona no podría retener todos esos datos. El computador no solamente puede retenerlos, sino que puede evocarlos con solo darle una orden.

Operaciones repetitivas

El computador del Banco hace el mismo tipo de operaciones miles de veces todos los días, sin cansarse, cosa más que probable que le ocurriría a una persona.

Las actividades que acabamos de enumerar son puramente mecánicas. Desde la revolución industrial la humanidad ha aceptado el hecho de que las máquinas pueden superar al hombre en actividades físicas puramente mecánicas. De forma similar, a partir de la realización del primer computador (últimos 40 años), hemos empezado a aceptar que las computadoras pueden superar al hombre en actividades *mentales de tipo mecánico*. Esta aceptación no daña nuestra autoestima, pues estamos seguros de que las personas podemos hacer muchas cosas mejor que los computadores.

¿Qué pueden hacer las personas mejor que las computadoras?

Las personas podemos ver nuestro entorno y procesar información sobre este; podemos entender y hacemos entender extrayendo significado de una serie de sonidos e imágenes. Utilizamos lo que se denomina *sentido común* para movernos por un mundo que parece a veces completamente ilógico. En definitiva, podemos decir que las personas sobrepasan a las computadoras en actividades que necesitan *inteligencia*.

Ahora bien, si las personas son más inteligentes que las computadoras, y según la definición anterior la I.A. trata que las computadoras superen a los hombres en las tareas en que éstos son mejores, entonces el objetivo de la I.A. es hacer a las computadoras más inteligentes. Esta es la base para una segunda definición de I.A.

Definición 2

La I.A. es la parte de la informática que trata del diseño de computadoras inteligentes, esto es, que exhiban las características que asociamos con la inteligencia en el comportamiento humano

A. Barr, E. Feigenbaum. The handbook of artificial intelligence

La definición anterior caracteriza la inteligencia en el computador como una emulación del comportamiento inteligente de los humanos. Pero ¿qué es la inteligencia en los humanos? Podríamos pasarnos días y días intentando encontrar una definición sobre ésta sin encontrar algo convincente para todos. No obstante, todos tenemos una idea de que actos humanos son inteligentes, por ejemplo:

—La *percepción* de una determinada situación, nos permite *encontrar similitudes* con otras situaciones ya *vividas (aprendidas)* en el pasado, y *sacar conclusiones* que *dirijan* nuestras acciones.

“Está lloviendo. Cogeré el paraguas y me pondré ropa apropiada o cogeré un resfriado”.

—La capacidad de *comprender* mensajes ambiguos o contradictorios y de reconocer *la importancia relativa* de los elementos de una situación.

“A pesar de lo que dice Juan, creo que le molestó que no le llamáramos para jugar el partido”.

Una característica de las habilidades que hemos expuesto, es que las personas las realizamos sin ningún esfuerzo. Justamente estas actividades que desarrollamos de forma natural son las más difíciles de simular en un computador. Por el contrario, si necesitamos una gran concentración para realizar los pasos precisos para producir un determinado resultado, no puede resultar muy difícil programar dichos pasos en un computador. Así, los matemáticos pueden describir con precisión los pasos necesarios para multiplicar dos números, y los contables pueden describir con precisión los procedimientos de la contabilidad. Estos son dos ejemplos de actividades que son difíciles para mucha gente, pero debido a que pueden describirse con mucho detalle son fáciles para las computadoras. Pero, ¿cómo describimos el proceso de entender lo

que oímos? ¿Cómo coordinamos la serie de movimientos musculares necesarios para, por ejemplo, coger un balón?

Esto nos lleva a una tercera definición de la I.A.

