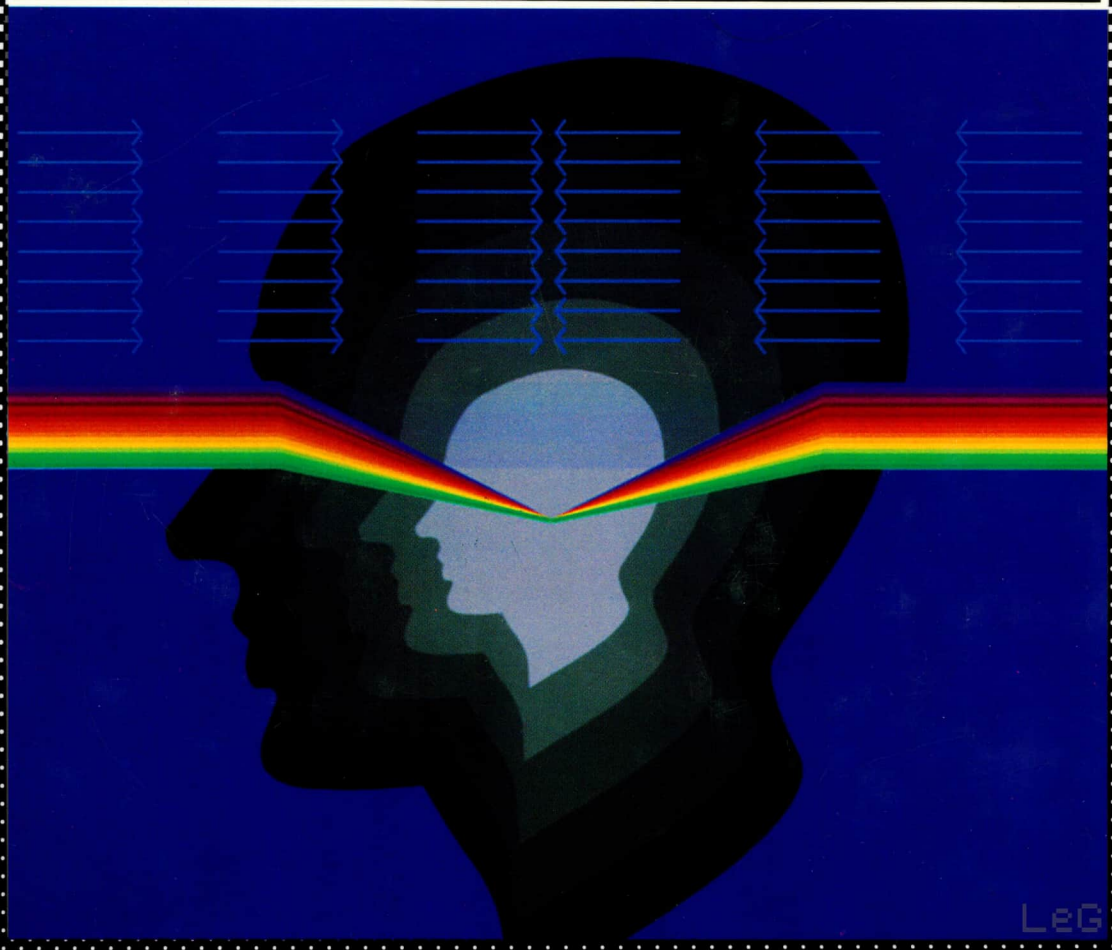
Enciclopedia de la INFORMÁTICA

La revolución informática 1



Es muy posible que desde el descubrimiento de la imprenta ningún acontecimiento haya tenido la repercusión sobre el desarrollo de la historia de la civilización que va a tener la introducción, comercialización y aplicaciones de las técnicas informáticas.
Pero, además, si la introducción de la imprenta ofrecía la posibilidad de disponer de los conocimientos de la época a un amplio sector de personas y, por tanto, se limitaba a reproducir mecánicamente aquello que ya era conocido, la informática ofrece perspectivas mucho más amplias.
En los pocos años de historia de la nueva tecnología se ha podido comprobar que las posibilidades que ésta ofrece a la humanidad rebasan el mero tratamiento de la información para adentrarse en los campos de la investigación y el desarrollo científico.
Por otra parte, la rápida extensión de las nuevas tecnologías ha tenido repercusión ostensible en las actividades cotidianas de los habitantes del mundo civilizado. Hoy en día nadie ignora que la informática está en la base del desarrollo de los sectores científicos más avanzados, pero, también, que la misma base informática está en el entramado de las más nimias y domésticas actividades de cada día.
Los hombres y mujeres de hoy, sobre todo los jóvenes, son conscientes de la existencia de una revolución tecnológica que dará, que está dando ya, una nueva orientación a todos los sectores de la actividad humana.
Y es creciente el deseo de conocer la esencia de esta revolución.

La **Enciclopedia de la Informática** pretende ofrecer una visión amplia, profunda y actualizada de la revolución tecnológica que todo el mundo sabe que se está produciendo, que es irreversible, y que, de ninguna manera, se puede ignorar.

Enciclopedia de la INFORMÁTICA

Enciclopedia de la INFORMÁTICA

Base de conocimientos para situar el futuro

La revolución informática 1

Editorial Planeta
Barcelona, Madrid, Bogotá, Buenos Aires, Caracas,
Lima, México, Quito, Santiago de Chile

© Editorial Planeta, S. A., 1987
Córcega, 273-277, 08008 Barcelona (España)

Ilustración de la sobrecubierta: Ideographis

Primera edición: enero de 1987

Depósito legal: VI. 456-1986 (tomo 1)

ISBN 84-320-7420-9 obra completa

ISBN 84-320-7421-7 tomo 1

Fotocomposición y montaje: Tharrats, S. L.,
Gran Via de les Corts Catalanes, 569, 08011 Barcelona

Impresión: Heraclio Fournier, S. A., Vitoria

Printed in Spain / Impreso en España

La revolución informática

1 La época de los grandes cambios
2 Fundamentos del cambio
3 La nueva enseñanza
4 La nueva inteligencia
5 Proceso de datos
6 Las nuevas telecomunicaciones
7 La nueva forma de trabajar
8 Informática y empleo
9 Individuo y estado
10 Lingüística
11 Ocio y cultura
12 Oficios informáticos
13 El sector informático
14 El mercado informático
99 Índices y referencias

La ENCICLOPEDIA DE LA INFORMÁTICA es una ventana abierta, desde el presente, al mundo del futuro. A través de ella se pueden ver las múltiples dimensiones del complejo e irreversible fenómeno cultural que es la informática. Complejo, porque al poder contemplarse desde varias perspectivas, adopta la dimensión auténtica de una cultura, con sus múltiples aspectos interrelacionados. Y también irreversible, porque el fenómeno está situado y situará cada vez más a la humanidad en un punto de imposible retorno. Dentro de pocos años, el hecho de prescindir de la informática parecerá tan irreal como si en la actualidad se dejara de utilizar, por ejemplo, la electricidad o el teléfono.

La Enciclopedia forma e informa. Los múltiples temas que en ella se tratan, explicados de la forma más clara, pedagógica y completa posible, son susceptibles de un uso polivalente: desde mejorar el conocimiento del lector, hasta servir de ayuda para orientar la carrera de los más jóvenes, pasando por una aplicación concreta de gran interés, como es la optimización de la aplicación práctica de los sistemas informáticos.

Abunda el complemento de las fotografías y el grafismo: no en vano vivimos en la civilización de la imagen.

La informática, el tema ampliamente desarrollado a lo largo de los seis volúmenes de la obra, continúa la revolución recientemente iniciada, pero que ha planteado al hombre de hoy una nueva perspectiva para la sociedad en que se desenvuelve. Ante esta dinámica, la presentación sistemática y conjunta de los fundamentos y descripciones, causas y efectos, entorno y tendencias de esta ciencia apasionante, ofrece un punto de vista idóneo para que el lector pueda formarse sus propios criterios analíticos y operativos.

A través de esta gran ventana abierta es posible divisar el panorama de un mundo cada vez más renovado por las nuevas tecnologías, que se desarrollan como un soplo de aire fresco colmado del espíritu creativo e imaginativo que ha sido siempre el motor propulsor del progreso humano.

Puede plantearse la pregunta del contenido ético del nuevo instrumental que se pone a nuestro servicio: ¿Convertirá la informática al hombre en un ser más perfecto o, por el contrario, le superará y eliminará de su indiscutible primacía?

Una tecnología, y ésta no es una excepción, es moralmente neutra. Únicamente pone a disposición de la humanidad un mayor potencial de actuación. La orientación y uso que queramos dar a los nuevos instrumentos está en nuestras manos. Las posibilidades de desarrollo que una nueva tecnología supone potencian indudablemente las que existían antes de su aparición.

Nuestra inteligencia natural puede amplificarse y complementarse con la ayuda de la inteligencia artificial que se halla contenida en la nueva tecnología. Únicamente de nosotros mismos depende la posibilidad de avanzar hacia nuevos horizontes y con ello optimizar la función de nuestras vidas.

La época de los grandes cambios

El origen de los cambios tecnológicos

Para los países industrialmente más desarrollados, la presente época es sin duda la época de las revoluciones. Vamos a la velocidad de una revolución por semana. La revolución de las comunicaciones, la revolución de la tecnología de punta, la revolución de la información, la revolución de la microelectrónica y de los ordenadores.

Se acostumbra a aceptar estos grandes cambios con cierta superficialidad. En pocas ocasiones nos paramos a considerar las condiciones que los propiciaron o el más amplio entorno en que se gestaron.

Sin duda fueron los técnicos, los científicos y las empresas quienes materializaron unos esfuerzos que decidieron el viraje hacia tales cambios. Incluso parece que no sólo ocasionaron un viraje, sino que fueron casi el único origen del mismo. El trabajo científico y técnico es considerado, a veces, como el iniciador y motivador de los demás cambios.

No niego ni reniego del papel promotor desempeñado por lo que hemos dado en llamar la alta tecnología en la moderna transformación económico-social. Pero quiero poner én guardia contra una visión excesivamente simplista de la tecnología como factor de cambio porque existe una dinámica social y económica más amplia que lo ha hecho posible. Solamente cuando las condiciones se muestran favorables y propicias es cuando tiene lugar realmente el cambio tecnológico y la tan discutida revolución. Los arquitectos de los avances y del cambio tecnológico son piezas de un proceso social más vasto.

Las revoluciones del pasado

Hubo un tiempo en que se sostuvo que los grandes pioneros de la técnica de finales del siglo XVIII, James Watt, John Cay, James Hargraves, Richard Arkwright, fueron la causa de la transformación histórica y de los métodos de producción que hoy denominamos revolución industrial.

No creo que haya ningún investigador serio de la historia económica que les niegue la debida importancia, pero un estudio más ponderado empieza por conceder mayor relieve al planteamiento y al lento desarrollo comercial que previamente, durante dos siglos, habían anticipado dicha revolución.

Aquel desarrollo englobaba la paulatina expansión de los mercados textiles, los fenómenos demográficos, con su gigantesco saldo excedentario de población por encima de la que podía absorberse en ocupaciones rurales, y las coetáneas innovaciones en la producción agrícola, que eliminaron de dichas ocupaciones a otra parte de la población.

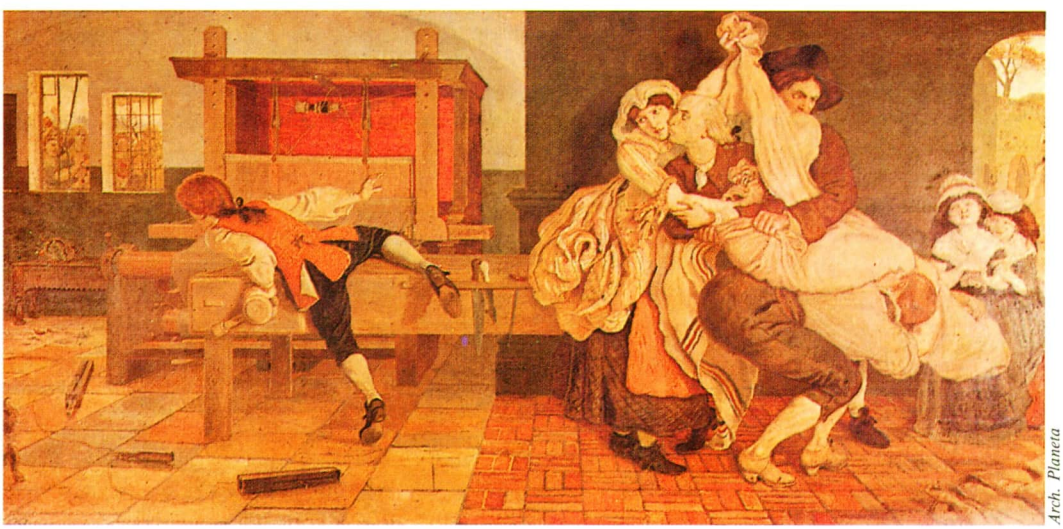
Así pues, sin que en ningún momento se niegue el papel que desempeñaron los cambios tecnológicos en la producción de tejidos o la fuerza motriz aportada por la máquina de vapor, hoy día entendemos que la revolución industrial se desarrolló en un contexto mucho más amplio.

El enorme avance de los ferrocarriles también puede ser interpretado en este sentido. Tuvo lugar en un período y en unas circunstancias de la historia en que el transporte sobre raíles se había hecho del todo necesario en Gran Bretaña, Estados Unidos y Europa occidental para dar libre curso al desarrollo económico.

Se ha dicho incluso que un acontecimiento técnico tan importante como el protagonizado por los hermanos Wright hubiera ocurrido de todas maneras, teniendo en cuenta el cúmulo de conocimientos que en torno a la naturaleza de la atmósfera y la aerodinámica ya se poseía en aquella época y la práctica adquirida en el manejo de los sistemas de transporte.

Si no lo hubieran hecho los hermanos Wright, alguien habría conseguido el mismo resultado, más pronto o más tarde. Lo que no resta valor al hecho de que los hermanos Wright deban colocarse entre los grandes personajes de nuestra historia; únicamente se trata de presentar su figura como parte de un proceso más amplio.

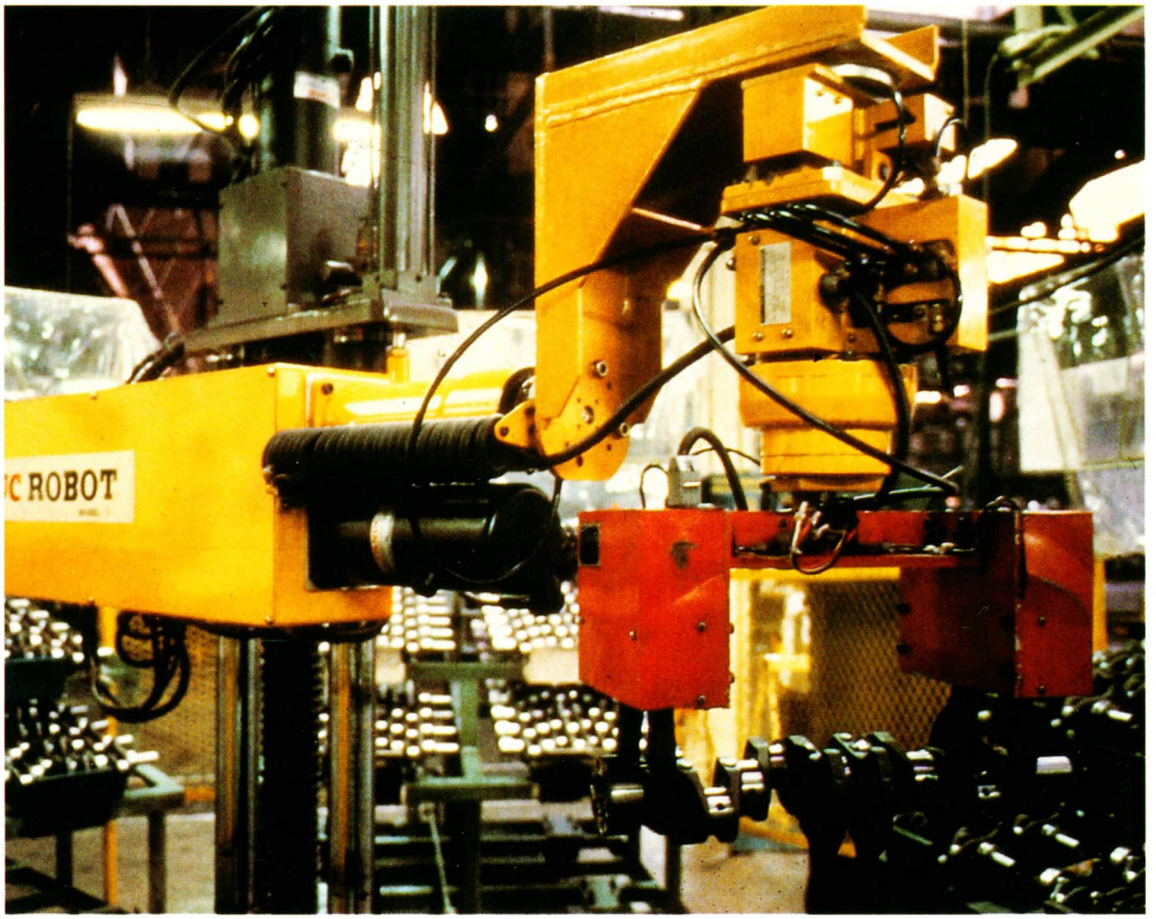
De igual manera, cometeríamos un error si no consideraramos las actuales revoluciones tecnológicas en base a



Arch. Planeta

Los cambios tecnológicos introducidos en la industria textil a finales del siglo XVIII, como la lanzadera volante de telar ideada por el inglés John Kay, tuvieron un papel destacado en el desarrollo de la primera revolución industrial.

Firo Foto



La deficitaria oferta de trabajo se sustituye en Japón mediante la microelectrónica, los ordenadores y los robots. En la foto, robot Fujitsu en la fábrica de automóviles Mazda.

diferentes aspectos que configuran el trasfondo de un cambio social más general.

La fuerza del trabajo

Entre los aspectos a considerar se halla la importante mutación registrada dentro de la fuerza de trabajo industrial y sus relaciones con el empresario. Más en concreto, nos estamos refiriendo al cambio en la estructuración jerárquica de las modernas relaciones laborales.

Distingamos dos aspectos. Uno es muy sencillo. En todos los países industriales hay cada vez menos oferta local de trabajo ordinario, o sea, de la mano de obra que realiza tareas repetitivas, las más de las veces pesadas y aburridas.

Existen dos soluciones para este hecho comúnmente olvidado. La primera consiste en importar obreros. En Estados Unidos no se dispondría de verduras ni de fruta y se padecería escasez de trabajadores para los servicios y la industria si no existieran las fronteras permeables con México y las Antillas.

La influencia de los antillanos, pakistaníes e indios ha sido relevante en la economía británica. Francia no podría existir sin los portugueses y los norteafricanos. Alemania tendría más de un problema si prescindiera de los turcos y los yugoslavos. Japón es una excepción a esta regla general y hay mucho que aprender de la experiencia japonesa.

Japón ha adoptado la segunda solución, que consiste en sustituir la deficitaria oferta de trabajo indígena recurriendo a la microelectrónica, los ordenadores y los robots.

En todos los países industriales la falta de mano de obra indígena para tareas repetitivas y poco gratificantes conforma en gran manera el contexto en que se produce la revolución de los ordenadores y de la microelectrónica.

Estamos hablando de la microelectrónica como sustituyente de la mano de obra, pero deberá tenerse muy en cuenta también que la microelectrónica hace su entrada en el proceso industrial justo allí donde se registra escasez de trabajo. Si no fuera así, el cambio sería mucho menos interesante e importante.

Cambio de papel

El segundo aspecto a destacar en el marco del cambio social que se produce resulta algo menos evidente. La revolución informática hace su entrada en una sociedad en la que está disminuyendo el papel de lo que hasta hace poco se entendía por relación jerárquica entre empleado y empresario.

