

# La quinta generación de ordenadores

JOSE M. DE LA RIVA GRANDAL,  
Teniente de Aviación, Ingeniero S. Telecomunicación,  
Profesor de la Facultad de Informática U.P.M.

## EL OCASO DE LA ARQUITECTURA VON NEUMAN

"La herejía del pasado se ha convertido en la ortodoxia del presente". N.R. HANSON, 1962.

**H**ACE cuarenta años Mauchly y Eckert construyeron en la Universidad de Pensilvania el primer ordenador electrónico, el ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer: Integrador y Ordenador Electrónico Numérico), destinado a cálculos balísticos. Desde entonces hasta ahora se han sucedido cuatro generaciones de ordenadores (Cuadro I), pero los conceptos estructurales no han cambiado.

En efecto, todos ellos en mayor o menor medida mantienen la arquitectura Von Neuman (Cuadro II), es decir, el ordenador funciona de manera secuencial conforme a lo especificado en el programa previamente almacenado en memoria. Esta arquitectura, en su día fue una brillante idea, que resolvió entre otros el problema de la baja fiabilidad de los componentes electrónicos del ordenador, actualmente es un factor fuertemente limitante para la expansión del ordenador hacia el área del procesamiento simbólico. Son ordenadores orientados al cálculo (Científico y Militar), pero poco eficientes cuando se trata de procesar materias tales como reconocer estructuras o traducir textos, ya que el procesador únicamente dispone de un reducidísimo juego de operaciones lógicas (AND, OR), totalmente insuficiente para trabajar en I.A.

Otra de las limitaciones de los ordenadores actuales es la deficiente comunicación hombre/máquina. El interface entrada/salida son antinaturales y artificiosos, pues se realizan a través de teclados, pantalla, plotters, impresoras, etc., periféricos, ineficaces para abordar con éxito las aplicaciones de I.A.

Finalmente, como consecuencia de esta arquitectura tan rígida, la evolución de los ordenadores se basó en la flexibilidad que proporcionaba la programación, pero se abusó tanto de esta solución, que proliferaron extraordinariamente lenguajes de programación y demás herramientas de desarrollo, conduciendo a un fracaso de las actuales técnicas de programación.

Por estas y otras razones, que veremos más adelante, los japoneses decidieron lanzar su programa de la quinta generación de ordenadores.

CUADRO I LAS CINCO GENERACIONES DE ORDENADORES Y LAS TECNOLOGIAS DE LAS TELECOMUNICACIONES (1946-1995)					
GENERACIONES	PRIMERA 1946 - 56	SEGUNDA 1957 - 63	TERCERA 1964 - 81	CUARTA 1982 - 89	QUINTA 1990 -
ALGUNOS ORDENADORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ENIAC</li> <li>• EDVAC</li> <li>• UNIVAC</li> <li>• IBM 650</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NCR 511</li> <li>• IBM 7094</li> <li>• CDC 6600</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IBM 360 - 370</li> <li>• PDP - M</li> <li>• HONEY - WELL 200</li> <li>• CRAY 1</li> <li>• ILLIAC - 14</li> <li>• CYBER - 205</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRAY XMP</li> <li>• IBM 308</li> <li>• AMDAHL 580</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DESARROLLO EXTENSIVO DE LOS SISTEMAS DISTRIBUIDOS</li> <li>• FUSION DE LAS TELECOMUNICACIONES Y LAS TECNOLOGIAS DE COMPUTACION MODULARIDAD EXTENSIVA</li> </ul>
TECNOLOGIA TELECOMUNICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TELEFONO</li> <li>• TELETIPO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TRANSMISION DIGITAL</li> <li>• MODULACION DE IMPULSOS</li> <li>• CODIFICADOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SATELITES DE COMUNICACIONES</li> <li>• MICROONDAS</li> <li>• REDES COMUNICACIONES</li> <li>• FIBRA OPTICA</li> <li>• CONMUTACION DE PAQUETES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS</li> </ul>	
HARDWARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VALVULAS ELECTRONICAS</li> <li>• TAMBORES MAGNETICOS</li> <li>• TUBO DE RAYOS CATODICOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TRANSISTORES</li> <li>• MEMORIAS DE NUCLEO MAGNETICO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIRCUITOS INTEGRADOS.</li> <li>• MEMORIA DE SEMICONDUCTORES.</li> <li>• DISCO MAGNETICO.</li> <li>• MINICOMPUTADORES</li> <li>• MICROPROCESADORES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SISTEMAS DISTRIBUIDOS</li> <li>• VLSI</li> <li>• MEMORIAS DE BURBUJAS</li> <li>• DISCO OPTICO</li> <li>• MICROCOMPUTADO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TECNOLOGIA DE UNION JOSEPHSON</li> <li>• TECNICOS DE INTERCONEXION Y COMPORTAMIENTO AVANZADO</li> <li>• INTEGRACION EN ULTRA ALTA ESCALA</li> <li>• ARQUITECTURAS PARALELAS</li> <li>• TECNOLOGIA DE ARSENIUN DE GOLO</li> <li>• COMPONENTES OPTICOS</li> </ul>
SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROGRAMA CODIFICADO</li> <li>• MAQUINAS CODIFICADAS</li> <li>• AUTOCODIGO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LENGUAJES DE ALTO NIVEL</li> <li>• COBOL</li> <li>• ALGOL</li> <li>• FORTRAN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LENGUAJE DE MUY ALTO NIVEL</li> <li>• PASCAL</li> <li>• PROGRAMACION ESTRUCTURADA</li> <li>• TIEMPO COMPARTIDO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADA</li> <li>• SISTEMAS EXPERTOS</li> <li>• LENGUAJES</li> <li>• ORIENTADOS AL OBJETO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LENGUAJE CONCURRENTE</li> <li>• PROGRAMACION FUNCIONAL</li> <li>• PROCESAMIENTO SIMBOLICO</li> </ul>