Definición 3

La I.A. es el estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computables

E. Charniak, D. McDermott. Introduction to A.I.

En esta definición el término *facultades mentales* no se debe de entender con el significado que se le suele dar cuando hablamos de alguien muy inteligente, que suele ir asociado a creatividad, imaginación o recursos, si no a un intento de crear las facultades mentales “de la gente corriente”, como son la visión, el lenguaje y el movimiento. Esto puede hacer pensar que la I.A. es una parte de la psicología, y aunque hay muchos cambios de ideas entre ambos campos, la mayoría de los científicos que trabajan en la I.A. lo sienten como algo diferente. De una parte, la I.A. trabaja con programas que modelan el comportamiento, mientras que los psicólogos se sienten más a gusto con las confirmaciones de tipo experimental; pero fundamentalmente la I.A. trata del comportamiento general asociado a la inteligencia y no se preocupa de ninguna forma particular de producir los resultados, y en particular, los métodos que utiliza puede que no sean exactamente aquéllos que utilizan las personas.

2. Historia de la I.A.

El objetivo último de la investigación en I.A., y del cual nos encontramos todavía muy lejos, es construir una persona, o más modestamente, un animal. Esta es una idea que viene arrastrando el hombre desde hace siglos. Nos podemos remontar a la Mitología Griega donde encontramos numerosos ejemplos.

Hephaestus, al parecer, esculpió estatuas humanas en su fragua, y Talos, una de sus creaciones, guardó y defendió a Creta.

Otro ejemplo es Pigmalión, el cual, desencantado con las mujeres humanas, construyó una mujer de mármol, Galatea, a la cual dio vida la diosa Afrodita.

Ya en la Europa Medieval, se atribuye al Papa Silvestre II la creación de una cabeza parlante que respondía “sí” o “no” a las preguntas que el Papa le hacía sobre el futuro.

También se atribuyó la creación por astrólogos árabes de una máquina que pensaba llamada la “zairja”, a la que respondió el mallorquín Raimundo Lulio con una adaptación cristiana.

A finales del siglo XVI se dice que el judío Checo Juda Ben Loew, esculpió un hombre de arcilla (José Golem) al que dio vida para que espiera a los gentiles de Praga.

Desgraciadamente, Golem se volvió muy agresivo y hubo que desmantelarlo.

Ya en nuestros días tenemos los ejemplos de HAL, la computadora de la obra de Arthur C. Clarke 2001. Este computador tenía las características que son actualmente objeto de investigación en la I.A. Hablaba y reconocía el lenguaje, y era capaz de tomar decisiones inteligentes. Había sido diseñado para ayudar a los humanos en el manejo de una nave espacial.

Tenemos también como ejemplos a los robots de la película La Guerra de las Galaxias, R2-D2 y C-3PO.

Las computadoras fueron utilizadas por primera vez por los americanos y los británicos durante la Segunda Guerra Mundial, para realizar tareas complejas de cálculos numéricos y de desciframiento de códigos, actividades que hasta entonces se había considerado que necesitaban de la inteligencia humana. Probablemente era inevitable que los científicos que trabajaban en las primeras computadoras se preguntaran cuán “inteligentes” podrían llegar a ser esas maravillas electrónicas.

Alan Turing fue un brillante matemático inglés, que trabajó durante la Segunda Guerra Mundial en el proyecto británico ULTRA, dirigido a descifrar el código alemán denominado ENIGMA. Como parte de su trabajo en dicho proyecto, Turing ayudó a diseñar una de las primeras computadoras que se han construido. En 1950 escribió un provocativo artículo titulado “Máquinas de cálculo e inteligencia” que le ha valido el ser considerado, casi de forma unánime, como el padre de la I.A. Turing comenzó su artículo con estas palabras “*Yo me propongo considerar la siguiente pregunta: ¿pueden pensar las máquinas?*”. En el artículo se propone una prueba en forma de juego para dilucidar la respuesta, y que hoy todo el mundo conoce como Test de Turing. El juego trataría de ver si en una conversación entre un hombre y una máquina se puede determinar quien es uno y quien el otro. Si el computador puede hacernos creer que se trata de un humano, algunos consideran que se podría afirmar que es inteligente.