Piénsese, por ejemplo, en una industria como la del acero. Las grandes forjas de acero del siglo XIX, como las de Andrew Carnegie en Estados Unidos o las de Krupp en Alemania, forjaban un único producto y se regían mediante una idéntica estructura vertical de gobierno que iba del

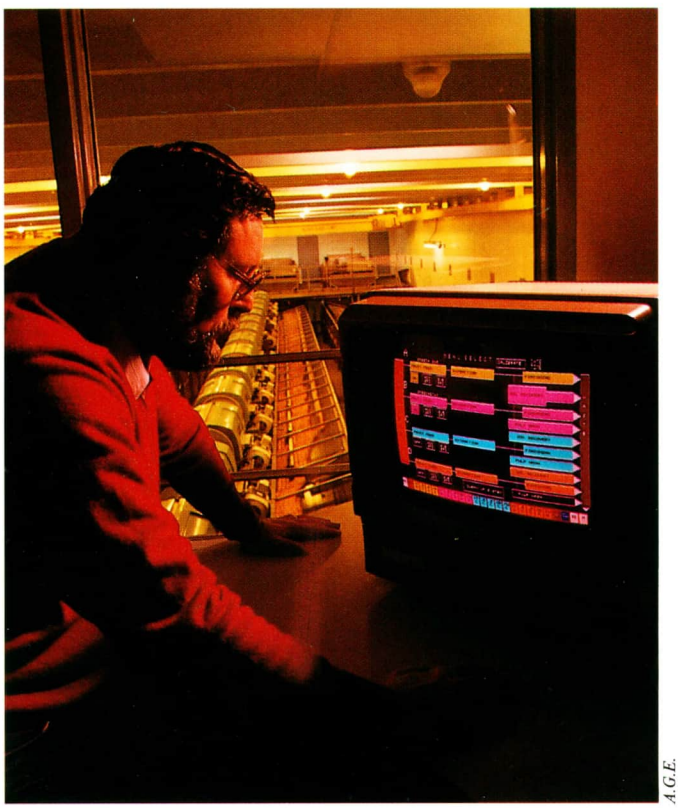
empresario hasta el obrero, pasando por el capataz y haciendo caso omiso de lo que hoy se entiende por información e inteligencia humana.

El contraste es enorme respecto a la actual relación jerárquica existente en las empresas industriales de nuestros días. Ante todo, al aumentar cada vez más el grado de complejidad y diversificación de los productos, se tiene necesidad de una corriente más poderosa de información dimanante de la relación trabajador-administración-capataz. Y ello, a su vez, exige un tipo de supervisión y orientación que sólo es posible con los ordenadores.

También es verdad que el trabajador actual no es susceptible de ser sometido a una relación de mando como la que tuvieron sus predecesores veinticinco o cincuenta años atrás. El trabajador actual es una persona más independiente y más opuesta a la subordinación inherente a una relación jerárquica.

Hay, pues, dos rasgos que también evolucionan. Uno es la necesidad de vigilar más de cerca el trabajo, lo cual es posible gracias a la informatización de la fábrica. Y otro rasgo, menos aceptable es el deseo que muestran algunos empresarios de prescindir totalmente del trabajador reticente, dado que el robot obedece a las órdenes con más fidelidad que el personal de la limpieza.

Gracias a la informatización de las fábricas es posible el control estricto de los procesos de producción.



A.G.E.

La burocratización en la industria actual

Otro aspecto del vasto contexto social en el que se está produciendo el cambio es lo que podemos denominar la burocratización de la actual vida económica. En otros tiempos, la estructura de la empresa industrial era algo bien sencillo. La complejidad cada vez mayor de los productos modernos y de los actuales problemas de marketing, junto con la propia dinámica interna de los negocios, han convertido a la empresa industrial moderna en un imponente complejo burocrático.

En Estados Unidos las estadísticas muestran una reducción del número de trabajadores asalariados con respecto al número total de empleados y un gran aumento numérico de los que trabajan en la estructura burocrática de las grandes empresas.

Esta burocracia estructural limita la atención del empleado de oficina a una estrecha línea de trabajo y enlaza con las decisiones originadas de la interacción del especialista, el técnico, el distribuidor, el director de producción, etc., que trabajan en estrecha relación.

Este intercambio e interacción, conforme se va haciendo más complejo, necesita más fuentes de información comunes. Y esta necesidad pasa a conformar en gran parte el contexto en que trabaja la moderna computadora.

El marketing, cada vez más complejo

Forma parte también de ese contexto la cambiante naturaleza del proceso de vender. Estamos quizás ante el punto más sutil, aunque no el más misterioso. El mercado clásico, como lo describían Adam Smith y más tarde Ricardo y Malthus, proporcionaba toda la información que el productor necesitaba sobre precios y costes.

Esto contrasta enormemente con el mundo actual, donde, en primer lugar, los precios han quedado en parte sometidos a la influencia y el control de la propia empresa, y los mercados han pasado a manos de un relativamente escaso número de vendedores. Por otro lado, el contraste es también enorme si se piensa que hoy el productor es quien configura las preferencias del consumidor a quien sirve.

Se ha pasado de un mundo en el que las preferencias tenían su origen en el arbitrio soberano del consumidor, a otro en el que el productor trata de averiguar las apetencias del consumidor para después, mediante los diversos mecanismos de la publicidad y sistemas de venta, canalizar tales apetencias.

El entero proceso de la venta moderna, de la compraventa, la determinación del precio y planificación de la producción, implica un volumen de información que el mercado por sí solo no puede proporcionar. De nuevo nos encontramos con una parte importante del contexto en que tiene lugar la revolución informática.

Cambios en el estilo de vida

Finalmente, y dentro de dicho contexto, hay un aspecto que surge del cambio en la vida moderna y en los actuales patrones de existencia. Se trata de un progreso surgido al final de los años cincuenta en Estados Unidos, Japón y Europa, pero que hunde sus raíces más lejos todavía.



Camera Press - Zardoya

En Estados Unidos las estadísticas muestran un gran aumento numérico de trabajadores empleados en la estructura burocrática de las grandes empresas.

En la sociedad industrial que se forjó en la pasada centuria, las necesidades de consumo de una familia media eran poco complicadas y no se necesitaba pensar mucho para darles cumplida satisfacción. Estas necesidades consistían esencialmente en la vivienda, alimentación, vestido y poco más. El descanso y la diversión eran simples, y las atenciones médicas escasas. Y todo ello era válido incluso para los niveles de población más acaudalados.

El complejo comportamiento del consumidor actual y sus hábitos de consumo son algo que hoy se da por descontado. En gran medida, ésta es la causa de que se haya pasado del «cómo ganarse la vida» al actual «cómo pasar mejor la vida». Dentro de este entramado social se sitúa el microordenador. Cuando se piensa en el microordenador se piensa en las necesidades domésticas, las cuales entrañan, aparte del valor recreativo del ordenador, un extraordinario nivel de complejidad.

Considero que éstos son los aspectos a tener en cuenta dentro del contexto de la actual revolución informática. Es absolutamente imprescindible estar atentos a los últimos avances que pueda ofrecer la moderna tecnología; pero hay que situarlos en el contexto de los problemas laborales, de las relaciones de mando, de los ilimitados vericuetos encerrados en el comportamiento del consumidor moderno, así como en el contexto de la necesidad de grandes cantidades de información en la distribución y venta de los productos.

La satisfacción de las necesidades domésticas mediante el microordenador situado en el hogar contribuye a hacer más completo el comportamiento del consumidor actual.



Gamma

Fundamentos del cambio

1 Universo físico y mental
2 Teoría general de sistemas
3 Fundamentos industriales
4 Fundamentos electrónicos
5 Fundamentos sociales

La génesis de la informática como actividad científica

Ante cualquier conjunto de conocimientos cabe plantearse tres preguntas fundamentales:

– ¿Qué ha contribuido a su origen y desarrollo?

– ¿Cuál es el estado en que se encuentra en la actualidad?

– ¿Qué papel desempeña en la futura evolución conjunta del sistema en el que está inserto?

Norbert Wiewer, científico norteamericano a quien se considera padre de la cibernética.



A.P.

Al tratar de la informática nos limitaremos a comentar la primera pregunta, ya que la segunda y la tercera vienen ampliamente tratadas a través de múltiples contribuciones que informan de su estado actual y de su utilidad, en términos instrumentales, para las demás ciencias y técnicas.

Centrándonos, pues, en la génesis de la informática será necesario efectuar, de entrada, algunas precisiones. La primera de ellas consiste en especificar una definición del término: «Informática es aquella rama de la ciencia y de la técnica que trata de la concepción y de la utilización de los sistemas de transmisión y tratamiento de la información, especialmente del tratamiento automatizado de datos» (R. Segret). El contenido clave se halla en la palabra información. A través de ella se pueden situar un conjunto de materias que componen un bloque homogéneo a su alrededor:

– La cibernética, «actividad científica que estudia la comunicación y el control en los animales y las máquinas» (N. Wiener).

– La teoría general de sistemas, «colección de conceptos generales, principios, instrumentos, problemas, métodos y técnicas relacionados para formar un todo» (L. von Bertalanffy).

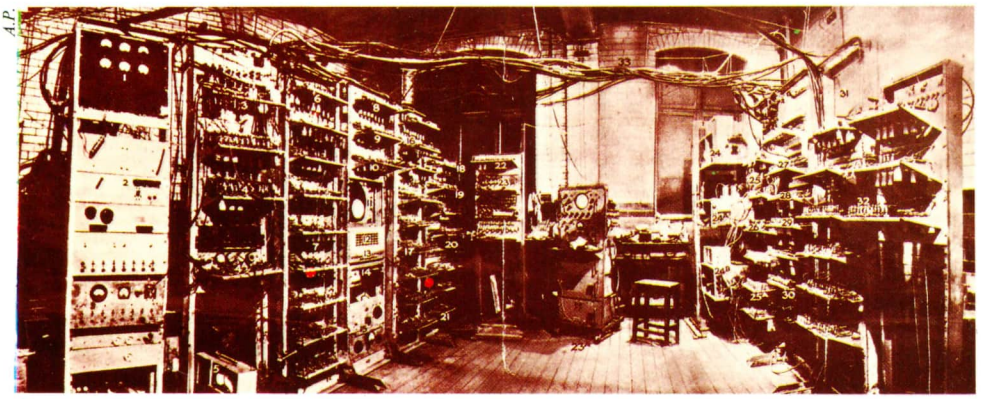
– La teoría de la información, «teoría matemática sobre la transmisión, almacenamiento y transformación de la información» (J. Garriga Gusi).

La pregunta formulada puede, por tanto, contestarse mediante un análisis que sitúe la formación del anterior bloque teórico (al que en adelante se denominará bloque cibernético) en virtud de los avances de las demás ciencias.

Partiremos de la clasificación de las ciencias en formales y empíricas, subdivididas éstas a su vez en ciencias naturales y sociales. Una primera influencia es la de las ciencias naturales sobre el aspecto hardware del bloque cibernético. Es obvio que los avances de la física y, en particular, de la electrónica han permitido las oleadas sucesivas de generaciones de computadoras.

Aquí, sin embargo, se pretende enfatizar sobre aspectos menos obvios, por medio del intento de responder a la pregunta: ¿Por qué no cuaja el bloque cibernético hasta la mitad del siglo XX y no surge con la revolución mecánica del siglo XIX?

Parece plausible concebir una generación de ordenadores con base puramente mecánica. De hecho, han existido



El Manchester Mark I (1948) fue el primer ordenador del mundo con programa almacenado.

ejemplos aislados que han carecido de continuidad para suponer un avance relevante en esta rama. El punto central de la cuestión, esto es, la explicación acerca del siglo adicional de retraso, está en el proceso de aprehensión de la información como objeto científico. Este proceso ha sido muy lento porque el concepto de información conlleva elementos y estructuras alejados de los modelos mecánicos con los que estaba acostumbrada a trabajar la ciencia clásica heredada de Descartes y Newton. En la información el todo puede tener significado distinto al de sus partes y cabe que este significado pueda tener múltiples interpretaciones con verosimilitud solamente probabilista. Por ello se precisó un salto cualitativo en los métodos científicos, que se produjo como consecuencia de nuevas concepciones en el campo de la filosofía de la ciencia.

La información como objeto científico

En síntesis, los jalones relevantes que han conducido hasta la información como objeto científico son, a nuestro juicio, los siguientes:

– El avance en la formalización matemática de las ciencias sociales. La necesidad de precisión en la ciencia económica, que se empezó a manifestar tímidamente en David Ricardo, para irse acentuando con Marx y los neoclásicos, dio lugar a que los modelos descriptivos fueran utilizando dosis crecientes de lenguaje matemático. La explicación del funcionamiento de una economía clásica, neoclásica o keynesiana se efectúa actualmente en términos de modelos matemáticos. Ello supone un acercamiento a la posibilidad de tratamientos programables, esto es, induce a la generación de software específico. En otras palabras, los modelos matematizados de las ciencias sociales crean la necesidad de su eventual tratamiento a través de instrumentos informáticos, y es bien sabido que la necesidad crea el órgano. Y esta necesidad no se ha sentido hasta la maduración «formal» de las ciencias sociales.

– La evolución de la filosofía de la ciencia ha sido quizá el factor más importante. La aparición en el primer tercio del presente siglo del positivismo lógico, con su exigencia de contrastación de los teoremas de las ciencias empíricas, ha creado la necesidad de tratar y ordenar los datos que ofrece la realidad y ha impulsado el avance de la teoría de la inferencia estadística. La aplicación de tal teoría ha permitido la formalización y desarrollo de los modelos de contrastación, dando lugar a técnicas más o menos específicas de las diversas ciencias sociales y naturales: econometría, sociometría, biometría, etc. Dichos modelos suponen el uso de datos muestrales y su manipulación a través de tests idóneos, lo que los hace especialmente pertinentes para someterlos a tratamiento mecanizado.

– La revolución que la física moderna ha implicado para la filosofía de la ciencia ha contribuido también a desarrollar la estadística, el álgebra lineal y la lógica formal. En efecto, la mecánica cuántica de la escuela de Copenhague, iniciada en los años veinte, al proclamar el principio de indeterminación de Heisenberg suponía que la física dejaba de ser una ciencia exacta para devenir una ciencia con una base tan aleatoria como las ciencias sociales. Al mismo tiempo generaba la necesidad de una lógica más amplia, dado que los postulados de la lógica tradicional no se acomodaban a los axiomas que amparaban el funcionamiento de los cuantos. Y el planteamiento matemático de la teoría, bajo la forma de sistemas característicos lineales, dio pie a la necesidad de perfeccionar el álgebra lineal y, además, generó insólitos frutos directos para el bloque cibernético: John von Neumann, que desarrolló tal formalización en 1932, fue después uno de los personajes clave en la fundación de la informática.

– Otro punto de apoyo previo que cristalizó alrededor de los años cincuenta fue la teoría de la decisión. Impulsada por el cambio de enfoque conceptual que había reducido el campo tradicional de la economía política –estudio de la producción y distribución de bienes en un contexto social– al de la economía –decisiones de asignación de recursos escasos entre fines alternativos–, el estudio de los mecanismos de decisión cobra fuerza con el auge de las técnicas de investigación operativa –programación lineal, teoría de colas, teoría de redes– y el paso de la estadística hacia una concepción subjetiva de los fenómenos estocásticos (De Finetti, Savage) en que basar las decisiones.

El elemento fundamental es, sin embargo, el enfoque de von Neumann y Morgenstern (1945) acerca de cómo basar las decisiones ante adversarios inteligentes: la teoría de los juegos. Se estaba ya en la antesala que conduciría inexorablemente al bloque cibernético. Y el propio von Neumann la cruzaría en los años cincuenta al aplicarla al ordenador MANIAC y desarrollar, hasta su muerte en 1957, la teoría de los ordenadores electrónicos y de los autómatas.

Universo físico y mental

1 Ciencias axiomáticas

2 Redes reactivas

La mente del hombre interacciona con el mundo exterior. Capta constantemente sensaciones, las memoriza, las asocia y las relaciona, y, en función de las mismas, emite voliciones.

Para una comprensión adecuada del proceso del conocimiento y de la comunicación conviene analizar con la mayor precisión posible los elementos que integran el universo físico y mental.

Mundo exterior

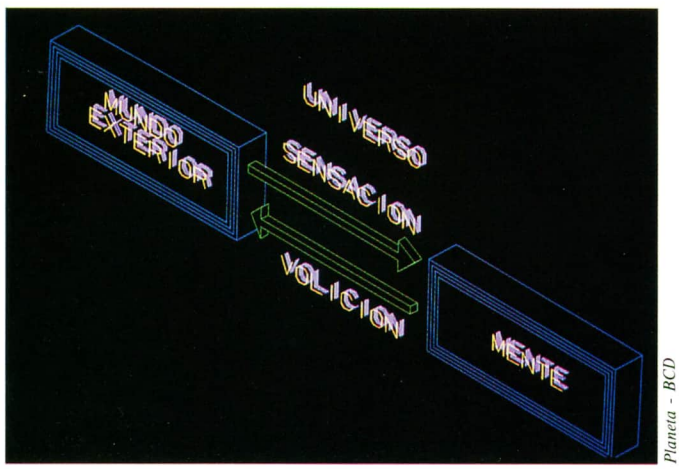
• **Existencia.** Es la presencia actual de un elemento determinado en el universo físico, en una cierta dimensión espacial y temporal.

• **Acontecimiento**. Es una integración de elementos compresentes en el universo.

Por su misma esencia, un acontecimiento no puede repetirse. Es algo que está aquí, con independencia de que alguien crea o no crea en él. Su presencia hace verdaderas o falsas las afirmaciones.

Vivir es adaptarse a los acontecimientos y adaptar los acontecimientos a uno mismo. Como dejó escrito Bernard Shaw: «El hombre sensato se adapta al mundo. El hombre insensato intenta adaptar el mundo a sí mismo. En consecuencia, todo progreso depende de los hombres insensatos.»

Interacción de la mente con el mundo exterior.



Planeta - BCD

• **Sensación.** Es el primer efecto mental de una causa física. Las sensaciones son las influencias que la mente recibe del mundo exterior.

• **Fenómeno.** Es el elemento o grupo de elementos que inciden en un momento dado y son capaces de ser sometidos a observación. El fenómeno es un acontecimiento observable.

• **Volición.** Es la última causa mental de un efecto físico. Las voliciones son las influencias que la mente emite al mundo exterior.

• **Mente.** Es la suma total de las actividades de un organismo, por medio de las cuales éste responde, como un sistema dinámico e integrado, a las influencias que recibe. Las actividades de la mente se denominan actividades mentales.

• **Memoria.** Es el archivo mental de las sensaciones, su retención. La fe en la memoria es condición elemental del reconocimiento científico. Es absolutamente necesaria y no se puede demostrar hecho alguno sin recurrir a la misma.

La memoria activa es el sector de memoria cubierto por la atención, el resto es memoria pasiva.

• **Atención.** Se denomina atención a la concentración de la mente en sensaciones o ideas. La atención es el sector de la memoria cubierto por las sensaciones o por registros de sensaciones recibidas con anterioridad de las cuales se es consciente.

• **Conocimiento.** Es una experiencia que incluye la representación clara de una realidad junto con una firme creencia en su verdad. En su forma primaria es la simple percatación. Si se añaden ideas de relaciones o significados, la experiencia se denomina comprensión.

El conocimiento registra impresiones y prepara reacciones aplazadas. Es material que se archiva en la memoria.

El conocimiento sólo actúa a través de las influencias que recibe de un elemento al que configura en función de dichas influencias.

• **Idea.** Es el conocimiento de un elemento a través de las sensaciones recibidas del mismo. No es nunca producto de las propias estimulaciones sensoriales. La idea es el estado de un organismo adecuado, en cierto modo, a algo que no es sensible en el momento presente.

A es idea de B, si:

Arch. Planeta



La Tierra es un fenómeno capaz de ser observado: imagen desde el Apolo 11 a 98 000 millas de distancia.