## EL DESAFIO JAPONES: EL PROYECTO DE LA QUINTA GENERACION DE ORDENADORES

*"No pensemos que estamos reduciendo al hombre a la categoría de máquina. Admitamos más bien que estamos elevando a las máquinas al nivel del hombre". A. ARBID, 1964.*

### Génesis del proyecto

Los estudios iniciales fueron coordinados en un principio por el Centro para el Desarrollo del Proceso de la Información del Japón (JIPDEC). Posteriormente el Ministerio de Industria y Comercio Internacional (MITI), creó un Comité de Investigación, presidido por el profesor Tohru Moto-Oka de la Universidad de Tokio, para enfocar la situación informática actual desde tres puntos de vista colaterales, que implicó la fundación de tres secciones. La primera sección la encabezaba Majine Karatsu, gerente general de Matsushita Tsushim y su misión era averiguar la clase de ordenadores que necesitaría la sociedad en la década de los 90. La segunda sección estaba dirigida por Hideo Atiso, catedrático de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Keio y su cometido era examinar cuanto se refiriese a la arquitectura de los ordenadores. La tercera sección, la dirigía Kazuhiro Fuchi, director de Laboratorio Electrotécnico (ETL) y se encargaba de la tecnología básica y de los problemas relativos al soporte lógico.

En conjunto el comité utilizó idea y experiencia de matemáticas, logística y otros expertos en disciplinas esenciales y otro tanto se hizo con los principales usuarios de ordenadores como bancos, grandes empresas e industria en general.

Los resultados de estos estudios preliminares se recogieron en un informe que el Comité presentó en 1981. En el informe se describía con detalle el Proyecto de los Ordenadores de la Quinta Generación, definiendo los objetivos, temas, planes y un programa de Investigación y Desarrollo (I + D) a diez años (1982-1992).

El 1 de abril de 1982 se fundó el Instituto para la Tecnología de la Nueva Generación de Computadoras (ICOT), como centro principal para llevar a cabo el proyecto, nombrando al doctor Fuchi como director. Los principales participantes en el ICOT son los fabricantes de ordenadores Fujitsu, Mitachi, NEC, Toshiba, Mitsubishi, Oki, Matsushita y Sharp. Estas ocho empresas forman un consorcio, que junto con el gobierno son las que proporcionan los fondos necesarios para la constitución y funcionamiento de ICOT. Los recursos humanos los suministran temporalmente estas compañías junto con la Nippon Telephone and Telegraph Public Corp y el ETL. En aquel momento el grupo de investigadores era de 50, la mayoría de una edad inferior a los 35 años.

El ICOT se organizó en tres secciones: una estudia el soporte físico, otra el soporte lógico y la tercera el desarrollo rápido de sistemas electrónicos útiles como instrumentos de trabajo. Además dentro de ICOT se formó un Comité de Promoción de Proyectos que se organiza en cinco grupos de trabajo tal como se indica en

### CUADRO II

#### ARQUITECTURA VON NEUMAN

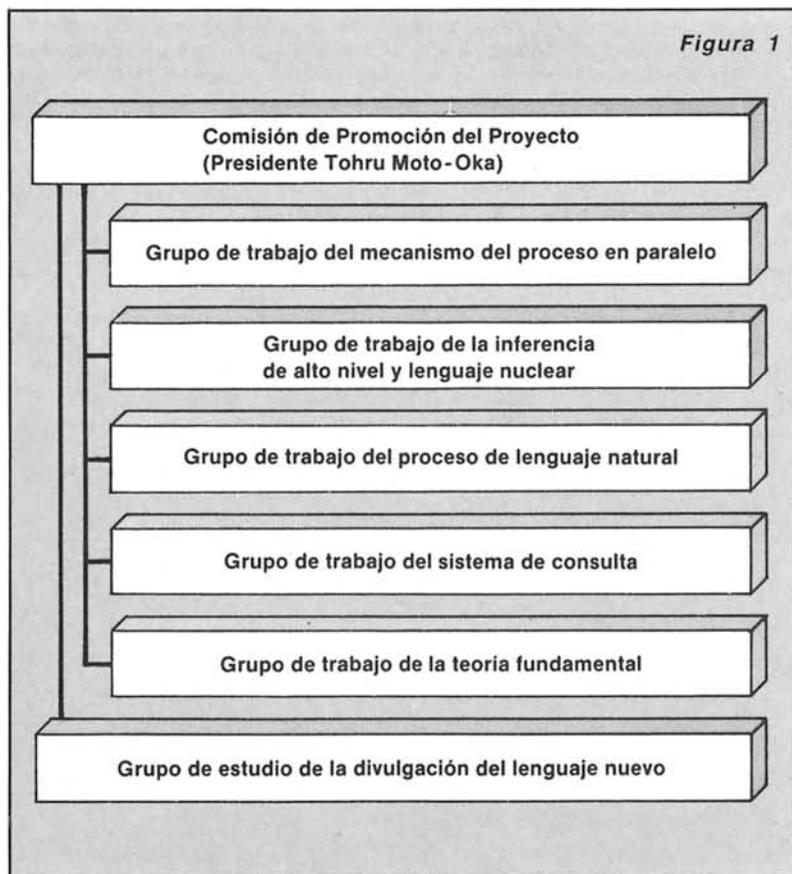
- Unidad de computación única (procesador, memoria central, circuitos comunicaciones).
- Memoria de estructura lineal y células de memoria de tamaño fijo.
- Direccionamiento de las células de memoria a un solo nivel.
- Lenguaje de máquina de bajo nivel.
- Control de computación centralizado y secuencial.
- Capacidad de entrada y salida de bajo nivel de satisfacción.