Pero no era Turing el único que se ocupaba de estos temas; en ese mismo año Claude Shannon escribió un influyente artículo en la revista Scientific American, en el cual discutía por primera vez la posibilidad de utilizar un computador para jugar al ajedrez. Sin embargo, se da la fecha de 1956 como la del inicio de la I.A. tal como es conocida hoy en día. En ese año fue cuando tuvo lugar la denominada *Conferencia de Dartmouth*. La conferencia fue organizada por un joven profesor ayudante de matemáticas de la Universidad de Dartmouth, de nombre John McCarthy, con la ayuda de su amigo del M.I.T., Marvin Minsky. El objetivo que se proponían era “explorar la conjetura de que cualquier aspecto del aprendizaje o cualquier otro aspecto de la inteligencia puede ser, en principio, descrita de forma tan precisa que se puede hacer que una máquina lo simule”. El nombre de I.A., sugerido por McCarthy para designar a la nueva ciencia, quedó asociado firmemente con el nuevo área de investigación.

La conferencia es recordada fundamentalmente no por sus logros, sino porque en ella se encontraron por primera vez los cuatro hombres que serían los líderes de la I.A.

en los EE.UU. durante los siguientes veinte años. Estos hombres fueron los ya nombrados McCarthy y Minsky, mas Allen Newell y Herbert Simon. Estos dos últimos eran los más avanzados de todos los participantes, pues se presentaron en la conferencia con un programa de I.A. que funcionaba: el "Logic Theorist". El programa fue diseñado para probar teoremas del libro "Principia Mathematica" de B. Russell y A.N. Whitehead. Este ha sido posiblemente el primer programa que utilizó razonamiento heurístico.

Estos no fueron los únicos asistentes a la reunión pero si los que más influencia han tenido posteriormente. Minsky estableció un grupo de investigación en el M.I.T.; McCarthy uno en Stanford y Newell y Simon otro en la Universidad Carnegie-Mellon. Los tres centros más importantes de la I.A. en los EE.UU.

En los primeros años de la I.A., período que abarcaría hasta aproximadamente mediados de los años sesenta, se creía que unas pocas leyes de razonamiento junto con poderosas computadoras producirían máquinas con un comportamiento que imitaría la inteligencia humana. La experiencia demostró que con la limitada potencia de las estrategias para la solución de los problemas de propósito general era muy complicado resolver problemas complejos. Por ello, muchos investigadores comenzaron a trabajar en problemas de aplicación muy concretos. Algunos de estos subcampos son: visión, comprensión del lenguaje natural, reconocimiento del lenguaje hablado, robótica, demostración de teoremas, programación automática, aprendizaje y sistemas expertos.

3. Visión

Es una de las áreas más importantes de investigación de la I.A. Su objetivo es poder fijar cámaras de televisión a las computadoras de modo que estas puedan "ver" su entorno, esto es que les permita reconocer formas.

De los experimentos realizados en este sentido, se ha aprendido que para un procesamiento útil de datos de entrada complejos se requiere "comprensión", lo que a su vez requiere un amplio conocimiento básico de las cosas que se perciben. El proceso de percepción de una escena visual requiere que se realice un gran número de operaciones sobre la información recibida. En primer lugar la escena se codifica mediante sensores y se representa como una matriz de puntos cada uno de los cuales representa un valor de intensidad. Estos valores se procesan por detectores que buscan componentes primitivas del cuadro, tales como segmentos lineales, curvas, esquinas, etc. Posteriormente se tratan para inferir información acerca del carácter tridimensional de la escena en términos de superficies y sombras. El objetivo último de estas operaciones es representar la escena por un modelo apropiado. Este modelo podría consistir en una descripción de alto nivel como: "una manzana encima de una mesa". Este proceso es muy complicado, ya que pueden existir una enorme cantidad de descripciones en las que el sistema puede estar interesado. Normalmente se utiliza una técnica denominada "Visión Basada en Modelos": el computador utiliza descripcio-

nes de las características de un objeto para encontrar dicho objeto.