– hay un parecido entre A y B (si son complejos, si tienen una estructura semejante, etc.);
– B desempeña un papel definido en la causación de A;
– A y B tienen ciertos efectos en común.

Entonces, B es el prototipo de A.

Las ideas, y las actitudes respecto a las mismas, constituyen la vida mental. Ellas son parte de causas de acciones, que se convierten en causas completas cuando se aplica un estímulo adecuado. Son explosivos en espera del detonante.

• **Idea indicativa.** Es la que viene definida por los conceptos «cosa-aquí-ahora». Frente a la misma pueden adoptarse varias actitudes:

aseverativa	hay
interrogativa	¿hay?
optativa	oh, que
negativa	no hay

La anterior relación no es, en modo alguno, exhaustiva.

• **La mente como sistema reactivo.** La memoria archiva las sensaciones por semejanzas, de modo que, al dirigir la atención a una sensación cualquiera, aparecen también en la conciencia las sensaciones más ligadas o asociadas a la misma. Por un proceso similar, la memoria archiva asimismo las ideas.

Al recibir una sensación, la mente ve el contexto de la misma y, según sea su deseabilidad, reacciona en forma de aproximación, indiferencia o rechazo.

• **Abstracción**. Consiste en la operación de considerar por separado aspectos o componentes de la realidad. Las abstracciones simultáneas y múltiples reciben el nombre de análisis.

La ciencia transforma conscientemente la artificialidad de la abstracción en instrumento de conocimiento. Todo aumento de abstracción disminuye la diferencia entre el mundo de una persona y el de otra.

• **Abstracto.** Aspecto o cualidad de un objeto o grupo de experiencias acerca del mismo, considerado aparte del propio objeto y del grupo de experiencias. Este concepto implica, tanto como la propia abstracción, una generalización.

Una característica decisiva de un objeto considerado en abstracto, es que no puede decirse que exista en ninguna parte del espacio/tiempo y, en consecuencia, no puede percibirse. Por tanto, al tratar de objetos abstractos, construi-


Arch. Planeta

La neurona es la unidad básica del sistema nervioso.

mos o presuponemos algún contexto teórico en que aquellos objetos existan.

• **Inferencia animal.** Conocida también por el nombre de reflejo condicionado, es la sensación por medio de la cual si A y B, por ejemplo, acostumbran a aparecer juntos, llega un momento en que la percepción de A despierta la idea de B.

• **Inferencia científica**. Llamada también analogía, es la sensación por medio de la cual si en unos casos, por ejemplo, A está acompañado de B, y en otros casos se da A y no se puede asegurar la presencia de B, inferimos que probablemente B se halla presente.

• **Ciencia.** Una ciencia se caracteriza por las particulares abstracciones (objeto formal) con las que considere la realidad (objeto material). Su objetivo es eliminar la subjetividad de la sensación, mediante abstracciones de grado cada vez mayor, y sustituirla por una forma de conocimiento que pueda ser la misma para todos los que la perciban.

Símbolos y comunicación

Símbolo, sentido, significado y significación

Un término A cuya percepción despierta la idea de otro término B es un símbolo.

El efecto se logra a través de la creación de reflejos condicionados. Ser símbolo de B es una propiedad inmaterial intrínseca del término A.

El modo como el símbolo significa es el sentido, y la significación de un símbolo es el objeto cuya idea es despertada por la percepción del mismo.

La propiedad de un término A en virtud de la cual éste es símbolo de otro término B es el significado. Muchas veces el significado es asignado por convención. Ésta legitimiza al símbolo.

Dos símbolos tienen el mismo significado si cualquier término cuya idea es despertada por uno de ellos, es también despertada por el otro. Uno de los defectos de los símbolos es que confieren un orden a términos que intrínsecamente carecen de él.

Verdad

La presencia de una proposición en el universo físico real es una verdad y requiere la presencia simultánea de representación y representado.

La relación de verdad no es convencional. No se puede alterar a voluntad una situación. Una proposición es verdadera con respecto a una teoría, si puede construirse a partir de los elementos iniciales y reglas de generación de dicha teoría. Se trata de una relación externa: ningún análisis de la proposición puede verificarla, excepto para verdades formales construidas a partir de términos más simples.

Signos

Es conveniente que los signos puedan ser presentables a voluntad y sean fácilmente reconocibles si han de ser utilizados con propósitos de comunicación. Los signos son más permanentes que las cosas significadas.

La inscripción es la marca individual de un símbolo. La percepción de muchas inscripciones da lugar, por abstracción, a la idea de símbolo. La atribución de significado a un símbolo es la interpretación.

• **Signos icónicos.** Son aquellos signos, artificialmente producidos, que tienen significado en función de su mayor o menor semejanza natural con ciertos objetos. Un retrato es un símbolo icónico de una persona.

Palabras

Las palabras constituyen un caso especial dentro de las especies de signos. Cumplen perfectamente con las dos propiedades de ser presentables a voluntad y fácilmente reconocibles. Pueden ser habladas, formando un conjunto ordenado de sonidos emitidos vocalmente, o escritas, como conjunto ordenado de señales gráficas.

Se les asigna significación por convención y se aprenden por inferencia animal (reflejo condicionado). Existe una correspondencia biunívoca entre cada sonido y cada grafo.

Definir una palabra es crear un reflejo condicionado entre ella misma y otro término.

La palabra puede definirse ostensivamente, pronunciándola con repetición cuando el objeto denotado está presente. Para que esta definición sea eficaz debe haber un rasgo del ambiente que sea noticiable, distinguible, emocionalmente interesante y frecuente.

La definición verbal de la palabra consiste en explicarla a partir de otras palabras. Este tipo de definición presupone el conocimiento de las palabras usadas para definir. El proceso no puede repetirse de forma indefinida, ya que ello supondría disponer de un número infinito de palabras o el recorrido de un círculo vicioso en el que, después de un número dado de definiciones, las palabras definidas formarían parte de la definición, lo cual es inadmisible.

Palabras e ideas

Se aplican idénticas palabras para denotar las ideas y para expresar los términos que son los prototipos de las mismas. Las palabras pueden convertirse en sustitutivos de las ideas y tienen significado a través de una asociación convencional, al tiempo que las ideas tienen significado a través de una asociación natural.

Mentalmente,

la idea A se asocia con la idea B
la idea A se asocia con la palabra A
la idea B se asocia con la palabra B
la palabra A se asocia con la palabra B

Signos comunicativos

Son aquellos signos utilizados para transmitir información de una mente a otra. Existen unos términos comunicativos básicos (letras) con los que pueden formarse construcciones sintéticas (palabras y frases).

Los símbolos comunicativos deben poder ser producidos en cantidades ilimitadas y ser fácilmente reconocibles las distintas veces que sean presentados. Sólo se puede transmitir información de algo (hablar de algo), introduciendo los signos que se precisan al efecto.

Lenguaje

El lenguaje está definido por tres clases de convenciones:

– *alfabeto,* o stock de signos comunicativos básicos (letras);

– *palabras,* construcciones sintéticas que pueden formarse haciendo figurar letras como términos elementales mediante aplicación de reglas especificativas;

– *sentencias,* construcciones sintéticas que pueden formarse mediante la terminificación de construcciones sintéticas de palabras, de acuerdo con las reglas de formación.

A todas las construcciones sintéticas formadas tomando como elementos las letras en cualquier combinación posible se las denomina expresiones.

Las expresiones construidas mediante la aplicación de las reglas de formación (palabras y sentencias) se denominan fórmulas.

A través de sus convenciones, el lenguaje intenta la plasmación objetiva (intersubjetiva) del conocimiento. Las convenciones son de dos tipos:

– de formación de sentencias;

– de significación de palabras.

• **Lenguajes bien construidos y mal construidos.** Son lenguajes bien construidos aquellos que no permiten vaguedades ni contradicciones en el discurso, uso y combinación de los símbolos.

Los lenguajes mal construidos permiten algunas vaguedades y contradicciones. Generalmente lo son los lenguajes vivos.

Algunos vicios del lenguaje son la sinonimia (varios símbolos designan el mismo objeto) y la homonimia (un símbolo designa varios objetos).

Los nombres comunes están generalmente poco determinados en cuanto a extensión: no tienen sintaxis exacta y el sentido común debe intervenir para identificar las oraciones.



Lo abstracto en la pintura: Juegos en la nieve *(1951) por Alfred Manessier.* Museo Guggenheim, Nueva York.

Arch. Planeta



A.P.

Estos símbolos representativos de diferentes deportes comunican la idea intrínseca de cada uno de ellos.

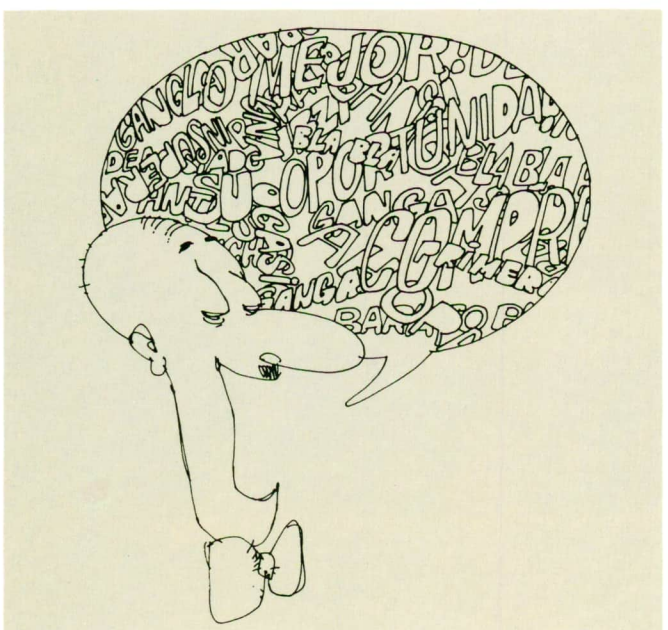
Semiótica

La semiótica es la teoría general de los lenguajes. Se divide en sintaxis, semántica y pragmática.

La sintaxis estudia las relaciones entre los símbolos del cálculo. Las variables sintácticas son letras que se usan para referirse a expresiones del cálculo de que se trate.

La semántica estudia las relaciones con el exterior de los símbolos de un lenguaje.

Con múltiples combinaciones de letras se pueden formar palabras y expresiones.



La pragmática estudia las relaciones entre el lenguaje y sus usuarios.

Vocabulario

Se denomina vocabulario al repertorio de palabras construibles de acuerdo con las reglas de formación, para un lenguaje dado.

El vocabulario mínimo es aquel que no contiene ninguna palabra que sea capaz de ser definida verbalmente a partir de las otras palabras del vocabulario. Por regla general, para un mismo lenguaje existe un número ilimitado de vocabularios mínimos posibles. Toda ciencia empírica debe contener, en su vocabulario mínimo, palabras descriptivas de determinadas experiencias.

Lenguaje u

Es el lenguaje que se usa para la comunicación. Pueden existir infinitas formas del mismo y contiene la totalidad de convenciones lingüísticas establecidas.

Sus características fundamentales son:

– es determinado;

– contiene la terminología técnica generalmente inteligible;

– es variable (las palabras que lo forman tienen altas, bajas y variaciones);

– a través del mismo, se puede alcanzar un aceptable grado de precisión.

Metalenguaje

Si se habla de L_1 en términos de L_2 y de L_2 en términos de L_3, decimos que L_1 es el lenguaje objeto y L_2 su metalenguaje, mientras que L_3 es el metalenguaje de L_2 y el metametalenguaje de L_1. El lenguaje W es siempre, por definición, el último de los metalenguajes.

Ciencias axiomáticas

Axiomas y reglas de transformación

Muchas disciplinas, entre las que se hallan las ciencias formales (lógica y matemática), se plantean como un sistema en el que se definen unas verdades básicas, indemostradas en el marco del propio sistema (axiomas), y unas reglas de transformación de los mismos.

El resultado de aplicar reiteradamente estas reglas a los axiomas inicialmente definidos son los teoremas, o verdades válidas derivadas en el contexto del propio sistema.

Fundamentación de una ciencia

El anterior enfoque nos permite analizar las bases de una ciencia únicamente fijándonos en los axiomas y reglas de transformación de la misma. Podemos saber en qué conceptos apoyamos realmente nuestro conocimiento científico sobre una materia determinada.

Es posible construir los teoremas de una ciencia a partir de axiomas y reglas distintas. Dado que los teoremas son una simple derivación de los anteriores conceptos, es posible que, al variar los supuestos básicos, varíen las verdades válidamente construidas del sistema.

Los planteamientos deben hacerse de forma que la ciencia no entre en crisis material (contradicción con la realidad), ni en crisis formal (deducción de teoremas contradictorios desde la base de los mismos axiomas y reglas de transformación). Salvados estos puntos, la elección de los axiomas y reglas más adecuados se convierte en un problema de optimización, en el que se trata de:

1. Minimizar el número de conceptos iniciales y reglas de transformación.
2. Minimizar el número de transformaciones a efectuar antes de «alcanzar» un determinado teorema.
3. Estructurar los axiomas y reglas de tal forma que sean lo más próximos posible a los caminos naturales de nuestra propia mente y forma de pensar. O, dicho de otro modo, que nos sean familiares.

Como los objetivos anteriores pueden entrar en conflicto, se trata de buscar un planteamiento científico formal que equilibre las ventajas e inconvenientes en función de nuestra propia valoración de cada uno de ellos.

Ejemplo de construcción axiomática

Considérese el juego del dominó cubano, de 55 fichas, cuyos valores oscilan entre 0 y 9. Un ejemplo muy simplificado de construcción de combinaciones válidas, podría ser:

Axiomas. Las propias 55 fichas del dominó. Toda posible ficha tiene 2 valores, cada uno de ellos con un rango comprendido entre 0 y 9.

Reglas de transformación. Para que dos fichas puedan «unirse», los valores que ambas presenten en el lado por el que se unan deben ser iguales.

Teoremas. Todas las conexiones que se efectúen en el juego, de acuerdo con las convenciones anteriores.

Círculos viciosos

En la fundamentación de una ciencia no pueden admitirse, de forma directa o indirecta, círculos viciosos. Tal enfoque sería el de un diccionario, que define cada palabra en función de otras palabras. Si, a su vez, buscamos la definición de estas segundas palabras, tarde o temprano, directa o indirectamente (casi siempre, pronto y directamente), encontraremos en su definición las primeras. Evidentemente, un diccionario es un sistema cruzado de relacionar palabras, no un fundamentador o un sistema axiomático.

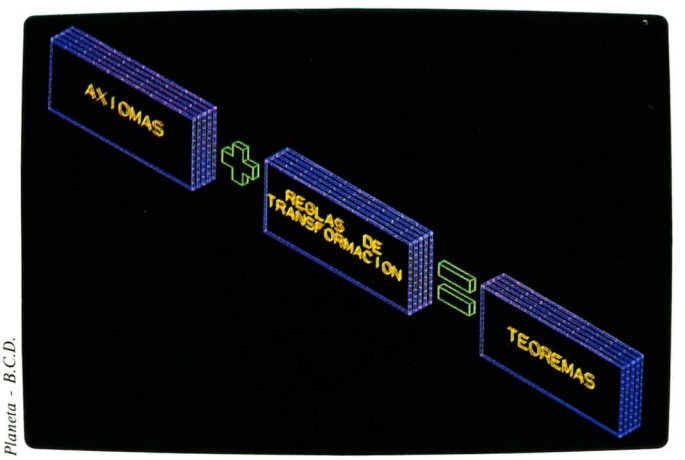
En toda ciencia, existen estas primeras nociones. Caso contrario, nos hallaríamos ante una situación como la del predicador que afirmaba que el mundo estaba sostenido por un gran elefante blanco. Al ser preguntado sobre quién sostenía a este elefante blanco, respondió que otro elefante blanco, y, anticipándose a la nueva e inevitable pregunta, añadió: «Y éste, a su vez, está sostenido por otro, y otro, y otro, sin que esta cadencia termine nunca.»

Teoremas verificados por computadora

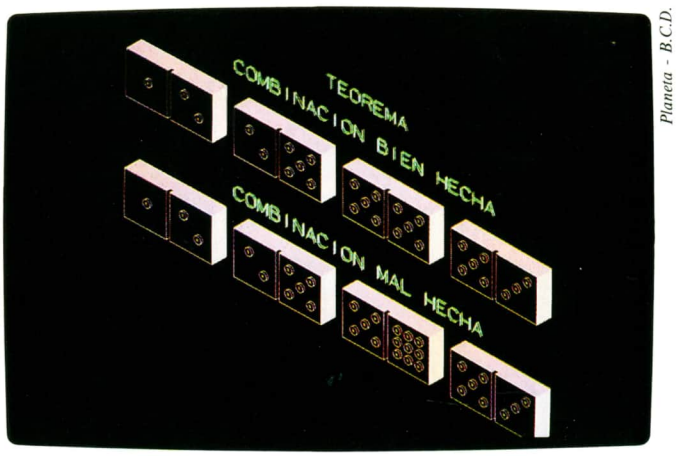
Lógicos y matemáticos, durante miles de años, han probado o intentado probar teoremas. En la actualidad, las computadoras pueden ayudarles mucho en esta labor.

A través de la posibilidad de construir y utilizar programas que verifiquen teoremas, se amplían los planteamientos para algunos profesionales de la ciencia: los matemáticos pueden efectuar cálculos con más rapidez y admitiendo una complejidad mucho mayor que la posible hasta ahora,

Esquema de obtención de los teoremas.



Planeta - B.C.D.



Planeta - B.C.D.

Construcción de combinaciones con fichas de dominó.

gracias a las computadoras, las cuales pueden ser consideradas como una extensión de su propia mente; los programadores deberán mejorar su metodología de programación, para garantizar que los resultados de las pruebas sean correctos, mediante la absoluta depuración y eliminación de errores del programa verificador, objetivo no siempre fácil de alcanzar, pues estas distorsiones pueden provenir de errores en el programa, errores en los compiladores utilizados o mal funcionamiento físico del ordenador.

Por ello, es aconsejable la utilización de algunas redundancias que permitan aumentar exponencialmente la probabilidad de perfecto funcionamiento del programa.

Clases de programas verificadores

Verificadores de pruebas. Son programas que, dada una fórmula, analizan si es un axioma del sistema, o si ha sido construida a partir de una aplicación correcta de las reglas de transformación. En otras palabras, si la gramática empleada es correcta. Este tipo de programas no descubre pruebas: simplemente, dada una de ellas, verifica su corrección.

Probadores de teorema. Dado un teorema, le busca una prueba. Obviamente, se trata de un programa de una lógica mucho más complicada que la simple verificación. En algunos casos, puede ser muy difícil su demostración, al existir afirmaciones cuya verdad o falsedad es cuestionable, y, por tanto, está en tela de juicio su cualidad de teorema.

Matemática axiomática

El sistema axiomático de Peano parte de tres términos indefinidos:

1, cero (0);
2, número,
3, sucesor,

y cinco postulados:

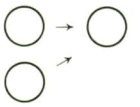
P1. 0 es un número.
P2. El sucesor de cualquier número, es un número.
P3. Dos números no tienen nunca el mismo sucesor.
P4. 0 no es sucesor de ningún número.
P5. Si P es una propiedad tal que:
– 0 tiene la propiedad P;
– siempre que un número *n* tiene la propiedad P, entonces el sucesor de *n* también la tiene;
entonces todo número tiene la propiedad P.

En el enunciado del segundo postulado de Peano, «P2. El sucesor de cualquier número, es un número», se sobreentiende que cada número tiene un sucesor, y que este sucesor es único. Ello debería explicitarse en el enunciado, el cual quedaría: «P2. Todo número tiene un solo sucesor, el cual, a su vez, es un número.»