### CUADRO III

#### RETOS TECNOLOGICOS DE LA QUINTA GENERACION DE ORDENADORES

- VLSI (Integración a escala muy elevada).
- ARQUITECTURA PARALELA.
- PROCESO DE INFERENCIAS.
- RECONOCIMIENTO DE VOZ E IMAGEN (Compresión de lenguaje natural).
- INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Figura 1



la figura 1. Este comité está constituido por personas externas al ICOT de reconocidos méritos profesionales procedentes de los laboratorios del gobierno, universidades e industria. Su misión es supervisar, aconsejar y contribuir al progreso de la investigación.

### Filosofía social del proyecto

En el discurso inaugural de la International Conference on Fifth Generation Computer Systems (Tokio, 19-22 octubre de 1981) el profesor Moto-Oka comenzó indicando los requerimientos del sistema social sobre los sistemas de computación en la década

de los noventa, supuso que para entonces, los ordenadores de la quinta generación estarán muy difundidos y los sistemas de proceso de información serán herramientas esenciales en todas las áreas de la actividad social. Entre dichos requerimientos cabe destacar los siguientes:

- Aumentar la productividad en áreas de baja productividad.
- Hacer frente a la competencia internacional y contribuir a la cooperación internacional.
- Solucionar los problemas de una sociedad envejecida.

Desde su comienzo, el comité japonés de la quinta generación ha tratado de prever el impacto que los nuevos computadores tendrían en la sociedad. Algunos de los impactos sociales que se pueden predecir son los siguientes:

- La eliminación de distorsiones sociales que se producen como consecuencia de las diferencias de productividad en los diferentes campos de actividad.
- La expansión de la inteligencia humana gracias a la ayuda de los ordenadores.
- La organización de las grandes cantidades de información que generan las tecnologías de la información.

En este contexto, las nuevas máquinas estarán dedicadas principalmente a tareas que son demasiado difíciles o que son desagradables para seres humanos. Por otro lado, los ordenadores de la quinta generación mejoran las prestaciones y la gestión del sistema de asistencia sanitaria y de los servicios relacionados con ella.

### Enfoque global del ordenador de la quinta generación

El proyecto de la quinta generación tiene básicamente como objetivo desarrollar una nueva generación de máquinas capaces no solamente de operar con datos sino de procesar símbolos, realizar inferencias y deducciones y trabajar en lenguajes naturales muy próximos a la comunicación humana (Cuadro IV). El argumento central de este proyecto es el reconocimiento de que una nueva era tecnológica va a comenzar en un plazo no muy lejano, iniciándose un cambio radical, cualitativo y cuantitativo, en la historia del desarrollo de los computadores. Por ello se ha rodeado al proyecto de la quinta generación de otros proyectos tecnológicos de gran envergadura, de los que se espera coadyugen en el desarrollo de ordenadores de la quinta generación (Cuadro V).

Todos los componentes del soporte físico se basan en tecnología avanzada de proceso en paralelo y utilizan circuitos integrados VLSI como sustrato de los diferentes elementos electrónicos.

En cuanto al soporte lógico, los sistemas de la quinta generación se basan en la lógica de predicados, que es de todos los tipos de lógica la que más se acerca al lenguaje natural. El lenguaje núcleo estará basado en el PROLOG, que conjuntamente con las cláusulas de Horn, es el más auténtico de los lenguajes de inferencia lógica. Este es el mecanismo fundamental de la lógica es la inferencia que permite la extracción de nueva información o conocimiento que no se conocían antes explícitamente. La posesión de los conocimientos y los procedimientos de inferencia constituyen la clave de las actividades inteligentes.

### Arquitectura del ordenador de la quinta generación

La configuración propuesta para el prototipo final consta de un sistema de Hardware, un Sistema de Software Básico y un Sistema de Software de Demostración (Figura 2).

## CUADRO IV

### PRINCIPALES PROYECTOS JAPONESES RELACIONADOS CON LA QUINTA GENERACION

— El Proyecto de Super Ordenador.....	130 millones de libras durante 8 años.
— Tecnologías básicas de la información .....	450 millones de libras durante 10 años.
— Optoelectrónica .....	40 millones de libras.
— Proceso de información de imágenes .....	40 millones de libras.

ICOT: Instituto de la Tecnología de la Nueva Generación.

## CUADRO V

### PROGRAMAS COOPERATIVOS DE INVESTIGACION

— ESPRIT .....	1.000 millones de libras durante 5 años.
— Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) .....	500 millones de libras durante 10 años.
— Semiconductor Research Cooperative (SRC) .....	20 millones de libras en 1984.
— Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de la Defensa DARPA .....	750 millones de libras durante 5 años.
— ALVEY .....	350 millones de libras durante 5 años.