En la actualidad, la visión en los computadores se está utilizando con fines militares: navegación e identificación de objetivos. También se utiliza: para dotar de visión a robots con el fin de que puedan realizar funciones como manejo de objetos e inspección de piezas, para lectura de textos impresos, para monitorización de información recogida por sensores tales como sismógrafos, y para generación de mapas a partir de imágenes aéreas o de satélites.

4. Comprensión del lenguaje natural

El objetivo de este área de la I.A. es hacer que las computadoras puedan comprender y producir lenguaje natural escrito.

De ambos aspectos, comprensión y producción, la mayor parte de la investigación se ha realizado en la comprensión, ya que la tarea fundamental debe de ser que el ordenador nos comprenda para poder hacer lo que le ordenamos.

El proceso de comunicación de las personas por el lenguaje es extremadamente complejo y todavía muy poco conocido. Ha sido muy difícil desarrollar sistemas capaces de generar y comprender lenguaje natural, debido fundamentalmente a cuatro características de éste: ambigüedad, imprecisión, inexactitud e incompletitud. Pensemos en estos ejemplos:

—La madre pegó a la niña porque estaba histérica.

—Los dinosaurios desaparecieron de la tierra hace mucho tiempo.

—He estado esperando al autobús mucho tiempo.

¿Quién estaba histérica, la madre o la niña? ¿Cuánto es mucho tiempo? Obviamente no es lo mismo para la tercera frase que para la segunda.

A pesar de estos problemas los humanos logramos comprenderlo porque tenemos unas estructuras mentales muy similares que nos permiten situarnos en un contexto común. A veces la comprensión se logra por familiaridad con una situación, o bien por que "lo más probable" es que fuera como pensamos.

Se han desarrollado algunos programas que permiten utilizar lenguaje natural en contextos muy reducidos, por ejemplo los programas:

INTELLECT (1979, AI Corp.) permite obtener información a partir de un inglés bastante informal.

LUNAR (1972, BBN) procesa lenguaje natural para extraer información de una base de datos para ayudar a los geólogos en el estudio de rocas lunares.

5. Reconocimiento del lenguaje hablado

El objetivo es que el computador pueda reconocer las palabras que pronunciamos. Una vez conseguido esto, el proceso sería análogo al seguido para la comprensión del lenguaje natural. Los problemas surgen debido a que: dos personas no poseen exactamente la misma señal cuando dicen una misma palabra; una misma persona al

decir dos veces la misma palabra puede variar su pronunciación, contexto o circunstancias. Resulta relativamente fácil comprender la voz de una persona o de muchas personas en un vocabulario reducido, pero es una tarea harto complicada reconocer una palabra de cualquier persona dentro de un contexto.

Uno de los logros más importantes ha sido el conseguido con el programa HEARSAY-II (1980, Carnegie-Mellon) el cual comprende discursos de un vocabulario de más de mil palabras.

6. Robótica

Es una de las ramas de la I.A. más avanzadas en cuanto a implantación en aplicaciones para resolver problemas reales. Existen robots que se denominan inteligentes y otros que no. Estos últimos suelen ser programados para realizar siempre la misma función. Los robots inteligentes llevan sensores que les permiten "comprender su entorno" y realizar acciones apropiadas dependiendo de la situación externa. Los tipos de sensores más utilizados son: 1) *de contacto*, que responden a información táctil, como fuerzas y torsiones. Un sensor de contacto puede evitar que un robot inserte un tornillo que no está bien alineado. 2) *de no contacto*, pueden detectar objetos con los cuales no tienen contacto físico. El método primario es el de la visión. La aplicación de la visión a los robots industriales es muy útil, ya que normalmente tienen que reconocer un número muy limitado de objetos diferentes.

Algunos robots inteligentes actuales son:

CONSIGHT (General Motors). Mueve objetos de una cinta transportadora a distintos lugares.