Simbolización del sistema axiomático de Peano como red

Simbolicemos:
– número = término emisor = (N) →
– sucesor = término receptor = → (S)
– cero = un número dado = (0) →

Obsérvese que se trata de una simbolización y no de una interpretación. El postulado tercero elimina la posibilidad de que se dé la red:

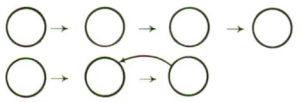


El postulado segundo, en principio, admite las posibilidades:

1.  cadena sin fin, pues todo término implica flecha y toda flecha implica término.

2. 

ya que toda otra posible red constituible según el postulado, como, por ejemplo, las redes

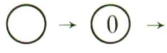


no sería admitida por el postulado tercero.

El postulado primero nombra a un número de la cadena, por el momento indeterminado: el cero



El postulado cuarto niega que pueda darse la red



por lo que la posibilidad 2, que el postulado segundo dejaba abierta, resulta inviable. La posibilidad 1 aparece como la única viable, siendo el número cero el primer término de la cadena sin fin, de acuerdo con el postulado cuarto.

Así, vemos que, en conjunto, los cuatro primeros postulados de Peano se limitan a diseñar una cadena sin fin y con principio, cuyo primer término es el cero:

Análisis del quinto postulado de Peano

A efectos de análisis, el quinto postulado de Peano puede dividirse en dos subenunciados:

1. Si el primer término de una cadena sin fin tiene una propiedad, y el hecho de que un término la tenga implica que su sucesor también la tiene, ello implica que todos los términos de la cadena tienen la propiedad.
2. Los términos de una cadena sin fin son exactamente los números naturales, ni uno más, ni uno menos, de manera que cada término es un número y cada número es un término.

El subenunciado 1 es meramente la tautología lógica:

$$A \cdot (A \rightarrow B) \cdot (B \rightarrow C) \cdot (C \rightarrow D) \ldots = A \cdot B \cdot C \cdot D \ldots,$$

la cual no ofrece luz alguna en cuanto a lo que puedan ser los números. Únicamente el subenunciado 2 tiene contenido aritmético.

Síntesis de los axiomas de Peano

A través de sus cinco postulados, Peano afirma que los números naturales son toda cadena con principio y sin fin:

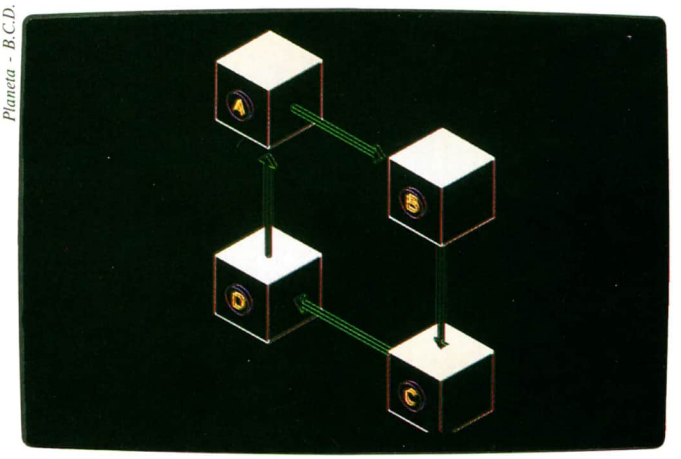
En realidad, llevada a su extremo, la fundamentación de la aritmética no puede ser más simple.

El mérito principal de Peano parece haber sido el de efectuar el primer intento de axiomatización, y, principalmente, darle unas vueltas tan rocambolescas a algo tan simple como enunciar una cadena sin principio y sin fin.

Lógica axiomática

El primer gran creador lógico fue Aristóteles, con su exposición sobre el silogismo, a la que los escolásticos medievales dieron su forma tradicional. Hasta el siglo XVII, la lógica estuvo prácticamente aletargada. Podemos considerar a Leibniz como el primer lógico moderno, al desarrollar su esquema utópico para reformar la ciencia mediante un lenguaje científico universal y un cálculo para pensar. Los resultados que obtuvo en el desarrollo de la lógica fueron muy fragmentarios. Reconoció que tuvo predecesores, entre los cuales Ramon Llull con su *Ars Magna*.

El creador real de la lógica moderna fue George Boole. En su álgebra presenta por primera vez un cálculo completo y operable, aunque incluye algunas expresiones y operaciones no interpretables lógicamente. Jevons, Peirce y Schröeder perfeccionaron el álgebra de Boole hasta darle su forma actual. Peano, en su *Formulaire de mathématiques,* dio por primera vez a las matemáticas una formulación



Planeta - B.C.D.

Círculo vicioso: las flechas de la figura indican relaciones de fundamentación.

«logística», en la que los principios de la lógica se utilizaban como soportes de las demostraciones. Se partía de tres nociones elementales y cinco postulados matemáticos indemostrados, de los que se deducía toda la aritmética a través de un proceso meramente lógico.

Posteriormente, Russell y Whitehead, en su *Principia mathematica,* probaron que todas las ideas y postulados aritméticos podían derivarse de la lógica. La verdad de la matemática pasaba a ser una consecuencia lógica de la verdad de la propia lógica. Los postulados aritméticos quedaban eliminados.

A partir de entonces las aportaciones a la lógica fueron numerosas, especialmente a cargo de autores como Sheffer, Wittgenstein, Lukasiewicz, Tarski, etc., aunque no llegaron a afectar esencialmente las ideas sostenidas en *Principia mathematica* acerca de la fundamentación lógica de la matemática.

Función lógica clásica

En la fundamentación de la lógica no existe un texto tan universalmente aceptado como en el caso de los cinco axiomas de Peano en la fundamentación matemática. En consecuencia, se expondrá la idea general de función lógica y se analizarán, de forma un tanto personal, las posibilidades que existen de alcanzar dichas funciones lógicas a partir de la aceptación de unas u otras de las mismas como funciones indefinidas básicas. Dicho en otras palabras, se procederá al estudio de los diferentes accesos a la total operatividad lógica.

Una función lógica asigna un estado distinguible (de entre dos estados posibles) a una secuencia ordenada de términos, cada uno de los cuales tiene un estado distinguible.

El estado posible asignado debe definirse para cada combinación de estados de los términos integrados en la secuencia. Asignar un estado a una función, significa seleccionar unas cuantas combinaciones de estados admisibles de los términos que la forman.

Llamamos *tabla de la función* a la tabla definitoria del estado de una función que se asigna a cada combinación de estados de los términos que la integran.

Funciones lógicas de una variable

Las funciones lógicas de una variable emiten una línea de salida cuyo valor, o estado, depende del estado de la única línea de entrada que reciben.

La tabla adjunta resume todas las posibles funciones lógicas de una variable.

TABLA DE FUNCIONES LÓGICAS DE UNA VARIABLE

Número función	*Símbolo*	*Descripción*	*Valores de la variable X*	
			0	*1*
0		Reductor a 0	0	0
1	=	Igualdad	0	1
2	–	Inversión	1	0
3		Reductor a 1	1	1

Las funciones 1 y 2 son funciones propias, en las que el estado de la línea de salida varía según la de entrada. Esta condición no se da en las funciones 0 y 3, ya que la salida siempre tiene valor 0 en el primer caso y valor 1 en el segundo, con independencia del valor de la línea de entrada. Son, por tanto, funciones impropias, ya que la línea de entrada, sencillamente, sobra.

• **Aplicaciones reiteradas.** Al resultado de aplicar una función lógica de una variable se le puede aplicar una nueva función lógica, y así sucesivamente, un número infinito de veces. En la tabla adjunta pueden verse las resultantes de aplicar una función a otra función.

TABLA DE FUNCIONES RESULTANTES DE APLICAR UNA FUNCIÓN A OTRA FUNCIÓN

Función base	*Función aplicada*			
	0	*1*	*2*	*3*
0	0	0	3	3
1	0	1	2	3
2	0	2	1	3
3	0	3	0	3

Un ejemplo:

Paso 1.º: apliquemos la función 2 a la variable X. Por la tabla definitoria de la función, a los valores iniciales de X (0,1), les corresponden los inversos (1,0).

Paso 2.º: apliquemos al resultado (función 2) la función 1. Los valores (1,0) se mantienen y obtenemos un resultado final de (1,0).

Si simbolizamos la aplicación sucesiva de funciones por sus números enmarcados en paréntesis, tenemos $(2)\cdot(1)=(2)$. Obtenemos el mismo resultado aplicando primero la función 2 y a continuación la 1 que aplicando únicamente la 2.

Excepto la función 2, todas las funciones producen el mismo efecto, tanto si se aplican una vez como si se aplican n veces:

$$(0)\cdot(0)\ldots(0)=(0)$$
$$(1)\cdot(1)\ldots(1)=(1)$$
$$(3)\cdot(3)\ldots(3)=(3).$$

Para la inversión (función 2) tenemos

$$(2)=(2)$$
$$(2)\cdot(2)=(1)$$
$$(2)\cdot(2)\cdot(2)=(2).$$

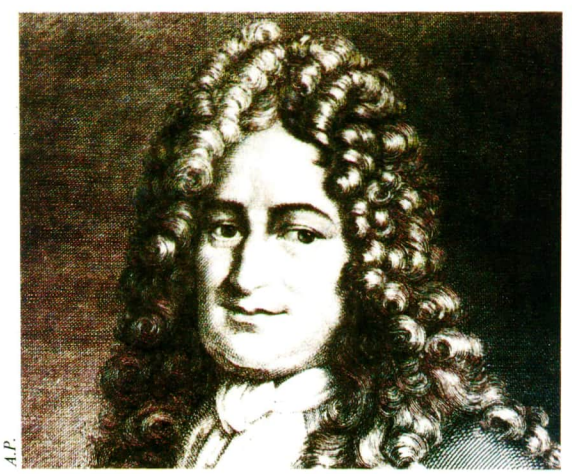
Observamos que, aplicada un número impar de veces, es igual a sí misma, y si se aplica un número par de veces equivale a la función 1 (igualdad). Es lo que se conoce en el lenguaje matemático normal con la frase «dos negaciones afirman». La inversión, como función, es un concepto más fundamentador que el de igualdad, ya que aplicándolo dos veces logra los efectos de esta última, fenómeno que a la inversa no sucede.

• **Alargando las fórmulas.** La expresión más sintética de una función es ella misma. Nombrarla constituye la forma más corta y concreta de denotarla.

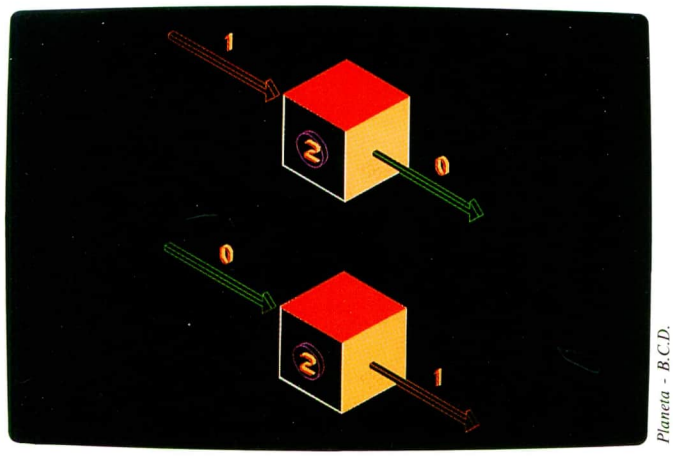
Toda sucesión de funciones aplicadas a una variable equivale a una función, por lo que ambas expresiones son sustituibles.

Antes de aplicar la función 0 o la función 3, podemos poner lo que queramos, pues estas funciones arrastran el resultado de la expresión a 0 o a 3, respectivamente.

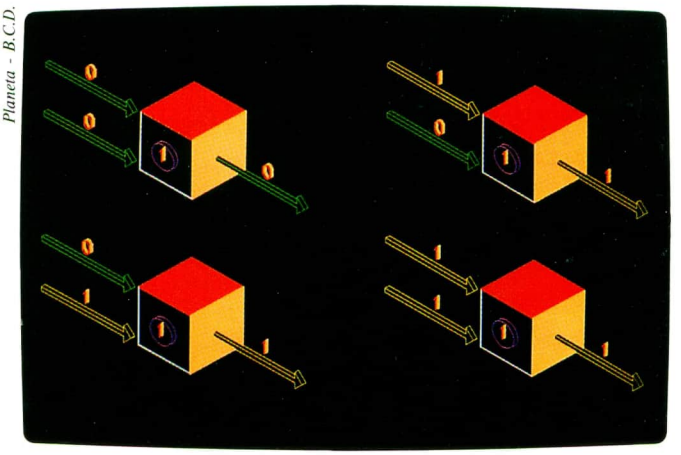
Gottfried Leibniz.



A.P.



Funciones lógicas de una variable.



Funciones lógicas de dos variables. Imagen del funcionamiento de la función producto lógico.

Lo que aparezca después del último 0 o 3 puede simplificarse eliminando todas las funciones 1 (pues como tal función igualdad deja las cosas como estaban) y las funciones 2 consecutivas pueden eliminarse a grupos de a dos.

Finalmente, después de todas estas simplificaciones, resulta:

$$(1) = (1)$$
$$(2) = (2)$$
$$(3) = (3)$$
$$(0) = (0)$$
$$(3) \cdot (2) = (0)$$
$$(0) \cdot (2) = (3).$$

Una expresión está resuelta cuando su valor se expresa de la forma más simple posible. En este caso, con el nombre o número de una única función.

Funciones lógicas de dos variables

Las funciones lógicas de dos variables emiten una línea de salida cuyo valor depende del estado de las dos líneas de entrada que reciben (variables X e Y).

La tabla adjunta resume todas las posibles funciones lógicas de dos variables. Podemos observar que esta tabla recoge y generaliza las funciones de una variable, si se actúa únicamente con las funciones que hacen caso omiso de la segunda variable, como (3) y (12), o de la primera, como (5) y (10).

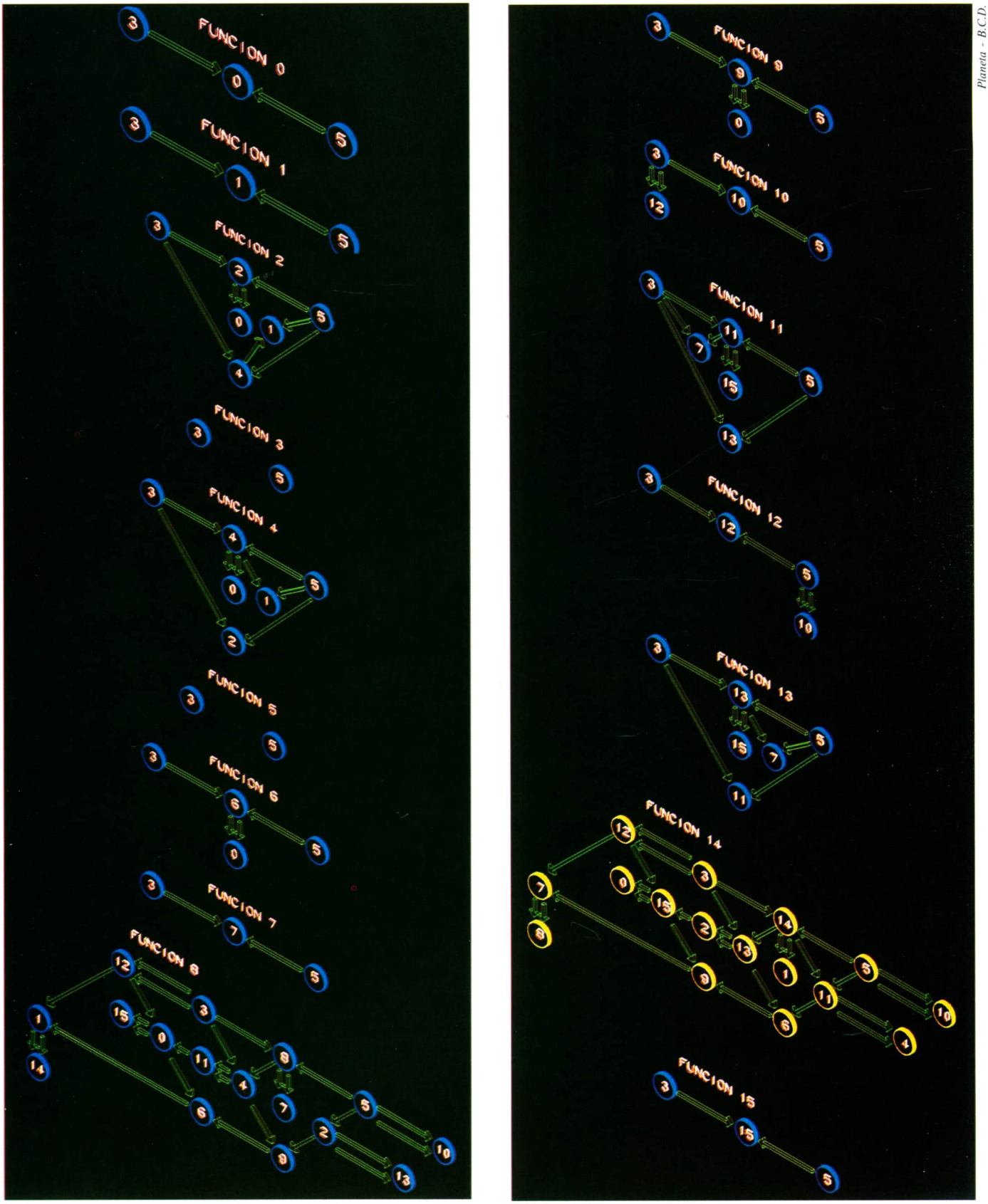
También aquí podemos hablar de funciones impropias, que no tienen en cuenta las variables de entrada [(0) y (15)].

Tiene sentido hablar de funciones recíprocas, definidas como aquellas que no tienen en cuenta el orden en que entran las variables (se obtendría el mismo resultado si la variable Y entrara en lugar de X, y viceversa). Estas funciones son (0), (1), (6), (7), (8), (9), (14) y (15). Se usan con preferencia a las demás, al no tener que estar pendientes del orden de entrada.

TABLA DE FUNCIONES LÓGICAS DE DOS VARIABLES

Número función	*Símbolo*	*Descripción*	*Valores de la función*			
			Variables			
			X	*0*	*0*	*1*	*1*
			Y	*0*	*1*	*0*	*1*
0		reductor a 0		0	0	0	0
1	$\wedge$	producto lógico		0	0	0	1
2		—implicación		0	0	1	0
3	X	mantiene X, elimina Y		0	0	1	1
4		subir		0	1	0	0
5	Y	elimina X, mantiene Y		0	1	0	1
6	$\neq$	desigualdad		0	1	1	0
7	$\vee$	suma lógica		0	1	1	1
8		—suma lógica		1	0	0	0
9	=	igualdad		1	0	0	1
10	—Y	elimina X, invierte Y		1	0	1	0
11		no subir		1	0	1	1
12	—X	invierte X, elimina Y		1	1	0	0
13	$\rightarrow$	(no bajar) implicación		1	1	0	1
14		—producto lógico		1	1	1	0
15		reductor a 1		1	1	1	1

• **Aplicando funciones a las funciones.** Similarmente al caso de funciones de una variable, podemos también aplicar las funciones a una combinación cualesquiera de dos de ellas. Al existir 16 funciones, y ser posible utilizar como primera variable cualquiera de ellas y otras tantas para la segunda variable, nos hallamos ante un total de 4 096 posibilidades.



Funciones fundamentales.

Planeta - B.C.D.

En la tabla adjunta se da el resultado de aplicar la función (14) de todas las formas posibles. De manera similar se puede también construir la tabla de aplicación de la totalidad de las funciones.