El Sistema de Hardware (Figura 3) está compuesto por tres subsistemas que en el futuro se integraran en uno sólo:

— Máquina de solución de problemas y de inferencia: Este módulo contiene un mecanismo de inferencia en paralelo, un mecanismo de flujo de datos y un mecanismo de tipos abstracto de datos. En los computadores tradicionales la máquina de inferencia correspondería a la C.P.U.

— Máquina de la base de conocimientos: Consta del mecanismo básico de la base de conocimientos, el mecanismo de manejo del conocimiento con operaciones paralelas y el mecanismo de la base de datos relacional. En los sistemas actuales correspondería a la integración de la memoria principal, la memoria virtual y el sistema de ficheros.

— Interfaz inteligente: Se compondrá de varias máquinas radicadas a un medio determinado, una para el reconocimiento de voz, otra para procesos de imagen y otra para el proceso gráfico.

Todos los componentes del sistema de Hardware se basan en tecnología avanzada de proceso en paralelo y utilizan circuitos integrados VLSI como sustrato de los diferentes elementos.

El sistema de software básico (Figura 3) es el componente fundamental para el proceso del conocimiento. Consta de:

— Módulo de software para inferencia y resolución de problemas. Utiliza la máquina inferencia del sistema Hardware para la construcción de inferencias complejas a partir de simples silogismos de manera eficiente y conveniente para los usuarios. Corresponde al sistema operativo en los computadores actuales.

— Módulo de software para la gestión de la base de conocimiento. La base de conocimientos es una base de datos (donde se almacenan una serie de hechos y relaciones entre ellos) a la que se añaden unas reglas que permiten obtener nuevos hechos relaciones que no estaban explícitamente almacenadas. En los sistemas de proceso convencionales corresponde, en principio, al Sistema gestor de bases de datos, pero aquí se requiere añadir funciones inteligentes.

— Módulo de software de interfaz inteligente. Es el encargado de facilitar la comunicación hombre/máquina de un modo cuasi-humano.

— Módulo de software para programación inteligente. Emplea las técnicas más avanzadas de la ingeniería del software para facilitar la programación automática.

El sistema de demostración (Figura 3) consiste en una serie de aplicaciones experimentales para probar los conceptos del proceso de la información del conocimiento. Una vez completado el prototipo, el primer término del proyecto de la quinta generación, se espera el desarrollo de sistemas de aplicaciones en gran escala por parte de la empresa fabricante de computadores.

## LA RESPUESTA DE LOS ESTADOS UNIDOS

**E**N 1981, el profesor del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) comentó con el Director del Laboratorio de Informática del MIT, M. Dertrouzos lo impresionado que había quedado después de asistir al lanzamiento del proyecto japonés de la quinta generación de ordenadores. Dertrouzos, en noviembre de 1981, dirigió cartas a los presidentes de IBM, Honeywell, Control Data, Digital, Intel y la Agencia del Departamento de Defensa DARPA, advirtiéndole sobre el peligro que para la industria americana podría suponer la iniciativa japonesa. A comienzos de 1982, W. Norris, presidente de Control Data invitó a participar en una reunión a una docena de fabricantes del sector de la Tecnología de la Información y a DARPA, para aunar esfuerzos y dar una respuesta adecuada al proyecto de la quinta generación. La reunión se celebró en Orlando y se decide crear un consorcio de empresas bajo el nombre de Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), con un presupuesto anual de 100 millones de dólares.

Posteriormente, en octubre de 1983, el Departamento de Defensa, muy sensibilizado por el problema, lanza a través de DARPA, un Plan Estratégico para su Desarrollo y Aplicación a los problemas críticos de la Defensa (más conocido como Programa de Informática Estratégica), a fin de promover investigación y desarrollo en el área de las nuevas tecnologías de la información. Su objetivo final es el proporcionar una amplia base tecnológica de inteligencia de la máquina para aplicarla a los problemas críticos de la Defensa y crear una fuerte capacidad industrial en apoyo de las necesidades de la Seguridad.

El plan en sí, es una hábil combinación de elementos concretos y elementos abstractos. Se han escogido tres ambiciosas aplicaciones militares concretas porque se espera que enfoquen y estimule la creación de tecnología y además proporcione un laboratorio adecuado para probar el funcionamiento real de tecnología. Estas aplicaciones militares están concretadas en, primero: vehículos autónomos, como aviones, sumergibles y vehículos terrestres sin piloto; segundo: ayudantes especializados para pilotos en su cabina; y tercero, sistemas de dirección de la batalla en gran escala.

En todo esto, DARPA sólo pretende explotar de modo completo y coordinado todo un conjunto de investigaciones dispersas que la agencia ha financiado en su mayor parte durante las dos últimas décadas; investigaciones que han proporcionado ciertos números de avances, todos ellos en zonas separadas de la inteligencia artificial, la informática y la microelectrónica.

El plan DARPA, exige funciones inteligentes integradas de visión, reconocimiento y reproducción de la voz, comprensión del lenguaje natural y tecnología de sistemas especializados que deben producirse con programas y equipos de nuevo diseño y además se ha de fomentar en una multitud de lugares el desarrollo de la tecnología microelectrónica que apoye todos estos sistemas.