KEYSIGHT (General Motors). Inspecciona automóviles para encontrar defectos de montaje.

MIC (Machin Intelligence Corp.). Reconoce partes específicas y se utiliza para inspección y manipulación.

7. Demostración de teoremas

Encontrar una demostración para un teorema matemático que se conjetura, se puede considerar como una tarea intelectual. No solo se requiere la habilidad para realizar deducciones a partir de hipótesis, sino que además se necesita cierta intuición para adivinar que lemas se deben de probar con anterioridad para que ayuden a demostrar el teorema principal. Se han construido algunos programas para demostración de teoremas que poseen en cierto grado, si bien muy limitado, la habilidad necesaria para realizar la demostración de teoremas.

El estudio de la demostración de teoremas ha tenido una gran significación en el desarrollo de métodos para la I.A. Por ejemplo, la formalización del proceso deductivo utilizando la lógica, ha ayudado a comprender más claramente algunos componentes del razonamiento. muchas tareas como el diagnóstico médico y la

extracción de información de unos datos, se pueden formular como problemas de demostración de teoremas. De ahí la importancia que este área tiene en la I.A.

8. Programación automática

La tarea de escribir un programa de computador está relacionada con las áreas de la robótica y de la demostración de teoremas. Mucha de la investigación básica que se realiza en estos campos está solapada.

De alguna manera los compiladores actuales de las computadoras realizan una programación automática. Aceptan como entrada unas especificaciones en código fuente que indica lo que debe de realizar el programa, y escriben un programa en código objeto (sucesión de unos y ceros) que realiza dicha tarea. Lo que se entiende por programación automática es un "super compilador" o un programa que admita como entrada una descripción de muy alto nivel de la tarea que se desea realizar y que la realice. La descripción puede ser por ejemplo en castellano, lo que requeriría un diálogo posterior entre el computador y el usuario para resolver las posibles ambigüedades.

9. Aprendizaje

Su objetivo es producir máquinas que puedan acumular conocimiento observando ejemplos. El primer programa que posiblemente se ha escrito, capaz de aprender de sus fallos, es el denominado Jugador de Damas de Samuel, escrito por Arthur Samuel (1961), uno de los asistentes a la conferencia de Dartmouth.

Una idea que suele tener mucha gente es que casi todos los actos de los seres humanos obedecen a algo aprendido. De acuerdo con esta idea, nacemos sabiendo muy poco o casi nada, y adquirimos casi todo por medio del aprendizaje. No obstante, la mayoría de los científicos de la I.A. piensan que esta idea ha sido enterrada por las investigaciones realizadas en este campo, que revelan que para que un organismo aprenda algo debe de saber mucho. *El aprendizaje comienza con un conocimiento organizado, que crece y se transforma en algo mejor organizado.* Sin una noción de que se debe de aprender no se consigue aprender nada.

10. Sistemas expertos

De todas las áreas de la I.A. aquella que ha obtenido un mayor número de aplicaciones exitosas y de mayor significación industrial inmediata ha sido la de los sistemas expertos.

Como hemos visto, el conocimiento tiene un papel fundamental dentro de todas las áreas de la I.A. A mediados de los años sesenta, algunos investigadores que se dieron cuenta de este hecho se dedicaron al desarrollo de teorías de representación del conocimiento y de sistemas asociados de propósito general. A los pocos años se vio

que el conocimiento es un objetivo demasiado amplio y diverso. Las fuerzas para resolver problemas basados en el conocimiento en general eran prematuras. No obstante, se comprobó que algunas aproximaciones a la representación del conocimiento eran suficientes para los expertos que las usaban, surgiendo así la idea del "conocimiento experto" como llave para las realizaciones expertas.