TABLA DE APLICACIÓN DE LA FUNCIÓN 14

Función variable X \ *Función variable Y*	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14
2	15	15	13	13	15	15	13	13	15	15	13	13	15	15	13	13
3	15	14	13	(12)	15	(14)	13	12	15	14	13	12	15	14	(13)	12
4	15	15	15	15	11	11	11	11	15	15	15	15	11	11	11	11
5	15	14	15	(14)	11	(10)	11	10	15	14	15	14	11	10	(11)	10
6	15	15	13	13	11	11	9	9	15	15	13	13	11	11	9	9
7	15	14	13	12	11	10	9	8	15	14	13	12	11	10	9	8
8	15	15	15	15	15	15	15	15	7	7	7	7	7	7	7	7
9	15	14	15	14	15	14	15	14	7	6	7	6	7	6	7	6
10	15	15	13	13	15	15	13	13	7	7	5	5	7	7	5	5
11	15	14	13	12	15	14	13	12	7	6	5	4	7	6	5	4
12	15	15	15	15	11	11	11	11	7	7	7	7	3	3	3	3
13	15	14	15	14	11	10	11	10	7	6	7	6	3	2	3	2
14	15	15	13	13	11	11	9	9	7	7	5	5	3	3	1	1
15	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

FORMAS EN QUE SE PUEDE DEFINIR CADA UNA DE LAS FUNCIONES

Utilizando la función \ *Formas en que se puede definir la función*	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	
0	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256
1	81	27	27	9	27	9	9	3	27	9	9	3	9	3	3	1	256
2	81	27	27	9	27	9	9	3	27	9	9	3	9	3	3	1	256
3	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	256
4	81	27	27	9	27	9	9	3	27	9	9	3	9	3	3	1	256
5	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	256
6	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	256
7	1	3	3	9	3	9	9	27	3	9	9	27	9	27	27	81	256
8	81	27	27	9	27	9	9	3	27	9	9	3	9	3	3	1	256
9	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	256
10	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	256
11	1	3	3	9	3	9	9	27	3	9	9	27	9	27	27	81	256
12	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	256
13	1	3	3	9	3	9	9	27	3	9	9	27	9	27	27	81	256
14	1	3	3	9	3	9	9	27	3	9	9	27	9	27	27	81	256
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256	256

• **Funciones fundamentales.** A efectos de la discusión de qué funciones puedan ser más axiomáticas, o más fundamentadoras (cuestión muy próxima a la de cuál es el concepto o conceptos más básicos en la fundamentación de las ciencias formales), podemos ver, aplicando la metodología de definición de funciones a partir de otras funciones, cuántas de ellas pueden definirse utilizando únicamente las variables iniciales X e Y (funciones 3 y 5) y cada una de las 16 posibles funciones.

Vemos que existen:

2 definidores de 16 funciones
4 definidores de 6 funciones
4 definidores de 4 funciones
4 definidores de 3 funciones
2 definidores de 2 funciones

16 definidores en total

• **Funciones tradicionales.** Tradicionalmente se ha operado con variables y unas determinadas funciones lógicas, por su supuesta mayor similitud con los caminos del pensamiento. Tales funciones y sus simbolismos usuales son:

– función de una variable = negativo de X (–X) F(2)

– funciones de dos variables:

producto lógico	$X \wedge X$	F(1)
suma lógica	$X \vee Y$	F(7)
igualdad	$X = Y$	F(9)
desigualdad	$X \neq Y$	F(6)
implicación	$X \rightarrow Y$	F(13)

Las demás funciones se definen mediante fórmulas complejas a partir de las variables iniciales y por combinaciones de algunas de las anteriores funciones.

Podemos observar en los gráficos que estas funciones tradicionales son muy poco fecundas para definir nuevas funciones, pero sus inversas (sus funciones negativas o giradas) son las más fecundas que existen, ya que cada una de ellas es capaz de definir todas las funciones, logrando el mismo efecto que se alcanza con la suma o el producto lógico de dos variables y el negativo de una variable.

• **Comparación entre F(14) y F(8) de dos variables.** Al ser indiferente operar, desde un punto de vista lógico, con cualquiera de las dos funciones F(14) y F(8), necesitamos algunos criterios de funcionalidad referentes a su aplicación a los procesos lógicos más comúnmente aceptados como naturales.

En sus expresiones mínimas, son necesarias para expresar la:

	A través de F(14)	*A través de F(8)*
Igualdad	5 aplicaciones	3 aplicaciones
Desigualdad	3 aplicaciones	5 aplicaciones
Implicación	2 aplicaciones	3 aplicaciones
Producto	2 aplicaciones	5 aplicaciones
Suma	5 aplicaciones	2 aplicaciones

Obsérvese que F(8) está algo más próxima al discurso usual humano que F(14).

La función F(8) [*vacío absoluto* o *activación* en caso de no recibir valor alguno por ninguna variable] es ligeramente más fundamental que la función F(14) [*existencia de vacío* o *activación* en caso de existencia de, como mínimo, una variable de entrada que no emita valor alguno]. Nos hallamos, pues, ante la función lógica de dos variables más fundamental que existe, la detección del *vacío absoluto*.

Redes reactivas

Nociones fundamentales de las ciencias formales y sociales

El presente apartado trata de la búsqueda y localización de aquellos conceptos que son aceptados sin la existencia de un anterior apoyo y que fundamentan todo nuestro aparato científico.

No puede negarse que el objetivo es complejo y de alcance universal, al dar una respuesta a la pregunta de cuál es la base de nuestra racionalidad y aclarar las posibilidades de combinación abstracta de los datos suministrados por el mundo exterior.

Se desarrollan unas ideas, las *redes reactivas,* fundamentadoras de la matemática y de la lógica, así como susceptibles de otras muchas aplicaciones. A través de las mismas, se alcanzan primeramente las nociones matemáticas para posteriormente, y con más complejidad y apoyándonos en ideas matemáticas previamente definidas, llegar a las nociones lógicas.

Los postulados quedan eliminados de la lógica y de la matemática, ciencias que se apoyan en la idea de red reactiva, la cual, a su vez, no precisa postulado alguno. Ello representa el fin del método axiomático en la fundamentación de las ciencias formales. Se utiliza un cálculo elemental, en el marco de las redes reactivas, con una única operación primaria, que es suficiente para explicar todas las funciones lógicas y matemáticas.

Redes reactivas y fundamentación axiomática

Las fórmulas del sistema son simplemente redes cuyos términos y líneas pueden estar nombrados o interpretados. Las fórmulas válidas son redes aceptadas en virtud de tener una característica cualquiera que permita identificarlas. Los axiomas no son necesarios, al poder reconocer directamente las fórmulas válidas. Las reglas de transformación tampoco tienen sentido, ya que sólo permitirían pasar de unas redes a otras. Ello significa el fin del método axiomático en las fundamentaciones formales.

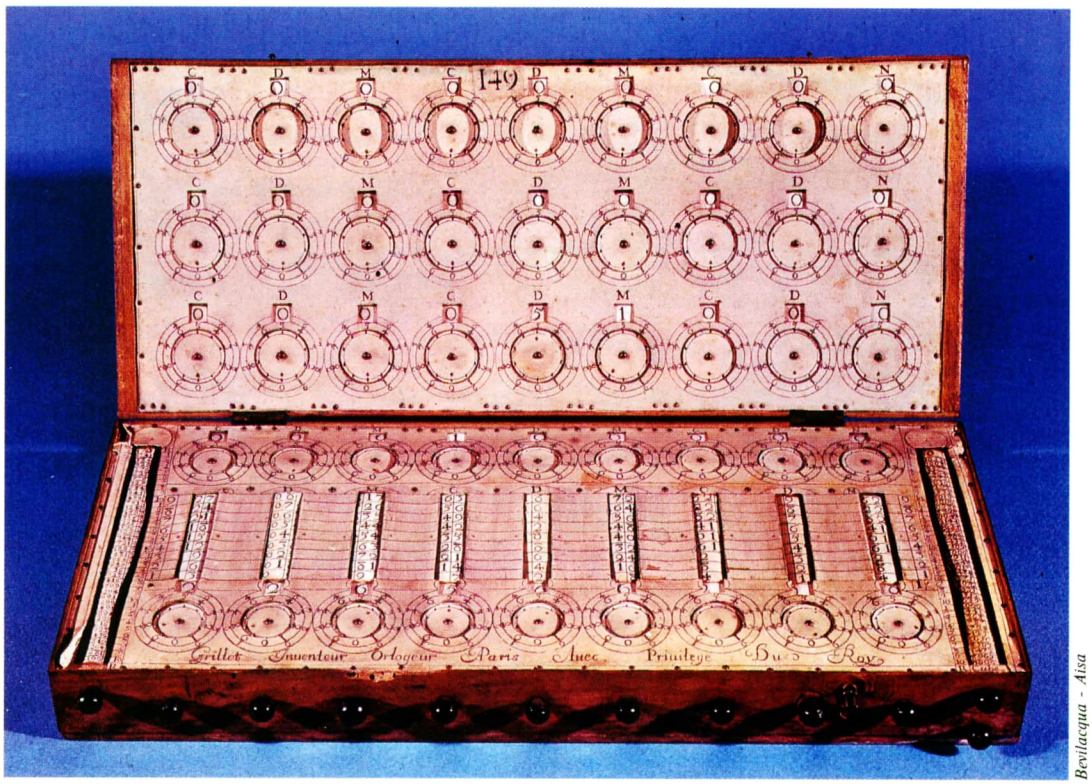
Tautología definitoria

En su última esencia, las nociones formales aquí definidas reciben un nombre en razón de unas determinadas características, y, por otro lado, se puede esperar de ellas que tengan una estructura y actuación que responda a su nombre.

En otras palabras, toda cosa definida debe presentar siempre aquellas características por las que se la define. Tal es el supuesto subyacente último de toda fundamentación formal.

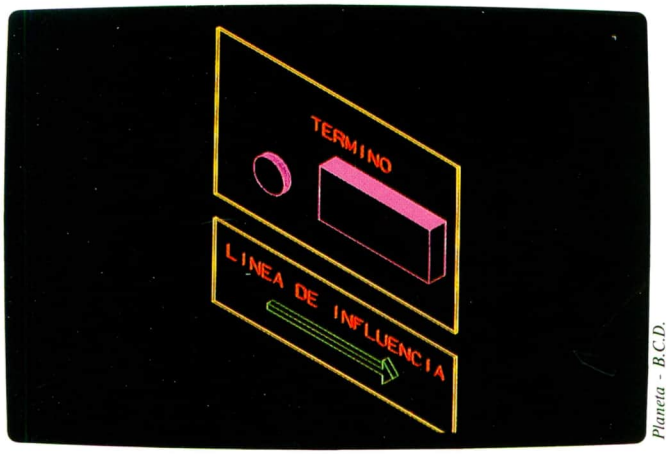
Nociones indefinidas

Partimos de un número mínimo de conceptos indefinidos, a los cuales les exigiremos primordialmente la virtud



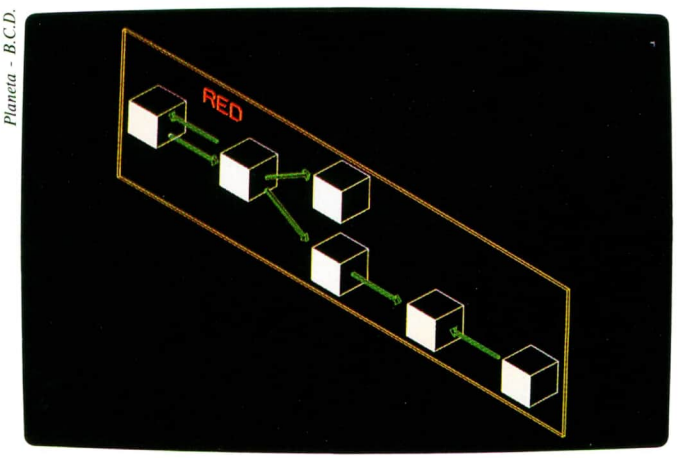
La máquina aritmética de R. Grillet.
Conservatorio de artes y oficios, París.

Bevilacqua - Aisa



Planeta - B.C.D.

Representación de los términos y las líneas de influencia.



Planeta - B.C.D.

Representación de una red.

de la fecundidad. Estos conceptos van a ser explicados ostensivamente, en orden a delimitar su contenido y facilitar su comprensión.

Ello es un intento de explicación, no de definición a partir de elementos anteriores, ya que los mismos son tomados como primitivos, y cualquier definición en términos de otros conceptos, implicaría la previa definición de estos últimos, entrando así en una cadena sin fin, o en un círculo vicioso.

Esta lista cerrada de nociones es la siguiente:

1. Término.
2. Líneas de influencia.
3. Red.
4. Estado de una línea.
5. Cambio de estado.

• **Término.** Podemos definirlo ostensivamente como todo aquello que puede ser objeto de pensamiento, figurar en una proposición, contarse como uno o delimitarse en algún sentido. Pueden usarse como sinónimos, las palabras *unidad, individuo* y *entidad.* Las dos primeras resaltan que el término es *uno*, mientras la tercera destaca que los términos *son (tienen ser).* Los términos pueden ser nombrados y simbolizados.

La presente delimitación del concepto de *término* está inspirada en Bertrand Russell.

• **Líneas de influencia**. Podemos explicarlas como la posibilidad de paso de una influencia de un término a otro.

La noción de línea de influencia lleva incorporada una idea de sentido. Para cada línea de influencia existe un término emisor y un término receptor. Representan la acción de un término sobre otro. Podemos equipararlas a los verbos de la oración o a la idea intuitiva de *flecha.* Dada la amplísima definición de término, vemos que las líneas de influencia son términos de una determinada especie.

• **Red.** Llamamos red a unos términos conectados a través de líneas de influencia, de forma tal que a partir de cualquier término y a través de las líneas de influencia, es posible alcanzar otro término.

No es necesario que dos términos sean «alcanzables» siguiendo el sentido de las líneas de influencia, sino únicamente que estén conectados a través de las mismas.

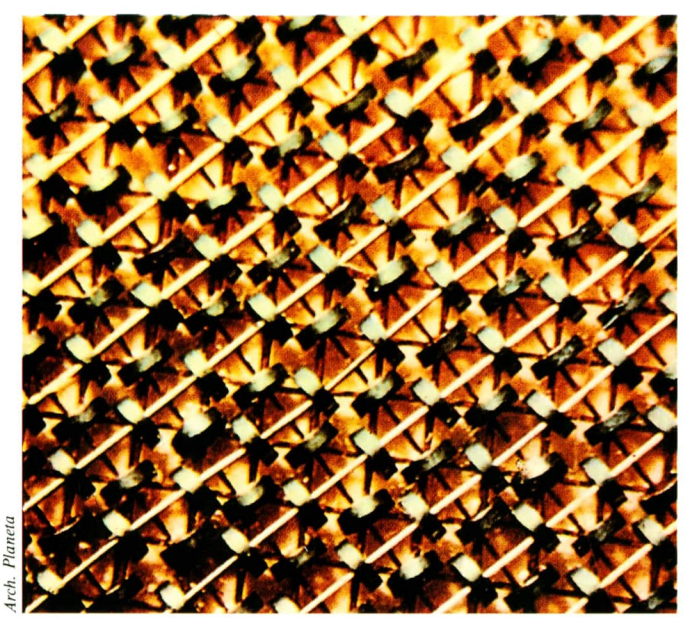
• **Estado de una línea.** Aceptaremos dos posibles estados, mutuamente excluyentes y reconocibles analizando la línea.

Les denominaremos:

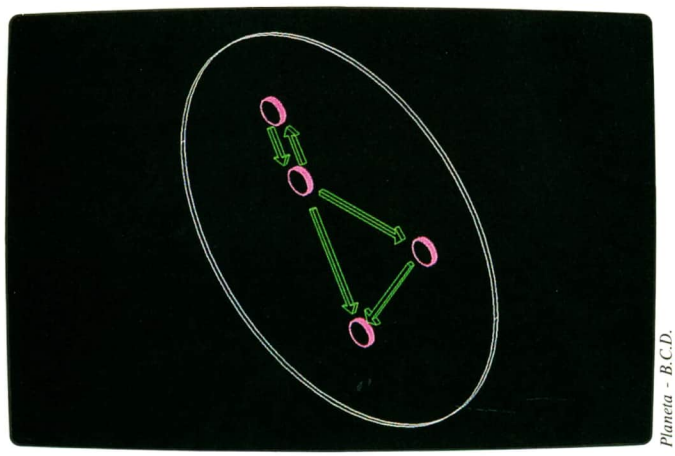
	(abierta),	(positiva),	(en ON)	(línea 1)
LÍNEA	( )	( )	( )	( )
	(cerrada),	(negativa),	(en OFF)	(línea 0)

Intuitivamente significa el *paso* o el *no paso* a través de la línea de la influencia específica de que aquélla puede ser

Núcleos de ferrita.



Arch. Planeta



Planeta - B.C.D.

Trazando un círculo alrededor de una red podemos simbolizar una terminificación.

portadora. No se admiten estados intermedios entre el *paso* y el *no paso* de influencia a través de la línea.

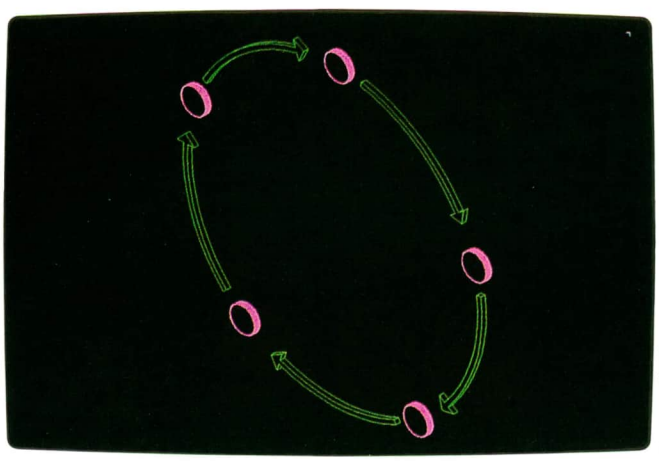
• **Cambio de estado.** Asumismo que las líneas pueden cambiar de estado. Este cambio se denomina *al alta* si la línea pasa de estado 0 a estado 1, y *a la baja* si pasa de estado 1 a estado 0.

• **Estado.** El estado se representa por los valores 0 o 1. En los gráficos, las flechas tienen, por convención, color azul para el estado 1 y color verde para el estado 0. Cualquier otro color representa una variable, en el sentido de desconocerse si presenta valor 0 o valor 1.

• **Cambio de estado**

△ simboliza el paso de 0 a 1.
▽ simboliza el paso de 1 a 0.

Circuito orientado.



Planeta - B.C.D.

• **Terminificación de redes.** Las redes pueden tratarse como términos, de acuerdo con la amplia definición de término dada. Este caso es una operación muy general y fundamental a la que llamaremos «terminificación». Podemos simbolizar una terminificación trazando un círculo alrededor de una red.

En expresiones clásicas, una fórmula se considera terminificada, si está enmarcada por un paréntesis.

Generadores y reactores

• **Generador.** Un generador se define como el término capaz de variar espontáneamente el signo de todas sus salidas en la red. Lo representamos por (G). Entendemos que, o bien no cambia el signo de ninguna salida, o los cambia todos, no admitiéndose el hecho de que cambie a unos y no a otros.

La palabra *espontáneamente* de la definición se interpreta como «sin influencias dentro de la propia red». Varía por impulsión externa o por fuerzas contenidas en el seno del propio generador.

• **Reactores.** Son aquellos términos cuyas salidas varían de signo según las variaciones en sus entradas.

• **Reactores lógicos.** Son aquellos términos cuyas salidas toman valor en función de los valores de sus entradas.

• **Reactores matemáticos.** Son aquellos términos cuyas salidas toman valor en función de los cambios en los valores de sus entradas.

• **Reactor fundamental a la baja.** Todos los reactores lógicos y matemáticos pueden alcanzarse en base a un único reactor fundamental, que simbolizaremos por (▽) y cuyo comportamiento es el siguiente: cada variación a la baja en sus líneas de entrada provoca una variación en el estado de todas sus salidas.

Es lógico que hayamos escogido un reactor giratorio tanto para fundamentar la estática (reactores lógicos), como la dinámica (reactores matemáticos), ya que, en un sistema con dos estados, un doble giro equivale a una vuelta a la posición inicial. Desde la dinámica, podemos fundamentar la estática, pero no a la inversa.