El presupuesto total del plan de informática estratégica era de 50 millones de dólares para el año 84, 95 millones para 1985, 150 millones en el 86; para desembocar en un coste de 600 millones de dólares en 5 años. La mayor parte del presupuesto durante los primeros años se dedicaría a mejorar el equipamiento de cálculo y comunicaciones de las empresas participantes a través de la red ARPA.

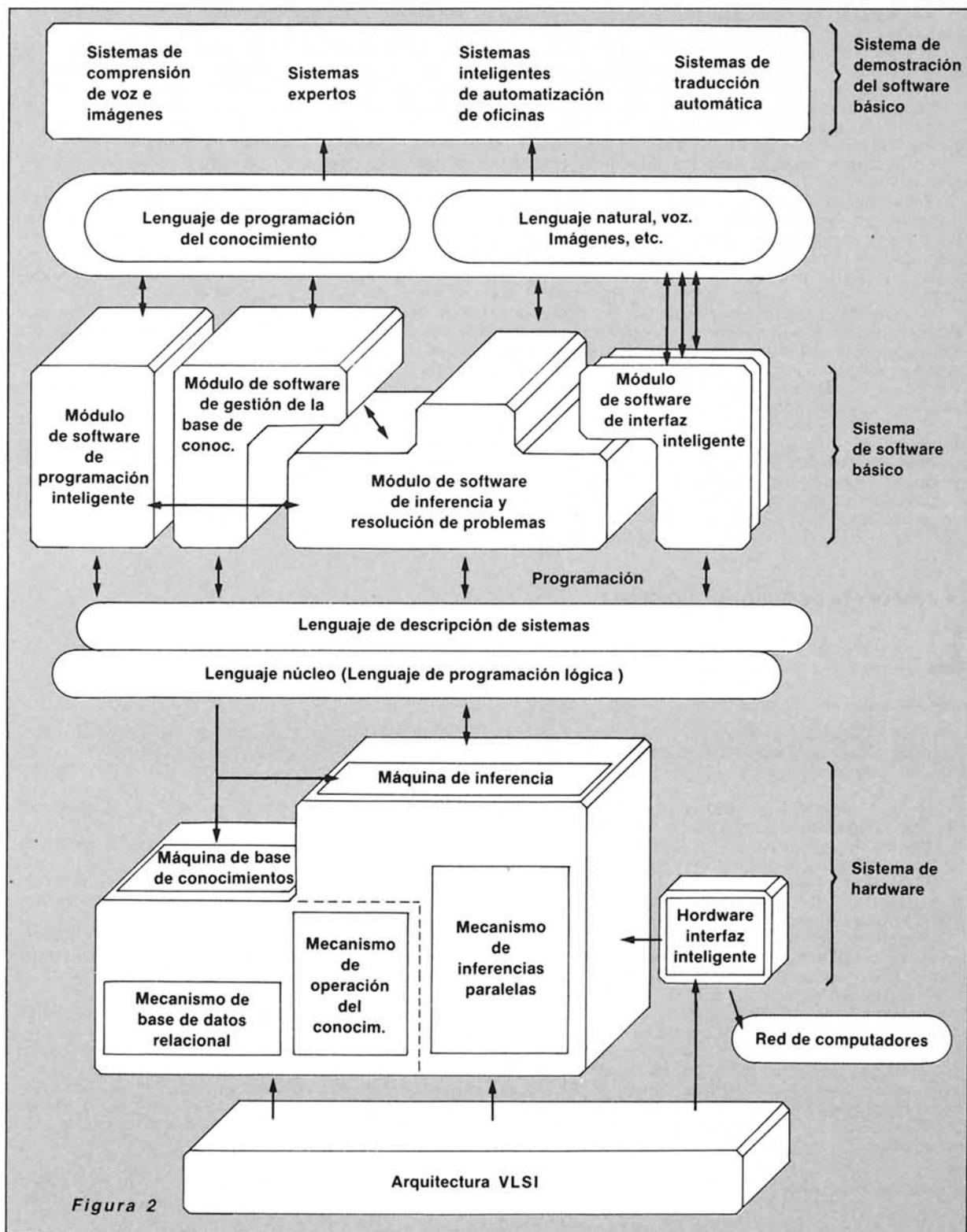


Figura 2

**Comparación entre el Proyecto Informático Estratégico y de Vigilancia y el Proyecto de la Quinta Generación de Ordenadores.**

Ambos proyectos concentran sus esfuerzos en la microelectrónica, en las ciencias de los ordenadores y en la inteligencia artificial.

Ambos proyectos concentran sus esfuerzos en la microelectrónica, en las ciencias de los ordenadores y en la inteligencia artificial.

Los programas en microelectrónica de los dos proyectos inicialmente confían en mejorar la tecnología del silicio, pero advierten que con el fin de lograr ordenadores más rápidos será necesario trabajar con la tecnología de Arseniuro de Galio o similares. En cuanto a los avances en las ciencias de los ordenadores ambos apuntan hacia arquitecturas paralelas o concurrentes. Por lo que respecta a las previsiones de inteligencia artificial, combinan trabajos sobre sistemas expertos, lenguaje natural, visión y voz. Reconocen los dos proyectos la falta de personal técnico necesario para desarrollar las aplicaciones en inteligencia artificial.

En cuanto al presupuesto son similares, ambos han proyectado gastos de un billón de dólares en diez años.