La mayoría de los sistemas expertos utilizan como representación del conocimiento un gran número de reglas sencillas y utilizan reglas deductivas para realizar inferencias o extraer conclusiones. Por ejemplo:

Conocimiento

- Si la inflación es alta los intereses de préstamos son altos.
- Si los intereses de préstamos son altos los precios de las casas son altos.

Hecho

La inflación es alta.

Inferencia

Los precios de las casas son altos.

Esta forma de combinación de reglas parece bastante similar a la forma en que pensamos y tomamos decisiones. Si tenemos un computador en el que podemos expresar nuestro conocimiento sobre alguna materia, en forma de reglas, y utilizamos un computador para combinar las reglas, realizaríamos deducciones o inferencias..

El primer sistema experto construido es el conocido como DENDRAL. Fue realizado en la Universidad de Stanford en 1972. El proyecto comenzó gracias a la petición que en 1960 hizo la NASA a dicha Universidad para que construyera un programa que debía de ir a bordo de una nave con destino a Marte, para que analizara el suelo de este planeta. El programa analiza los datos de experimento químicos para inferir las posibles estructuras del compuesto. El programa sobrepasa a cualquier humano en dicha tarea, y es utilizado por miles de químicos en sus estudios.

Otros sistemas expertos interesantes son:

—MYCIN (1976, Stanford). Se utiliza para diagnosticar enfermedades infecciosas.

—PROSPECTOR (1979, SRI Intern.). Desarrollado para descubrir depósitos de minerales. Predijo la localización de un depósito de molibdeno enterrado a gran profundidad, depósito cuyo valor se estima en más de 100 millones de dólares.

—CADUCEUS (1979, Carnegie-Mellon). Posee mayor conocimiento sobre medicina interna que cualquier humano.

—MACSYMA (1977, M.I.T.). Diseñado para realizar cálculo diferencial e integral de forma simbólica. Sobrepasa a cualquier humano, siendo utilizado diaria-

mente por matemáticos y físicos de todo el mundo. Tiene incorporado cientos de reglas suministradas por expertos en matemática aplicada. Cada regla expresa una forma de transformar una expresión en otra equivalente. La solución a un problema requiere encontrar una cadena de reglas que transforma la expresión original en una simplificada de la forma adecuada.

11. El futuro de la I.A.

Aunque es imposible predecir el futuro de cualquier área con completa fiabilidad, el status actual permite preveer importantes progresos en cada uno de los campos que se han presentado. Para lograr avances significativos en estas áreas se están realizando grandes inversiones en los EE.UU., Japón y Europa Occidental. Veamos algunos de estos esfuerzos.

11.1. Avances en la tecnología de las computadoras

Los avances en la I.A. han estado limitados siempre por la tecnología de las computadoras existentes. Los programas de I.A. requieren normalmente mucha más potencia de cálculo que otros programas. Algunas teorías sobre I.A. no se han implementado todavía debido a que no existen computadoras lo bastante poderosas. Esto hace que se esté dedicando un gran esfuerzo a aumentar la potencia de las nuevas computadoras. La mayoría de la investigación conducente a lograr este objetivo se dirige al desarrollo de nuevos tipos de arquitectura de computadores y al desarrollo de nuevas técnicas de diseño de circuitos integrados, para lograr mayor capacidad y velocidades. Por ejemplo, el proyecto japonés de la quinta generación espera desarrollar computadores con memorias de un billón de caracteres y velocidades de mil millones de inferencias por segundo.

11.2. Programa de cálculo estratégico (SCP)

En 1983 un organismo para el desarrollo de proyectos de investigación avanzada del ministerio de defensa de los EE.UU., conocido por las siglas DARPA, anunció uno de los proyectos de investigación más ambiciosos que se han desarrollado jamás, el denominado *Programa de Cálculo Estratégico (SCP)*. Este programa, que comenzó en 1984, contiene proyectos en prácticamente todas las áreas de la I.A. que hemos presentado: lenguaje natural, visión, reconocimiento del lenguaje, sistemas expertos, programación automática, así como en el desarrollo de nuevas tecnologías VLSI y de arquitectura de computadores.