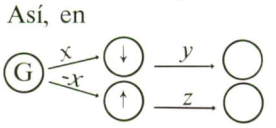
Redes reactivas matemáticas

Reactores básicos

Reactores al alza: son aquellos términos en los que cada variación al alza en sus entradas provoca una variación en todas sus salidas. Los representamos por (↑).

Reactores a la baja: son aquellos términos en los que cada variación a la baja en sus entradas provoca una variación en todas sus salidas. Los representamos por (↓).

Los reactores al alza y a la baja son definibles uno, en función del otro. Así, en



tenemos siempre $y = z$, siendo x, y, z, las valoraciones de las líneas de influencia respectivas.

Por lo tanto,



es sustituible por



a efectos del signo y.

Por ello, una sola de estas nociones debe ser aceptada como fundamental, ya que la otra es derivable a partir de la misma.

Red reactiva

Una red reactiva es una red cuyos términos son únicamente generadores, reactores al alza y reactores a la baja.

Las variaciones en las líneas motivadas por el generador se denominan acciones. Las acciones provocan una serie de reacciones en los reactores, las cuales, a su vez, pueden provocar nuevas reacciones, y así sucesivamente.

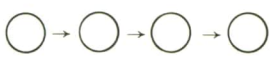
Se denomina situación de una red reactiva a una valoración de todas sus líneas (o de algunas de las mismas). Definimos como *situación estable* aquella en la que no se producen reacciones inmediatamente después de alcanzada. Definimos como *situación inestable,* aquella que provoca reacciones. Únicamente ofrecen interés las situaciones estables, ya que son independientes del orden en que se lleven a términos las reacciones y acciones (en el caso de que éstas sean varias).

• **Transistor.** Término de una red con una entrada y una salida (recepción y emisión de una línea de influencia).

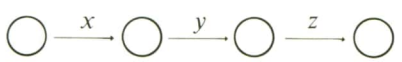
• **Circuito orientado.** Red en la que todos los términos son transistores. Observemos que la eliminación de cualquier línea implicaría que algún término perdería su condición de transistor.

• **Cadena orientada.** Circuito orientado en el que se prescinde de una línea de influencia.

El término que queda sin entrada se denomina *primer término,* y el que queda sin salida, *último término*:



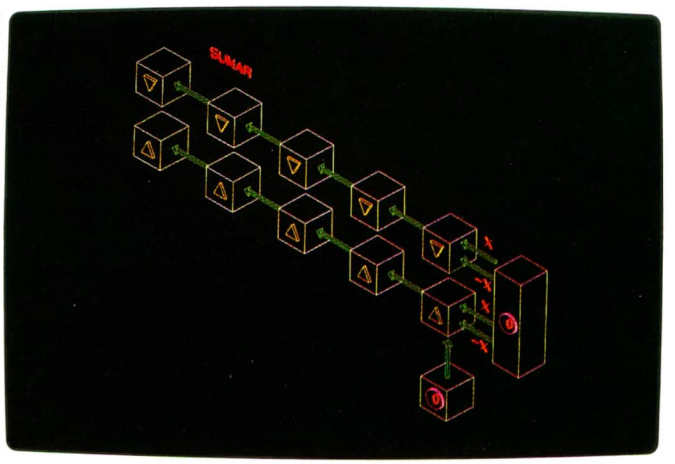
• **Número.** Damos este nombre a una cadena orientada valorada:



siendo x, y, z los signos de las líneas.

• **Cifra (dígito).** Denominamos así a una línea de influencia valorada de un número.

Planeta - B.C.D.



Esquema de una red sumadora.

• **Contador.** Cadena orientada valorada cuyo primer término es un generador y los demás son reactores:



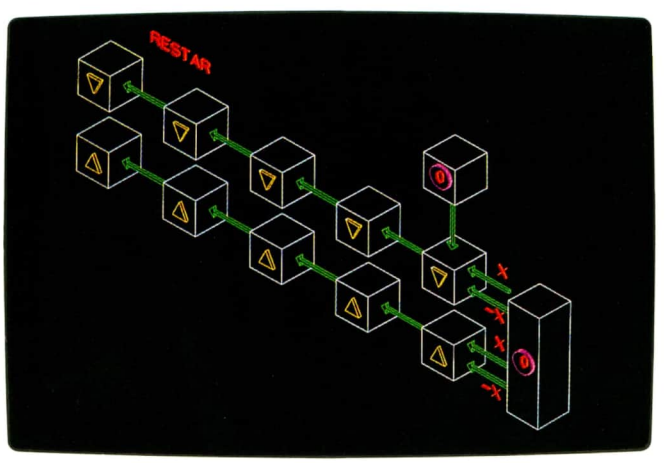
Los reactores pueden ser indistintamente al alza y a la baja. Por definición de número, la valoración de un contador es un número. Cada contador contiene siempre un número, el cual varía a cada acción del generador.

• **Número cero.** Denominamos así a un número cuyas líneas de influencia (cifras) están todas en OFF.

• **Sucesor** (de un número). La valoración de un contador da lugar a un número. Se denomina *sucesor* de este número al nuevo número originado por una acción de cambio en el

Esquema de una red restadora.

Planeta - B.C.D.



generador y las correspondientes reacciones de la cadena reactiva.

Los números definidos reactivamente y los axiomas de Peano

P1. Se desprende de las definiciones de 0 y número.
P2. Se desprende de las definiciones de número y sucesor.
P3. Puede verificarse experimentalmente y no debe, por tanto, aceptarse como postulado.
P4. Puede verificarse experimentalmente, siempre que la cadena sea sin fin.
P5. Puede asimismo verificarse que todos los números son alcanzables a partir de una situación inicial cero de la red reactiva y sucesivos cambios en el generador.
En resumen, el concepto de número y los postulados de la aritmética se nos muestran definibles en términos de las redes reactivas, sin concepto o postulado adicional alguno.

• **Número finito.** Una red tiene un número finito de términos si, mediante las acciones del generador, es posible alcanzar su número cardinal (situar todo el contador formado con los términos de la misma en ON).

• **Número infinito.** Una red tiene un número infinito de términos si, mediante las acciones del generador, no se llega nunca a alcanzar su número cardinal.

Redes semejantes

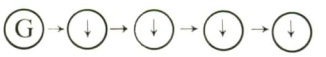
Son semejantes las redes cuyos términos tienen el mismo número cardinal.
El presente enfoque hace innecesaria la definición clásica según la cual «son conjuntos semejantes aquellos entre cuyos términos puede establecerse una aplicación biunívoca». No obstante, son fácilmente definibles a través de los conceptos primarios aquí establecidos, las nociones de aplicación y aplicación biunívoca entre los términos de dos redes.

Comparación de redes

Sean dos redes A y B. Construyamos con los términos de las mismas dos contadores acoplados a un mismo generador. Para aquel contador A que alcance una valoración total en ON mientras el otro aún tiene líneas en OFF, decimos que su red base tiene un número menor de términos que la otra red B. En tal caso la red B tiene un número mayor de términos que la red A.
Si la valoración total en ON de los contadores se alcanza simultáneamente, decimos que ambas redes tienen igual número de términos.

Sumador

Contador cuyos reactores son todos a la baja:



Cada cambio en el generador acumula un impulso en el contador. Cuando todos los términos emiten, el próximo impulso es un borrador que los deja todos a 0.

Restador

Contador cuyos reactores son todos al alta:

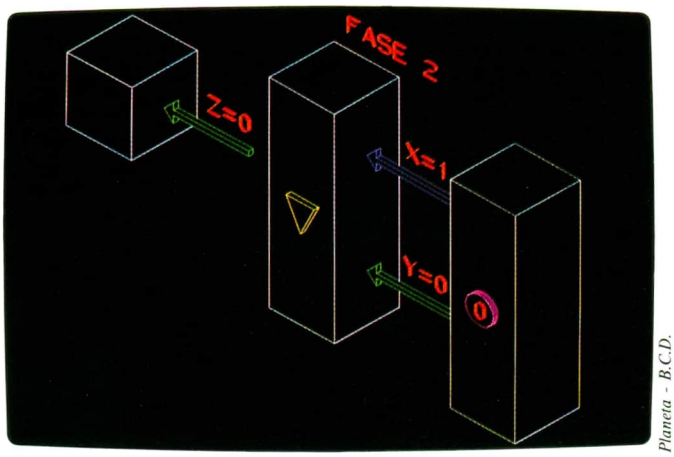


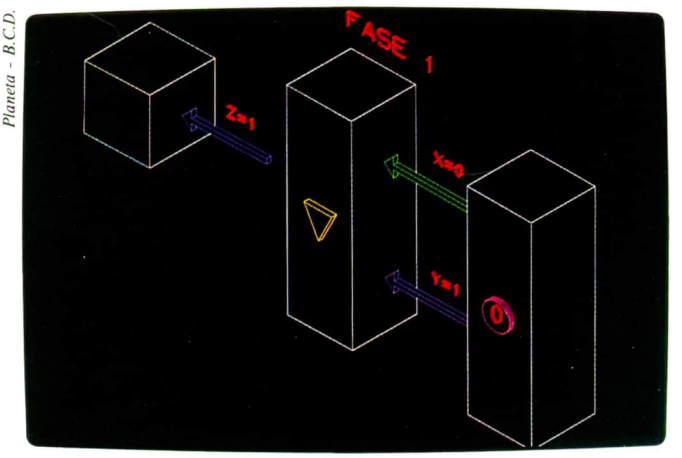
Cada cambio en el generador, disminuye un impulso del contador. Cuando todos los términos están en OFF, el próximo impulso es un restaurador que los remite a 1.

Sumar

Esta red puede efectuar la operación de sumar siguiendo los siguientes pasos:
– pasar el número A al sumador (contador superior);

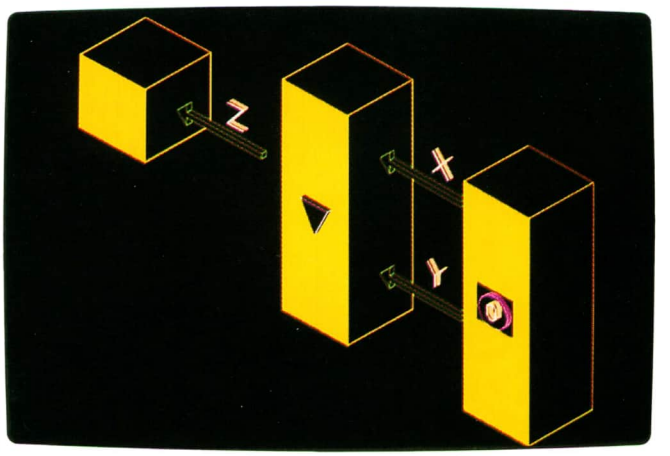
Fases del ciclo de la función F(2) [inversión].





Planeta - B.C.D.

Red-función lógica de una variable.



Planeta - B.C.D.

– introducir el sumando B en el restador (contador inferior);
– accionar el generador principal hasta dejar el contador a 0. En este momento, en el sumador aparecerá el número C, suma de A + B.

Restar

Esta red permite efectuar la operación de restar siguiendo los siguientes pasos:
– pasar S al restador (contador inferior);
– pasar el número 0 al sumador (contador superior);
– accionar el generador general hasta que aparezca A en el sumador.
En este momento, el número B aparecerá en el restador.

Redes reactivas lógicas

Red-función lógica

En su forma más general, podemos definir la red-función lógica como aquella red reactiva en la que:
1. Están identificadas las líneas que representan el valor de cada una de las variables de la función.
2. Está identificada la línea que representa el valor de la función.
3. Es alcanzable en la red, en un número finito de pasos, toda posible combinación de valores de las variables.
4. La función tiene el mismo valor siempre que se alcanza una combinación dada de valores de las variables.

Para saber el valor de una red-función lógica para unos determinados valores de las variables, basta accionar el generador (o generadores) hasta obtener aquella combinación de valores. El valor de la función será el representado entonces en la línea indicativa de la misma.

Con la presente red reactiva se obtienen todas las posibles funciones lógicas de una variable, a base de situar, para un valor 0 de la variable X, los valores adecuados de la variable auxiliar Y y del valor función Z.

La cuestión de cómo ubicar estos valores en la red puede resolverse a base de situar en la misma los adecuados generadores auxiliares y líneas de influencia, no habiéndose desarrollado estos extremos, a efectos de simplificación, al no ser necesarios para el conocimiento del comportamiento de la red.

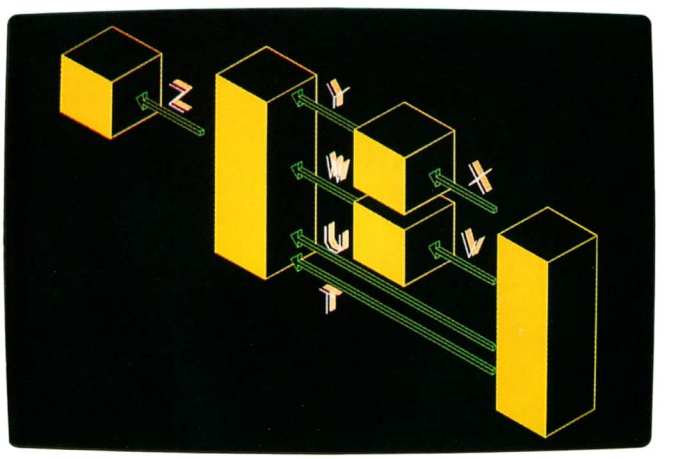
A título de ejemplo, grafiamos las dos fases del ciclo de la función F(2) [inversión].

TABLA DE VALORES DE LAS VARIABLES PARA X = 0

Función	*Y*	*Z*
0	0	0
1	1	0
2	1	1
3	0	1

TABLA DE VALORES DE LAS VARIABLES PARA X = 0 E Y = 0

Función	*T*	*U*	*V*	*W*	*Z*
0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1
2	0	1	0	1	0
3	1	0	0	0	1
4	1	1	0	1	0
5	0	0	0	1	1
6	1	0	0	1	0
7	0	1	0	0	1
8	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	1
10	0	0	0	1	0
11	1	1	0	1	0
12	1	0	0	0	0
13	0	1	0	1	1
14	1	1	0	0	0
15	0	0	0	0	1



Planeta - B.C.D.

Red-función lógica de dos variables.

Teoría general de sistemas

La teoría general de sistemas, base conceptual de la programación informática

Decía un aficionado francés a la hípica que para saltar una valla era necesario, en primer lugar, *jeter le cœur* y, después, hacer seguir el caballo.

De la misma manera, cuando se va cabalgando sobre un ordenador y se desea saltar el obstáculo que significa la resolución de cualquier problema, es necesario poner primero el cerebro. Y el cerebro sabe que la máquina está compuesta de circuitos elementales que exigen un lenguaje preciso y coherente. El modo de crear este lenguaje consiste en establecer un conjunto de conceptos que despojen el proceso de resolución de problemas de cualquier contenido material, para mantener solamente su esencia formal. A través de este acto de despojo se observa que la indicada esencia formal de cualquier problema es siempre la misma, sea cual fuere su naturaleza material: física, química, biológica, económica, médica, etc.

Así lo entendieron un grupo de científicos de ramas diversas que, poco después de la segunda guerra mundial, estudiaban varias aplicaciones civiles y militares que sintetizaron en formalizaciones complementarias o convergentes entre sí, con las que pretendían obtener una visión global de los problemas abordados.

La aparición de tal movimiento se vio indudablemente facilitada por numerosos trabajos científicos que favorecían la aproximación a esta visión globalizadora. En dicho sentido, cabe citar los trabajos de Köhler, Lotka y Cannon, la corriente estructuralista, la Gestalttheory, la behavioral approach, la econometría, la cibernética de Wiener, la teoría de la información de Shannon y Weaver, la field theory de Lewin, la teoría de juegos de von Neumann y Morgenstein, la teoría de la decisión, etc., y, a nivel más aplicado, la investigación operativa, la ingeniería eléctrica y los propios ordenadores.

John von Neumann (1903-1957) trabaja sobre las aplicaciones de la teoría de los juegos a la economía y más tarde se convierte en el arquitecto de los modernos ordenadores.



A.P.

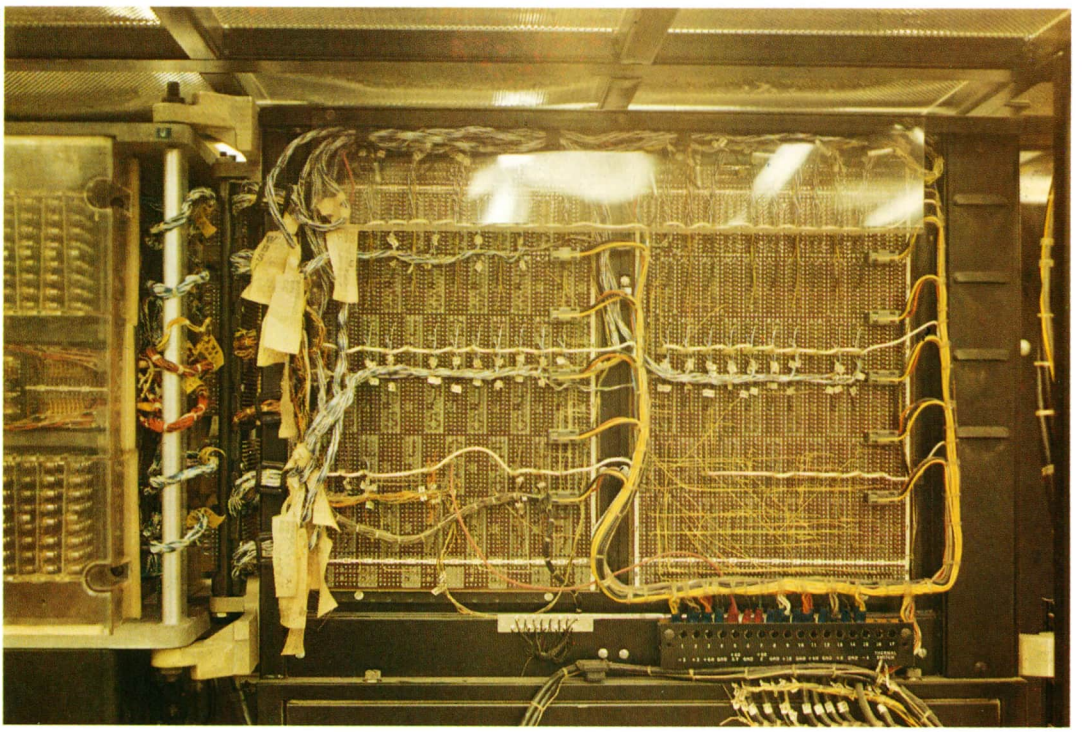
La noción básica alrededor de la cual se fue aglutinando el movimiento era la vieja noción de sistema, ahora despojada de resabios ontológicos y simplificada al máximo por exigencias de la revolución tecnológica. En este contexto, un sistema, puede definirse, al modo de Hall & Fagen, en términos no formales, como un «conjunto de objetos, junto con las relaciones entre los objetos y sus propiedades».

En 1956 se fundó la Society for General Systems Research, que edita anualmente una revista dirigida por von Bertalanffy y Rapoport con artículos sobre el tema, que suponen importantes contribuciones al mismo. A finales de la misma década, Roy Grinker editó, bajo el título *Toward unified theory of human behavior*, una serie de conferencias de un simposio celebrado en Chicago, que responden a idéntica orientación. En los años sesenta el movimiento se expande con fuerza: en el Case Institute of Technology se crea un centro especializado (Systems Research Center) que organiza el segundo simposio, recogido en la selección *Views on general systems theory*, editada por Mihajlo D. Mesarović, uno de los más fecundos autores en este campo.

El Systems Research Center mantiene desde su fundación una ininterrumpida y brillante actividad que se traduce en numerosos *reports*, varios de ellos recogidos por Donald P. Eckman en *Systems: research & desing*, y en la participación en congresos y reuniones (Chicago, Troy [N. Y.], y Londres, 1965; Seattle y Londres, 1966; Varenna y Boston, 1967; Pittsburgh, 1968; Boulder y Varsovia, 1969; etc.