Sin embargo, ambos proyectos difieren en el tipo de organización y en la tecnología de las máquinas inteligentes, y en los términos en que fue presentado a la comunidad científica internacional. Los japoneses han elegido una planificación central a través de ICOT (Instituto de la Nueva Generación de Tecnología de los Ordenadores). Los Estados Unidos apuestan por una planificación distribuida, para lo cual han fundado dos grupos industriales, el Semiconductor Research Cooperative y Microelectronics, y el Computer Technology Corporation (MCC). Ambos grupos están directamente coordinados por la agencia DARPA.

Como ya indicamos anteriormente, las máquinas inteligentes, se pueden caracterizar por tres niveles de implementación. El nivel superior consta de sistemas de aplicaciones inteligentes (como reconocimiento de voz y/o visión). El nivel intermedio lo forman las herramientas para la ingeniería del conocimiento y los lenguajes de programación. Finalmente el nivel inferior consiste en la arquitectura de los ordenadores. Pues bien, el proyecto de informática estratégica fomenta trabajos en los tres niveles, mientras que el proyecto japonés ha concentrado sus esfuerzos en el nivel intermedio.

Finalmente también ambos países difieren en los términos en que fueron lanzados los proyectos en la opinión pública internacional. Los japoneses primeramente racionalizaron el proyecto en términos de necesidades sociales y solamente en un segundo término aparecieron las posibles ventajas comerciales. El proyecto de informática estratégica, obviamente debido a su patrocinador, fue racionalizado en términos militares y de un modo secundario se mencionó su aspecto comercial. Sin embargo, se prevé que dentro de diez años ambos proyectos eclipsarán sus razonamientos primarios y emergerán con fuerza las razones de innovación tecnológica y dominio de los mercados mundiales de ordenadores.

## LA RESPUESTA DE EUROPA OCCIDENTAL

**L**OS principales países de Europa Occidental han respondido al desafío japonés en un doble nivel: formando parte de una acción cooperativa supranacional y a través de los proyectos nacionales.

### Proyectos supranacionales

ESPRIT (European Strategic Program for Research: Programa Estratégico Europeo de Investigación), es la iniciativa conjunta de los países de la Comunidad Económica Europea (CEE) para colaborar en los campos de microelectrónica, robótica, ingeniería de programación, técnicas avanzadas de la producción, e inteligencia artificial.

Se lanza a finales de 1983, y se encarga a la TASK FORCE (Organismo de la Comunidad Europea encargada de la Tecnología de la Información y Telecomunicaciones) su desarrollo.

Dentro de este programa colaboran las industrias, las universidades y los gobiernos europeos, pero también curiosamente participan tres empresas americanas establecidas en Europa (IBM, ITT, DEC).

Tiene como principal objetivo, el fomentar la cooperación industrial europea en investigación y desarrollo de las tecnologías de la información, e intenta crear unos estándares europeos, que se mantengan firmes, cuando entren en escena las máquinas de la quinta generación de ordenadores.

El período del desarrollo del proyecto es de cinco años, finalizando en 1988, y cuenta con unos fondos de operación de alrededor de 1,5 billones de dólares. Con el fin de alcanzar el objetivo propuesto, ESPRIT exige para poder financiar un proyecto (la CEE aporta el 50% de los fondos del proyecto), que esté patrocinado, por al menos industriales de dos países distintos, y de una universidad.

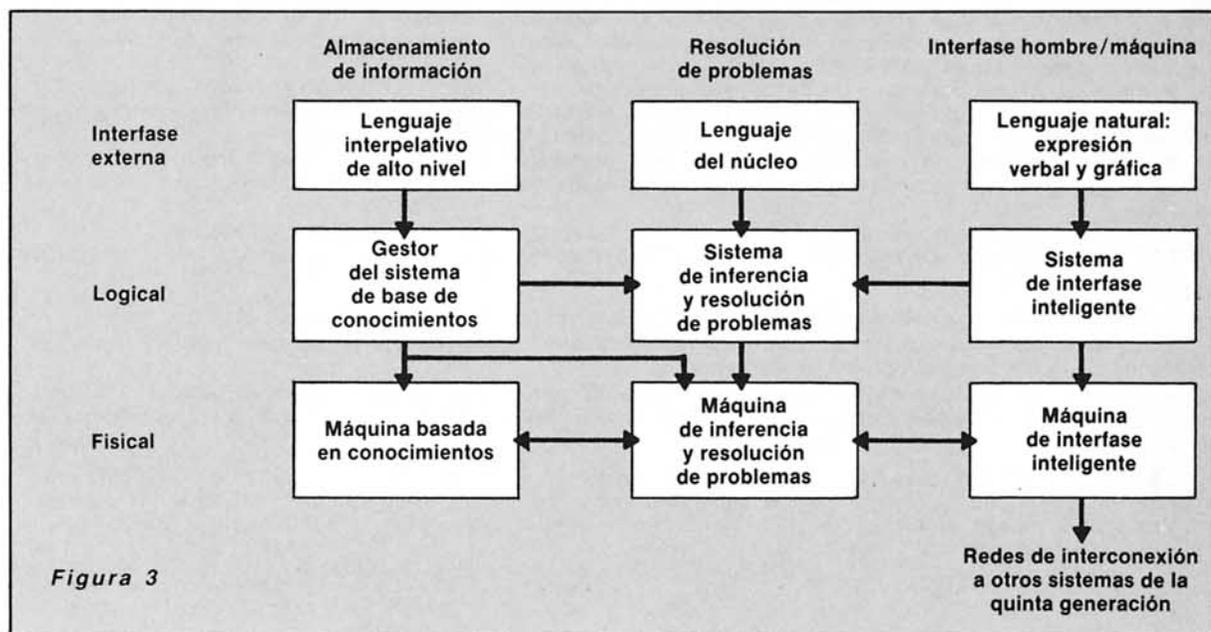
Hasta la fecha ESPRIT, no parece que esté logrando los objetivos previstos, debidos a la insolidaridad crónica de la industria europea y a la burocracia interna de la propia CEE.