El programa va dirigido fundamentalmente a tres aplicaciones militares:

—Desarrollo de vehículos autónomos capaces de operar sin ayuda humana, para evitar de esta forma poner en peligro vidas humanas (propias, por supuesto) en ciertas situaciones militares. Ejemplos de estos sistemas autónomos serían misiles, vehículos

con capacidad de navegación limitada y robots. Los sistemas incorporarían visión por computador y sistemas expertos.

—Máquinas copiloto.

Debido a que los aviones militares son cada vez más complejos, el proyecto pretende liberar al piloto de muchas funciones. Utilizando reconocimiento del lenguaje y tecnología de sistemas expertos, el piloto podrá delegar muchas de sus tareas al copiloto. En realidad, el copiloto puede llegar a desautorizar al piloto si considera que el piloto realiza ciertas operaciones que no son las apropiadas.

—Sistema de dirección de batallas.

La dirección de tareas o empresas de grandes dimensiones se caracterizan porque las decisiones tienen que tomarse con mucha incertidumbre en la información. Si la tarea es una batalla de grandes dimensiones, la toma de una decisión incorrecta puede resultar devastadora. Un sistema inteligente de dirección de batallas asistiría a los militares en la toma de decisiones en el transcurso de una guerra. El sistema, según preveen los expertos de DARPA, utilizaría sistemas expertos, reconocimiento del habla y procesamiento del lenguaje natural para asistir en todas las fases de las tomas de decisión.

Los objetivos del programa SCP son, por supuesto, militares, pero como siempre sucede, de ellos se deducirán importantes aplicaciones en otros campos.

11.3. El proyecto japonés de la quinta generación

Este proyecto, que comenzó en 1982 con una duración prevista de diez años, tiene como foco central el desarrollado de una "quinta generación" de computadores diseñados de forma específica para aplicaciones de I.A. Los japoneses han dividido el proyecto en las siguientes partes:

—*Acceso a Datos*

Los programas de I.A. requieren grandes cantidades de datos. La habilidad para poder extraer información de los datos es tan importante como la de poder almacenarla. El proyecto de la quinta generación ha desarrollado ya un prototipo de computador denominado "*Máquina de Base de Datos Relacional*", que se ha diseñado de forma específica para facilitar el almacenamiento y extracción de información.

—*Deducción*

El proyecto está desarrollando un prototipo de computador conocido como "*La Máquina de Deducción Secuencial*" para posibilitar deducciones en lenguaje PROLOG.

El denominado generador de inferencias, es un componente esencial de un sistema experto. El computador sirve para escribir programas para otras partes del proyecto.

—*Facilidad de uso*

El proyecto incluye investigación en otras áreas de la I.A. que faciliten el manejo de los computadores, tales como: visión por computador, reconocimiento del lenguaje hablado y escrito, y procesamiento del lenguaje natural.

—*Programación automática*

Que permitirá acelerar las fases de programación en todas las fases del proyecto.

Aunque muchos dudas de que el proyecto consiga ser un éxito, no cabe duda de que aún sin lograr todos los objetivos propuestos, Japón puede convertirse en el líder indiscutible en el dominio de la información o del conocimiento; elemento que se considera fundamental para la era pos-industrial que se aproxima. Además, algunos piensan (incluido los japoneses, por supuesto) que el grado de conocimiento que el proyecto de la quinta generación aportará al diseño y manufacturación de productos, hará que el Japón domine el mercado mundial de productos convencionales.

Hay también otros esfuerzos, como el consorcio de empresas americanas de alta tecnología conocido como MCC (Microelectronics and Computer Technology Corporation) que agrupa a cerca de 30 de las más importantes empresas americanas de alta tecnología, y el proyecto europeo EUREKA. Todos estos esfuerzos puede llevarnos, en palabras de un investigador en I.A. a la "*consecución de logros todavía no soñados*".