En 1967 Mesarović formuló su *Mathematical theory of general systems*, que es, hasta el presente, la más avanzada exposición formal sobre el tema. En 1968 von Bertalanffy publicó *General system theory*, rápidamente aceptada como clásica. En 1969 aparecieron dos selecciones importantes: *Systems thinking*, editada por F. E. Emery y *Mathematical systems theory & economics*, editada por Kuhn y Szegö. En 1970 los trabajos de Mesarović, Macko y Takahara culminaron en la obra conjunta *Theory of hierarchical, multilevel systems*; apareció la versión inglesa de *Introducción a la economía cibernética* de Lange y proliferaron las aplicaciones: en economía, por ejemplo, Isard aplicó la teoría de sistemas a la economía regional.

La corriente sobre sistemas sigue en los años ochenta en su apogeo. Entre los científicos que contribuyeron a ello figuran, aparte de los ya mencionados, autores tan destacados como W. Ross Ashby, J. Toman (biología), J. Ruesch, K. Menninger, L. Frank (siquiatría), K. Deutsch, D. Easton, T. Schelling, J. K. Singer, R. Snyder, M. Kaplan, R. Dahl (política), J. March, H. Simon (administración), T. Parsons, J. Spiegel (sociología), R. Meier (urbanismo), K. Boulding (economía), etc.


Aisa

La máquina está compuesta de circuitos elementales que exigen un lenguaje preciso y coherente.

Conceptos estáticos

Debido al carácter interdisciplinar de su origen, la teoría de sistemas no ha dado lugar a una fundamentación única en la que basar una posible formalización general que delimite conceptos. Al examinar la literatura sobre sistemas y los avances formales en otros terrenos científicos aparecen varias alternativas de elección. Entre ellas, subrayamos aquellos conceptos que se muestran más fecundos en el terreno de la programación.

Sistema

Para una definición operativa de sistema se abren, aparentemente, tres caminos:

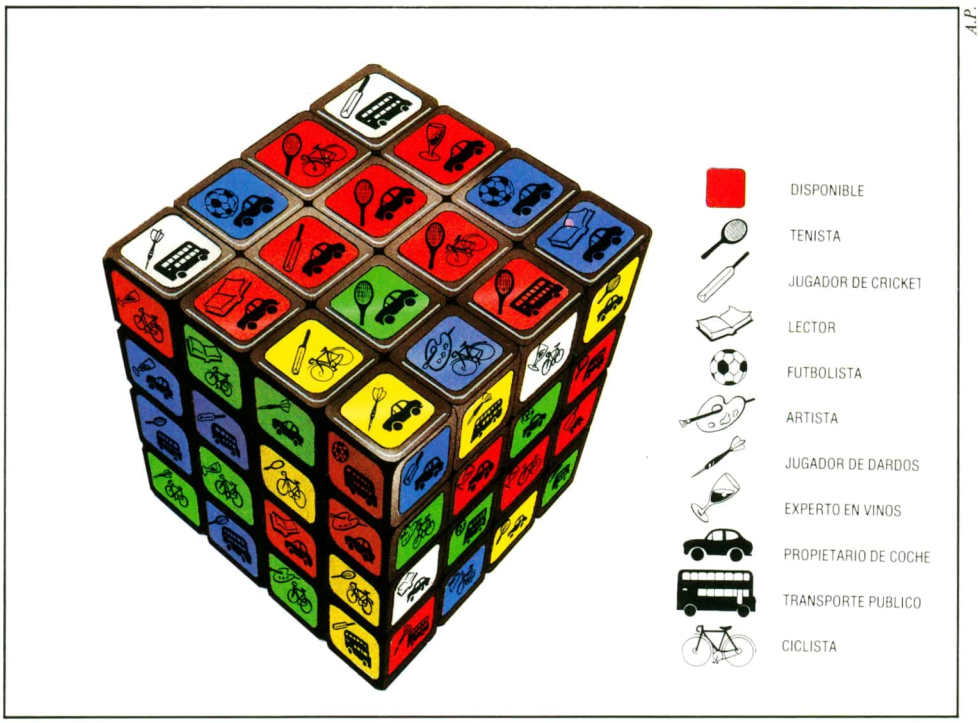
1. El camino sugerido por Greniewski, que da una definición muy general de sistema (acotación en un espacio dado) y, a partir de ella, desciende a conceptos más precisos, tales como el de sistema relativamente abierto (el que mantiene un flujo de entradas y salidas), para trabajar después a partir de este último concepto.
2. El camino seguido por Mesarović, que parte de una definición operativa de sistema (el que contiene una relación entre inputs y outputs), situándose, ya de entrada, en el concepto de sistema relativamente abierto y prescindiendo de formulaciones más generales.
3. El camino sugerido por ciertos autores (Granger, Godelier) de la corriente estructuralista: un sistema es un conjunto de partes identificables en un todo y de relaciones entre dichas partes (estructuras) que constituyen el todo. Esta definición gestaltista de sistema excluye como tales a las nuevas relaciones temporales entre inputs y outputs sin constituir objeto definido.

Las definiciones de sistema más generales que la enunciada por Mesarović pueden ser fructíferas para la ciencia especulativa, pero no dan ninguna ventaja en las aplicaciones a la programación. Se parte, pues, de la concepción de sistema como el conjunto formado por unos inputs, sus correspondientes outputs y la estructura que los relaciona.

Composición de sistemas

De otro lado, se ha desarrollado una teoría de la composición de sistemas que permite ampliar la anterior definición y pasar a la de sistema integrado, que contiene todas las características de la definición estructuralista. Dicha composición parte de dos importantes trabajos:

1. La teoría general de la agregación de Malinvaud. En ella se plantea el problema de la agregación de sistemas bajo una perspectiva muy amplia. Se consideran dos niveles: el detallado, con un conjunto de sistemas numeroso, y el agregado, formado por un conjunto más reducido de sistemas. La teoría de la agregación aparece al tratar el problema de la interrelación entre ambos niveles. En ella se supone, en general, que los niveles vienen definidos o evidenciados a priori por medio de una relación que liga los inputs a nivel detallado con los inputs a nivel agregado. Malinvaud define la agregación intrínseca como aquella que permite pasar de un nivel a otro sin pérdida alguna de información, expone las condiciones restrictivas bajo las que puede darse y define la agregación representativa como aquella que admite pérdida de información o, formalmente, errores de agregación. En último término concibe el problema de la agregación como un problema de decisión estadística: cómo disminuir costes agregando de forma que se compense la posible pérdida de información a que conduce la agregación.



A.P.

El cubo de Rubik puede servir como ilustración de un sistema, considerado como conjunto de objetos, junto con las relaciones entre dichos objetos y sus propiedades.

2. La teoría sobre organización a niveles jerárquicos de Mesarović-Macko-Takahara, en la que se formalizan el funcionamiento de los sistemas compuestos por varios estratos, fases jerarquizadas o escalones organizados, analizando el comportamiento de los sistemas de toma de decisiones.

Agregación de sistemas

De las formulaciones básicas de la teoría de la agregación de Malinvaud se ha partido para sustentar el concepto de composición horizontal o agregación de sistemas. Al esquema formal de las interrelaciones entre el nivel detallado y el nivel agregado se ha añadido una novedad inspirada en Mesarović, Zadeh y otros teóricos de sistemas: el concepto de *estado del sistema* que, explicitando ciertas características identificables que se dan en el sistema agregado, sirve de puente entre los sistemas a nivel detallado y el sistema (o sistemas) a nivel agregado. La incorporación del estado del sistema permite la redefinición de éste para que incluya al *estado* como un elemento más que participa en el juego de inputs, outputs y estructura.

Así por ejemplo, en un sector de la producción, los inputs son los flujos de factores de producción que se aplican y los outputs son los productos fabricados. El estado del sistema vendrá dado por los stocks de mano de obra (población activa laboral), capital acumulado y estado de la técnica. La estructura vendrá dada por la función general de rendimientos que liga inputs-outputs y estado. La valoración de los stocks de mano de obra, capital y técnica es reflejo, a su vez, de las estructuras de los sistemas detallados —los diferentes individuos que componen la mano de obra, las diversas unidades de capital físico y las técnicas—, de los que el proceso de producción constituye el agregado.

Niveles

En general, cualquier sistema puede considerarse un agregado de sistemas componentes y, a su vez, un componente de sistemas agregados más amplios. A los sistemas componentes se les denomina también subsistemas, por lo que emplearemos ambos términos indistintamente.

El análisis de sistemas puede, pues, efectuarse a varios niveles. Inicialmente el análisis se centrará en un nivel de base de estudio, del que se examinan los sistemas con sus correspondientes estructuras, inputs-outputs y estados. Cuando se profundice en el comportamiento de estos últimos —los estados— se investigará sobre la existencia de un nivel desagregado inferior, con sistemas cuya estructura permita explicar los estados del sistema al nivel básico inicial. Una vez definido este nivel desagregado inferior, los inputs y outputs de sus sistemas pueden permitir una nueva interpretación de los inputs y outputs al nivel básico inicial. Por último, los análisis encaminados a buscar interdependencias entre los sistemas del nivel base darán lugar al planteamiento del problema general de agregación, para definir un nivel agregado superior cuyos sistemas reflejen las relaciones generales buscadas entre inputs, outputs y estados agregados definidos a partir de los correspondientes del nivel base de estudio.

Integración de sistemas

La teoría sobre organización en niveles jerárquicos de Mesarović ha servido de base para la fundamentación y formalización del concepto de composición vertical o integración de sistemas. La integración supone un doble camino de comunicación y control entre niveles, que permite dar al sistema integrado las propiedades de un sistema

simple, incorporando al mismo tiempo una complejidad de la que éste carece y que le hace apto para interpretar sistemas próximos a la realidad, entre ellos el sistema de toma de decisiones, que constituye el prototipo de los procesos de programación.

Veamos con mayor detalle en qué consiste un sistema integrado: dados varios sistemas a niveles distintos definidos por sucesivas agregaciones (como los de la figura adjunta), diremos que forman un sistema integrado, cuando los outputs de un sistema a un nivel dado condicionan las estructuras, a niveles inferiores, de los sistemas componentes (horizontales) de tal forma que dichas estructuras quedan determinadas unívocamente o varían dentro de límites establecidos por aquél. A las condiciones recibidas por un sistema desde el sistema agregado superior que determinan su estructura, las llamaremos normas.

En algunos casos, las normas supondrán condicionamientos débiles a la estructura de los sistemas inferiores, conservando éstos una amplia libertad. En otros, pueden llegar a suponer la fijación de dichas estructuras, que quedan con ello totalmente «sometidas» al nivel superior.

Un sistema integrado contendrá, por tanto, sistemas en los que intervendrán inputs, outputs, estado, normas y estructura. Obsérvese que en un sistema integrado, cada nivel supone un bucle de retroalimentación del nivel inmediatamente inferior, que permite su control.

El sistema de toma de decisiones

Un ejemplo de sistema lo suministra el problema de toma de decisiones. Siguiendo a Mesarović-Macko-Takahara «un sistema $S \subseteq X \times Y$ es un sistema de toma de decisiones si, dada una familia de problemas de decisión D_x, $x \in X$ cuya solución es el conjunto Z y dada una aplicación $T : Z \to Y$ tal que para todo x en X e y en Y, el par (x, y) está en el sistema S sólo si existe $z \in Z$ tal que z es una solución de $D_x y$ $T(z) = y$». En ciertos casos T es la identidad, por lo que $z = y$, siendo el sistema de toma de decisiones un sistema en el que los inputs son problemas a decidir y los outputs son soluciones del mismo. En otros, el subsistema $y = T(z)$ supondrá la resolución de problemas instrumentales: dada la solución teórica z, hállese T tal que $T(z) = y$ de forma que permita la resolución práctica del problema.

Un sistema de toma de decisiones es desintegrable en tres niveles. Consideremos la interrelación entre dicho sistema y el entorno conteniendo el proceso controlado (espacio circundante que influye sobre el sistema proporcionándole inputs y recibiendo sus outputs), que le suministra información acerca de la existencia de los problemas a resolver y de la efectividad de las soluciones una vez ejecutadas. El primer nivel, o nivel de selección, lo constituye el sistema:

$$S_1: R_1 (\omega_1, c_1, u) = y,$$

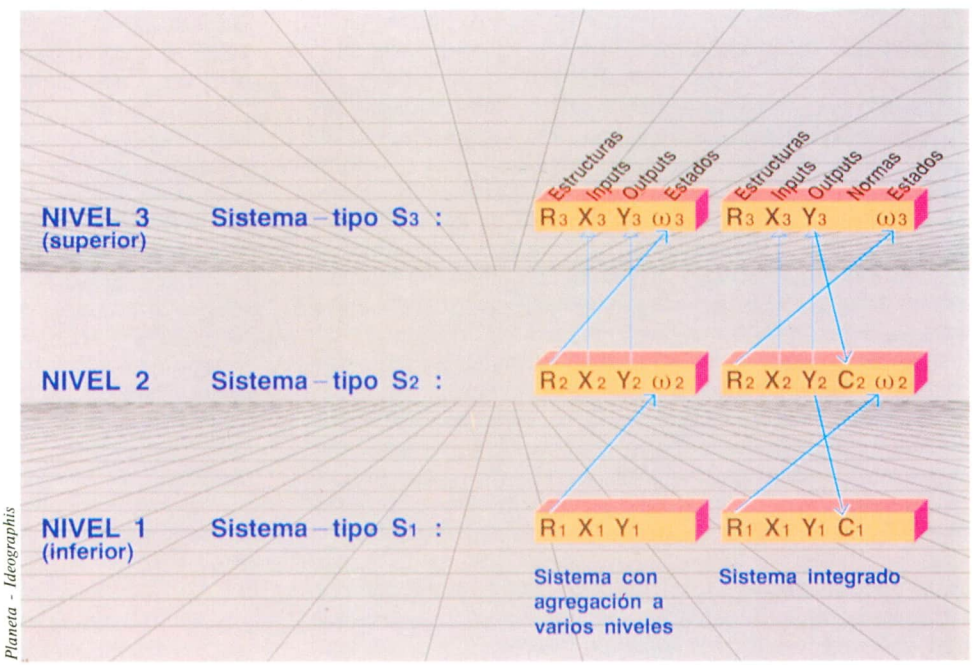
donde «ω_1, pertenece al conjunto W_1 de elementos que representan la información (acumulada por retroalimentación) obtenida del entorno, c_1 pertenece al conjunto C_1 de inputs procedentes del tercer nivel —normas—, que especifican la estructura R_1 de S_1 y u está incluido en el conjunto U de inputs procedentes del segundo nivel, que consisten en especificaciones sobre los conjuntos de carácter incierto que afectan al problema, a juicio del propio sistema de selección».

El segundo nivel, o nivel de aprendizaje, viene dado por el sistema:

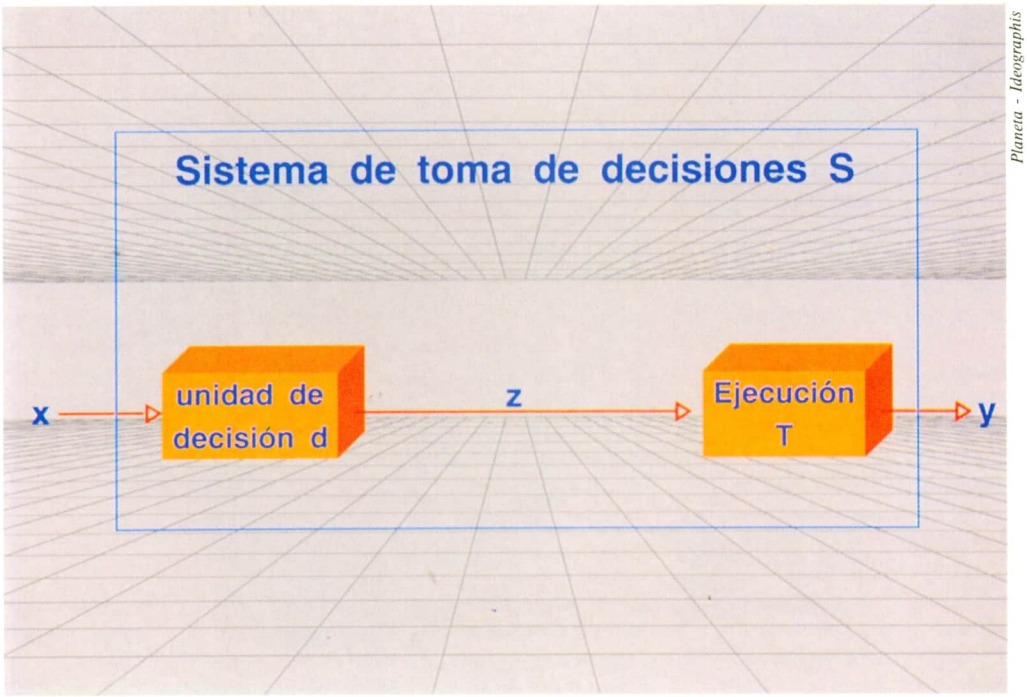
$$S_2: R_2 (\omega_2, c_2) = u,$$

donde «ω_2 representa información del entorno, mientras u especifica para el sistema de selección los conjuntos incier-

Estructura de un sistema integrado.



Planeta - Ideographis



Planeta - Ideographis

Sistema de toma de decisiones.

tos que le afectan; c_2 pertenece al conjunto C_2 de parámetros que determinan la estructura del sistema de aprendizaje en forma semejante a cómo C_1 determina la estructura del sistema de selección».

Por último, el tercer nivel o nivel de autoorganización, lo constituye el sistema:

$$S_3\colon R_3\ (\omega_3) = (c_1,\ c_2)$$

donde ω_3 representa la información recibida por el sistema de autoorganización.

Dinámica de sistemas

No todos los problemas sobre los que se centra la programación son meramente estáticos. Existen procesos dinámicos que pueden ser objeto de aprehensión para su tratamiento informático. Para ello, es útil disponer de esquemas conceptuales acerca de la evolución de los sistemas.

Para plantear la evolución de un sistema, se considera un sistema integrado al que se supone modificable, esto es, capaz de ser alterado en su comportamiento, estado o estructura por el entorno que le rodea.

Sistema integrado y entorno son, pues, sistemas complementarios formando un sistema cerrado.

Según la corriente estructuralista, la evolución es el resultado del juego entre fuerzas homogeneizantes y heterogeneizantes que surgen a consecuencia de la interacción entre sistema y entorno. Las fuerzas heterogeneizantes impulsarían el crecimiento y el desarrollo del sistema, mientras las homogeneizantes le harían tender a su extinción. Para Marney y Smith, la evolución real de sistemas refleja un proceso de selección impuesto por el entorno –al que suponen dotado de recursos limitados, por lo que fuerza a los sistemas a competir entre ellos para lograr su subsistencia– a los diversos sistemas modificables. Esta selección se produce mediante los mecanismos de amplificación y reducción de desviaciones o mutaciones estructurales característicos de las interacciones entre los elementos de un sistema y su entorno.