Otro proyecto europeo de alcance supranacional es el JEP, formado por las industrias de ordenadores ICL, BULL y SIEMENS. Este consorcio fundó en 1984 en Baviera, un centro financiado conjuntamente para la investigación y el desarrollo en sistemas de proceso del conocimiento, susceptibles de poderse usar posteriormente para la ayuda a la toma de decisiones para directivos. Aunque la investigación es conjunta y no hay límite en cuanto a la transferencia en la tecnología entre dichas empresas, se acordó que la explotación comercial fuese individual.

### Proyectos nacionales

#### Reino Unido

El Reino Unido tiene una gran solera en los trabajos sobre I.A. Sin embargo en 1973 el Science Research Council, publicó un informe sobre la I.A., dirigido por James Lighthill (afamado matemático), en donde se concluía que la investigación sobre Inteligencia Artificial no tenía futuro, pues ya se había demostrado matemáticamente a través de los números de Godel que no se podía formalizar matemáticamente y de manera general al razonamiento simbólico. A partir de esta fecha, el Reino Unido abandonó oficialmente todos los estudios sobre inteligencia artificial y solamente el Imperial College de Edimburgo y la Universidad de Essex sin apoyo oficial continuaron las investigaciones en dicha disciplina.



En octubre de 1982, se publicó el informe Alvey, como respuesta británica a los planes japoneses de la quinta generación. El informe señalaba cuatro áreas técnicas básicas en orden a implementar un Programa de Tecnología de Informática Avanzada (AIT). Dichas áreas son: Ingeniería de Programación, Interface hombre/máquina, Sistemas Inteligentes Basados en el Conocimiento, y microcircuitos de integración de muy alta escala (VLSI), que completan otros esfuerzos británicos en el marco europeo de ESPRIT. Para desarrollar este programa de la Tecnología de la Información, se propusieron varias medidas entre las que destaca, la creación de una Dirección General en el Departamento de Industria, que junto con Ministerio de Defensa y con el Consejo de Investigación Científica, se encargan de participar y controlar el Programa a fin de coordinar esfuerzos entre la Industria, Universidad y Laboratorios de Investigación. La duración del Programa se ha estimado en cinco años, y el presupuesto es aproximadamente de quinientos millones de dólares.

Como realizaciones concretas en I.A. cabe citar a la empresa ICL que ofrece el producto VME (Entorno de Máquina Virtual) el cual es la base para los nuevos diseños de dicha empresa en la quinta generación de ordenadores. El Imperial College de Londres, que está poniendo a punto una Máquina Reductora y a la Universidad de Manchester una Máquina de Flujo de Datos.

#### *Instituto TURING*

En 1983 se funda en la Universidad Strathclyde (Edimburgo) el Instituto Turing. Tiene como objetivo la enseñanza y la investigación de la Inteligencia Artificial y de la Tecnología de la Información. En la educación fomenta cursos en sistemas de inferencia y programación lógica, sistemas expertos, procesadores de visión y planeadores robóticos. Se investiga en sistemas expertos, robótica, aprendizaje automático y procesamiento de imagen.

#### *La República Federal de Alemania*

El Ministerio de Investigación y Tecnología de Alemania Occidental, ha diseñado un programa de investigación en las áreas de diseño asistido por ordenador, arquitectura de ordenadores e ingeniería del conocimiento. Los recursos financieros con que cuenta el Proyecto, son aproximadamente de un billón de dólares, y el periodo está cifrado en cinco años, finalizando en 1988. Se trata de una acción cooperativa de investigación entre los institutos de Investigación, la Universidad y la Industria.

#### *Francia*

La respuesta francesa a la quinta generación de ordenadores japoneses corrió a cargo de un grupo llamado SICO (Club de Sistemas Informáticos del Conocimiento), que está formado por científicos industriales del sector público y privado. SICO, fundado bajo los auspicios del INRIA (Laboratorio Nacional de Ciencias de la Información), elaboró un informe en donde se recomendaba impulsar las siguientes áreas de la Tecnología de la Información: La fabricación de pastillas microelectrónicas, ingeniería de la programación, la inteligencia artificial y la robótica. Se elaboró un plan especial iniciado bajo la administración Giscard y potenciado posteriormente bajo el gobierno del Mitterrand, teniendo como último objetivo, el poner al país a la cabeza del tratamiento de la información.

#### *España*

Nuestro país, se asoma muy tempranamente al mundo de la Inteligencia Artificial, a través de los trabajos sobre autómatas que el ingeniero L. Torres Quevedo desarrolla en torno a 1912. Desgraciadamente, no ha exis-

tido continuidad en dichas técnicas y sólo hasta épocas muy recientes (reunión de Buitrago sobre I.A., patrocinada por Fundesco) es cuando de nuevo parece surgir investigación básica y aplicada en I.A. Estas iniciativas se están dando sobre todo a nivel universitario e industrial.

En la Facultad de Informática de Barcelona y con apoyo del CAYCIT (Comisión Asesora Científica y Técnica) se está desarrollando el entorno de programación MERLIN. También se trabaja en la implementación del proyecto CAPRA, que trata de todos los aspectos del ciclo de construcción de un programa.

En la Universidad Politécnica de Madrid, se está desarrollando diversos sistemas expertos en lenguaje PROLOG, entre los que destaca uno sobre la previsión en tiempo real de daños por inundaciones y otro sobre finanzas.

A nivel industrial existen varias empresas trabajando en el área como ENTEL, ERIA, CTNE, IBM, DEC.

ENTEL empezó sus primeras realizaciones en 1985, pudiéndose citar como relevantes el desarrollo de los siguientes proyectos:

- Sistema Experto para la función T.T.C. de las estaciones terrenas de la Agencia Espacial Europea.
- Diversos sistemas expertos para la Armada Española encaminados a la ayuda de la toma de decisiones del Mando y evaluación en el entorno C. estratégicos.
- En el proyecto internacional Eureka BD-11, ENTEL participa junto con la empresa francesa INZ en el desarrollo de un sistema con gran potencia de manejo de Bases de Datos y capacidad para ejecutar aplicaciones de I.A.

La división de Informática Industrial de la empresa ERIA inició en 1986 el desarrollo de tecnología avanzada en I.A. Dentro de los logros más destacados de esta división en el área de I.A. ha sido la firma de tres proyectos de sistemas expertos; dos para Iberia, líneas aéreas, y uno para la Secretaría de Estado para la Administración Pública.

Finalmente la empresa C.T.N.E. está desarrollando un sistema experto en el diagnóstico de averías de aparatos telefónicos.

### Los Países del Este europeo

En los países socialistas destaca con luz propia la República Popular Húngara. Este país, fue el primero de todo el continente europeo en desarrollar aplicaciones prácticas sobre el lenguaje de programación lógica PROLOG.

Desde 1977, en el Instituto para la Coordinación de Ordenadores de Budapest, se han elaborado muchos sistemas expertos en áreas muy diversas, todos ellos sobre PROLOG. Alrededor de doscientos cincuenta sistemas expertos se llevan realizados, entre los que destacan programas sobre el diseño de fármacos e interacción entre medicamentos, modelado y pruebas bioquímicas, diseño arquitectónico, dirección de granjas colectivas, reconocimiento de textos escritos en lenguaje húngaro, generación de programas Cobol, análisis de programas y verificación de programas PROLOG.

En 1979 los húngaros implementaron una nueva versión de PROLOG, el MPROLOG (Prolog Modular), que fue adoptado por los japoneses como lenguaje de base para sus máquinas inteligentes de la quinta generación.

Hungría ha solicitado recientemente participar en varios proyectos europeos de I.A. a través del Programa Esprit, de la CEE, pero probablemente, las razones políticas pueden excluirla.

La Unión Soviética, a través del Instituto de Informática de Novosibirsk está desarrollando ordenadores y programas para la automatización industrial. También como USA, UK y Japón ha establecido un plan a cinco años para el desarrollo de su quinta generación de ordenadores, pero con un presupuesto muy inferior al billón de dólares. Dicho plan contempla objetivos en las áreas de la integración a muy alta escala (VLSI), arquitecturas paralelas y multiprocesadores, acceso inteligente a base de datos y programación lógica. A través del Consejo de Asistencia Económica mutua desarrolla planes de investigación con Hungría, Alemania del Este, Polonia, Checoslovaquia, Rumanía y Cuba.

## RESUMEN

**H**EMOS puesto especial énfasis en estudiar el Proyecto de la Quinta Generación de Ordenadores y las reacciones que han tenido principalmente en el mundo occidental. Se ha visto como el proyecto japonés no es tan apocalíptico para la industria occidental como algunos expertos habían predicho. Parece que nuestro país también quiere participar en esta nueva revolución tecnológica que sin duda reportará enormes beneficios a nuestra sociedad. ■

## BIBLIOGRAFIA

- 1.— T. Moto-Oka (ed.) "Fifth-Generation Computer Systems" JIPDEC North Holland, 1982.
- 2.— M. Valero "Arquitectura de los Computadores de la 5.ª Generación", *Mundo Electrónico*, abril 1985.
- 3.— K. Murakami, T. Kakuta, R. Onai, "Architectures and Hardware Systems: Parallel Inference Machine and Knowledge Base Machine", *Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems*. 1984. Ed. ICOT. Ohmsa, Ltd y North Holland, pág. 18.
- 4.— K. Furukawa, T. Yokio, "Basic Software System", *Proceedings of the International Conference on Fifth Generation*

*Computer Systems*. 1984. E. ICOT. Ohmsa Ltd. y North Holland, pág. 37.

5.— S. Uchida, T. Yokoi, "Sequential Inference Machine: SIM Progress Report", *Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems*. 1984. Ed. ICOT. Ohmsa Ltd. Y North Holland, pág. 58.

6.— T. Yokio, S. Uchida "Sequential Inference Machine: SUIM Its Programming and Operating Systems, *Proceedings of the International Conference on Fifth Generation — Computer Systems* 1984, Ed. ICOT. Ohmsa Ltd. y North Holland, pág. 70.