Sistemas temporales

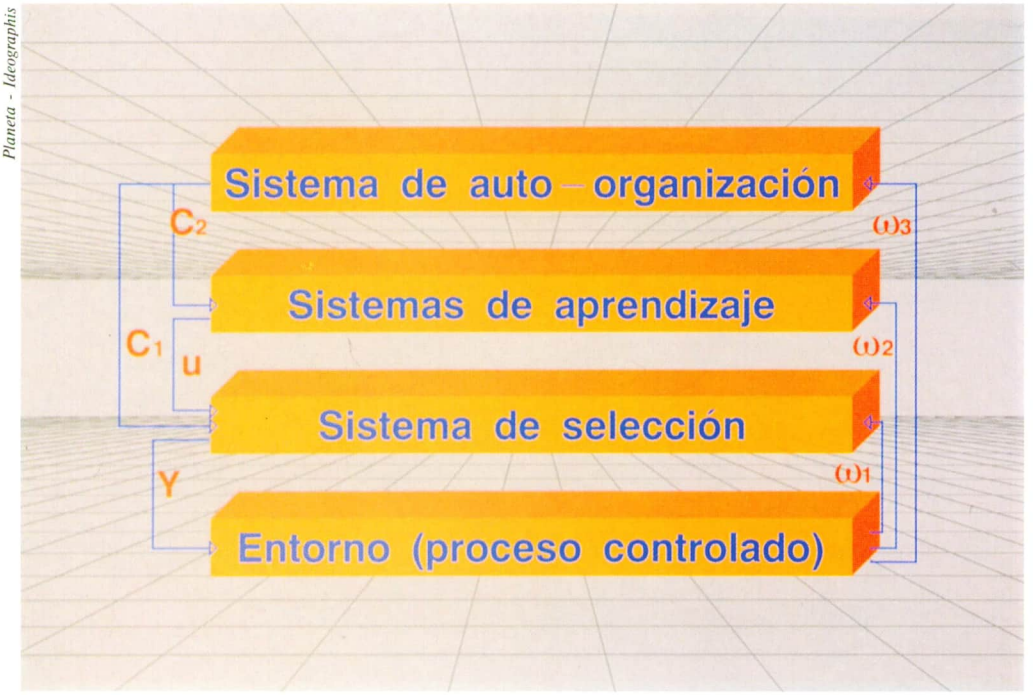
Si se denomina sistema modificable por un entorno dado (o espacio circundante) a un sistema cuyos inputs, outputs, estado, normas y/o estructura varían a consecuencia de los outputs del entorno, entonces un sistema temporal puede definirse como un sistema modificable por un entorno que es función del tiempo.

Según la respuesta que los sistemas temporales den a las modificaciones ambientales del entorno, se clasifican en sistemas instantáneos y sistemas con retardos.

En los sistemas instantáneos la respuesta es inmediata: cualquier modificación de inputs que no se traduzca en la consiguiente modificación de outputs, afecta *ipso facto* al estado del sistema y a las estructuras de los subsistemas, y no puede afectarlo, se «rompe» la estructura anterior del mismo. Además, cualquier modificación de normas se traduce en acotaciones instantáneas a la estructura. Esto es, en un sistema instantáneo se modifican inmediatamente comportamiento, estado y/o estructura.

En los sistemas con retardos, cualquier modificación impuesta por el entorno que afecte al comportamiento, estado y/o estructura de los mismos, puede *acumularse* dentro del sistema y tener efecto con posterioridad, manteniéndose a nivel potencial durante un intervalo de tiempo que no exceda del retardo máximo permitido.

A su vez, teniendo en cuenta los términos potenciales que admiten en calidad de elementos transitorios, los



Planeta - Ideographis

Desintegración de un sistema de toma de decisiones.

sistemas con retardos se clasifican según sus grados de modificabilidad potencial:

1. Se llama modificabilidad potencial de primer grado a la de un sistema con retardos que admite solamente términos potenciales de comportamiento, esto es, términos cuya actualización se traduce sólo en alteraciones de comportamiento (inputs y/o outputs), sin modificar el estado y/o estructura. A un sistema que admita solamente modificabilidad potencial de primer orden le denominaremos *sistema estable.*
2. Se designa por sistema con modificabilidad potencial de segundo grado o *sistema ajustable* al sistema con retardos que admite términos potenciales de comportamiento y de estado, esto es, términos cuya actualización suponga, respectivamente, variaciones de comportamiento y variaciones de estado, sin que se altere su estructura.
3. Por modificabilidad potencial de tercer grado se entiende la de un sistema con retardos que admite términos potenciales de comportamiento, estado y estructura, cuya actualización da lugar a modificaciones en cada uno de ellos. A un sistema con modificabilidad potencial de tercer grado se le denomina *sistema adaptable.*

Sistemas adaptables

Si comparamos sistemas adaptables, podremos apreciar capacidades de adaptación de diverso alcance, según el número de niveles que contenga el sistema integrado. Así, con Marney y Smith podemos distinguir tres grados de adaptabilidad:

1. *Adaptabilidad de primer grado:* la de los sistemas con capacidad de adaptación a un solo nivel, aptos simplemente para adaptar sus acciones o reacciones.
2. *Adaptabilidad de segundo grado:* la de los sistemas con capacidad de adaptación a dos niveles, que aprenden a través del nivel superior a modificar sus estructuras inferiores para conseguir la adaptación.
3. *Adaptabilidad de tercer grado:* la de los sistemas con capacidad de adaptación a tres niveles, que pueden reorganizarse, alterar sus estructuras de aprendizaje y modificar sus estructuras de selección de comportamientos para adecuarse a las exigencias superiores (o exteriores).

Siguiendo a Maslow, estos tres grados de adaptabilidad permiten definir, para un sistema que vaya ascendiendo en capacidad de adaptación, las siguientes fases de desarrollo:

- primera fase: supervivencia del sistema;
- segunda fase: afirmación del sistema;
- tercera fase: manifestación del sistema.

En la primera fase se satisfacen las tensiones o necesidades inferiores. La estructura del sistema define un comportamiento simple de estímulo-reacción (input-output), al que designamos por comportamiento emocional (causado por la explosión de necesidades y por influencia del exterior, sin necesidad de recurso al conocimiento derivado de situaciones análogas).

En la segunda fase, la escala de necesidades a satisfacer es mucho más amplia, y se caracteriza por la intervención del nivel de aprendizaje o cognoscitivo que permite encauzar y resolver cada situación. La estructura del sistema define un comportamiento intencional o teleológico compuesto por estímulo-objetivo-reacción (input-estado deseado-output), evaluándose las posibles alternativas por medio de relaciones cognoscitivas previamente inferidas, y eligiéndose la mejor o cuando menos una alternativa conocida que haya conducido anteriormente a un resultado satisfactorio.

La fase tercera se alcanza cuando un sistema, con capacidad de organización, tiene ya cubiertas sus necesidades inferiores. Su estructura define un comportamiento expresivo, originado en la interpretación que el sistema hace de su propio nivel de conocimiento.

Fundamentos industriales

1 Estandarización
2 Orden de magnitud
3 Tiempo de respuesta

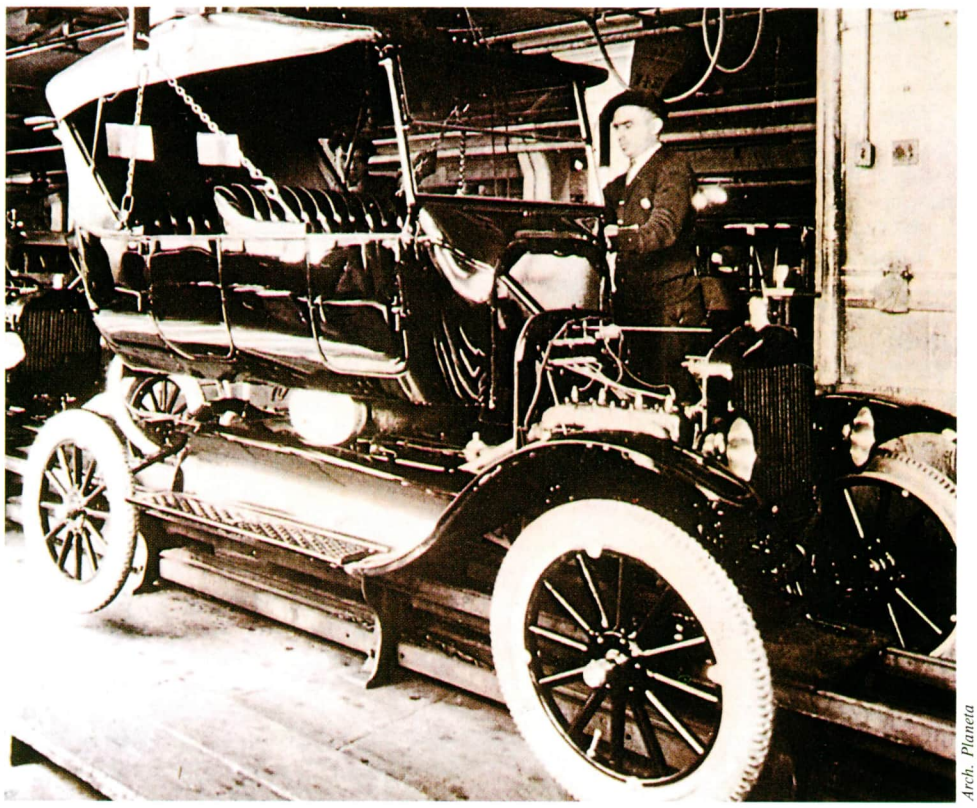
Reestructuración de los procesos de fabricación

En muchos aspectos, la automatización de los procesos de fabricación arranca de la noción de dirección científica formulada por primera vez por Frederick Taylor a principios del siglo XX. Lo que Taylor propugnaba era la desmembración de una tarea grande en componentes más pequeños y sencillos, con la esperanza de encontrar lo que él llamaba «la única buena manera» de hacer una cosa, que consistía esencialmente en un conjunto sencillo de procedimientos que podían ser enseñados a cualquier persona.

Esto ocurría entre los años 1914 y 1920, cuando Estados Unidos contaba con grandes masas de inmigrantes, el problema más importante era el idioma y la meta esencial era el adiestramiento. La tarea del supervisor de fábrica consistía en hallar el mejor procedimiento que la plantilla de operarios pudiera desarrollar.

La consecuencia de la aplicación de estos procedimientos fue la separación de la ejecución de la tarea y el aprendizaje y conocimiento inherente a la tarea misma. El objetivo era eliminar el voluntarismo en el trabajo, convirtiéndolo en un procedimiento de ejecución del mismo.

Basados en esta sola idea se desarrollaron un conjunto completo de sistemas de contabilidad de costes y de control administrativo. Y, como consecuencia, iban a surgir tres clases de personas en una fábrica: quienes realmente hacían el trabajo; quienes lo dirigían y garantizaban que las cosas fueran hacia el sitio adecuado a su justo tiempo, y quienes investigaban nuevas técnicas de mejora de métodos y procedimientos.



Arch. Planeta

Las teorías de Taylor sobre el mejor aprovechamiento en el trabajo de las posibilidades físicas del individuo se aplicaron en la industria del automóvil: la Ford motor company aumentó su producción gracias al trabajo en serie.



Arch. Planeta

Los procesos de fabricación de Taylor fueron introducidos a principios de siglo cuando Estados Unidos contaba con grandes cantidades de inmigrantes —entre ellos, Einstein— como refleja esta pintura de B. Shahn.

Separación del aprendizaje y de la acción

La idea de establecer explícitamente lo que había que hacer en fases cuidadosamente definidas se comenzó también a aplicar en el diseño del producto. De aquí a la computarización hay sólo un paso.

Después de todo, es necesario que a un ordenador también se le especifiquen cuidadosamente los procedimientos. Y no sólo hay que definir aquello que debe hacer el ordenador, sino prever cualquier situación de emergencia. Si algo va mal, el ordenador debe saber cómo ha de responder, de la misma manera que si de un proceso se tratara.

De esta forma se amplía la noción de separación entre aprendizaje y acción. Una vez que el procedimiento se ha analizado en todas sus especificaciones y detalles, la tecnología que encierra es totalmente transferible. Los ordenadores pueden poner en práctica el procedimiento igual en Estados Unidos que en Taiwan o en cualquier otro país. El conocimiento se convierte en un producto una vez que ha cristalizado en un procedimiento.

Las diferencias salariales entre los países occidentales industrializados y algunos países en desarrollo se encuentran en especial en aquellas áreas en que la cristalización completa de los procedimientos todavía no es posible, en donde «la única buena manera», todavía no se conoce y la industria está en proceso de innovación constante en algún sentido.

La administración del conocimiento y la fabricación flexible

Así pues, están sucediendo dos cosas con la tecnología en las fábricas. Por una parte, los desfases entre avances técnicos y la actual producción masiva se han acortado y son completamente superables. Por otra parte, para mantener la ventaja, las organizaciones han tenido que cambiar sus estructuras y adoptar las que favorecen una innovación constante. Ésta es la única manera de mantener diferencias favorables con los competidores.

En especial en la industria de los semiconductores se da una diferencia positiva en el mismo desarrollo del conocimiento. El foco de atención de la dirección y de la propia industria se va alejando de las nociones tradicionales de recursos administrativos, individuos y trabajo, para concentrarse en la noción de administración del conocimiento.

Una segunda noción que ha cambiado el modo de empleo de la tecnología en la fábrica es el paso de una producción masiva hacia sistemas de fabricación sobre demanda, enteramente flexibles. Ésta es también una consecuencia de la revolución informática.

La posibilidad de dicho cambio se basa en el hecho de que el ordenador es secuencial. Avanza por pequeños pasos, pero los ejecuta con extrema rapidez. Esto ha tenido un gran impacto en la fabricación. Si para fabricar, por ejemplo, un lápiz se dispusiera de tiempo ilimitado, se efectuarían repetidas mediciones y comprobaciones con las que ajustar progresivamente las medidas del producto. Al no importar el tiempo de fabricación, no habría necesidad de proceder con prisas.

Pues bien, el ordenador hace exactamente lo mismo. Realiza una enorme cantidad de mediciones constantemente ajustadas. Por eso, para un ordenador, el tiempo de hecho no es un problema. Realiza la totalidad de los cálculos y controla la calidad tantas veces como se considere necesario.

En lugar de avanzar sólo unos pocos pasos, esta tecnología nos permite avanzar muchos pasos, lo que significa la

posibilidad de hacer un conjunto de cosas diferentes de los que se podían hacer antes.

Por ejemplo, la grabación de un nombre determinado en el lápiz. En la producción tradicional, esto es posible mediante un cliché para cada persona que solicita su nombre o sus iniciales. Un ordenador se limitará a guardar las 26 letras del alfabeto y a grabarlas secuencialmente en el orden que se le diga.

Esto permite un grado de flexibilidad y de trabajo sobre pedido impensable anteriormente con lo que, de pronto, se está pasando de una economía de escala a una economía de finalidades.

¿En qué afecta esta nueva situación a las fábricas? En primer lugar, en que ya no se necesitan grandes fábricas. Se pueden instalar fábricas más pequeñas, con menos niveles de dirección. No se necesita tanta burocracia para la innovación. Las fábricas pequeñas pueden producir con idéntica calidad y el mismo nivel de precisión. En segundo lugar, se puede producir a un volumen manejable. No son precisos elevados volúmenes para que una instalación industrial sea viable. En tercer lugar, la integración de varias pequeñas fábricas en un marco más amplio es mucho más fácil que antes, gracias de nuevo al control informático.

El foco de atención de la industria se va alejando de las nociones tradicionales para concentrarse en la noción de administración del conocimiento.



A.G.E.

El reverso de la medalla

Pero no todo es innovación y pensamiento renovador. En los últimos años he trabajado en la fabricación integrada de ordenadores, organizando sistemas de fabricación flexible. Y cuando me he parado a observar dónde se han instalado los nuevos sistemas he visto que a menudo volvían a hacerse inflexibles.

Por ejemplo, una gran empresa de tractores que visité disponía de ocho o diez sistemas de fabricación flexibles. A principios de los años setenta hacía doce piezas. Ahora hace tan sólo dos. ¿Por qué emplean esta tecnología tan flexible para la producción en masa? La respuesta es que el personal emplea los ordenadores casi únicamente para tareas de coordinación, pero no se preocupan de introducir nuevos productos, de perfeccionar la misma pieza que producen, de hacer las cosas de manera diferente cuando es posible la innovación.

Las presiones sobre la utilización del capital, la forma de contabilidad de costes tradicional, etc., justifican todavía los sistemas de volumen de fabricación elevado. Pero se acaba comprometiendo la flexibilidad.

He visitado fábricas en Alemania y Japón y me he encontrado con el mismo fenómeno: una filosofía de no provocar demasiados cambios, de dejar que el sistema funcione; «si no se estropea, no lo arregles». Tal actitud obstruye toda forma de innovación productiva.

El nivel de automatización que estoy describiendo, con innovación, cambio constante, control adaptativo y aprovechamiento de la flexibilidad, sólo se encuentra de alguna manera parecida en Japón. Los japoneses han hecho un esfuerzo para no limitarse a pensar en términos de procedimientos, sino también de forma que se aplique la tecnología de arriba abajo, hasta donde es posible la innovación.

Dentro de la estructura organizativa clásica de una fábrica tayloriana, existe una jerarquía de funciones. La función principal es asegurarse de que las cosas se comuniquen entre sí, que se hagan a tiempo. No tiene nada que ver con la demanda el hecho de hacer las cosas mejor, perfeccionar las respuestas del control, mejorar el aprendizaje entendido éste en un contexto de seres humanos.

La inteligencia artificial

Esto conduce a otro avance dentro de una fábrica: la inteligencia artificial. Muy pocas son las áreas de la fabricación en donde se ha aplicado la inteligencia artificial. Una de ellas es el área de mantenimiento de las máquinas, para el que existen procedimientos específicos de conservación y muchas formas de diagnosticar los fallos. Dentro de una fábrica existen los expertos que saben cómo diagnosticar los fallos de una máquina. La inteligencia artificial imita este comportamiento.

Pero avancemos un paso más y veamos de dónde sacan los expertos su pericia. Sin duda alguna de una base experimental. Han trabajado antes con las máquinas y han acumulado un cierto conocimiento, por lo que, en base a esa experiencia, saben cómo diagnosticar cualquier fallo.



Arch. Planeta

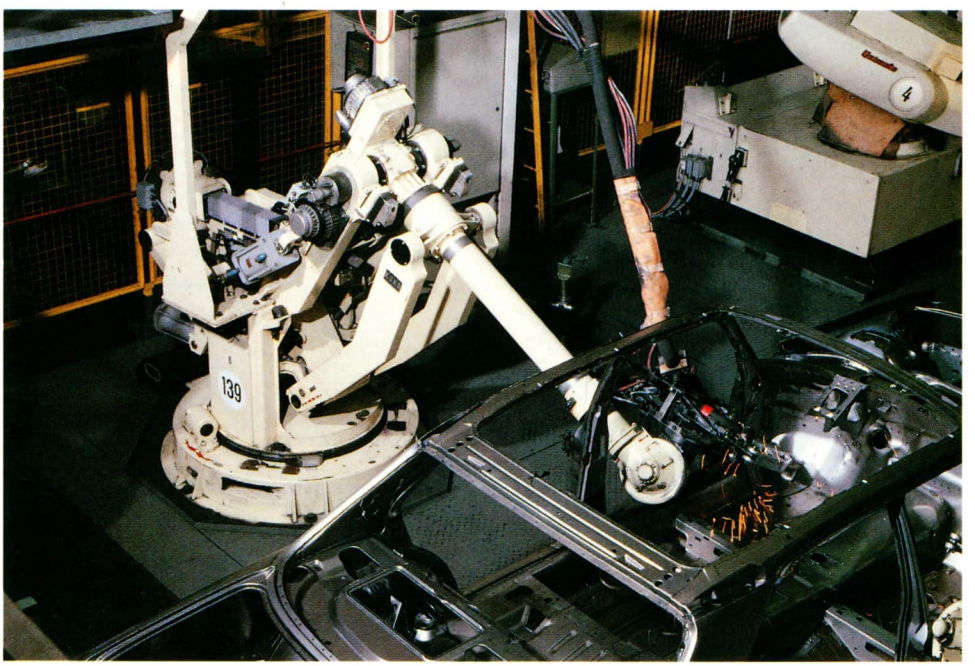
En las fábricas japonesas se encuentra el más alto nivel de automatización y aprovechamiento de la flexibilidad.

Cuando se toman diez expertos de diferentes empresas y se suman sus respectivas experiencias, de algún modo se obtiene la inteligencia artificial, como una poderosa ayuda para que una sola persona pueda reconocer más fácilmente los problemas y mejorar la información correspondiente.

¿Qué tiene esto que ver con el sistema de fabricación? La pericia es muy escasa. Alcanzarla consume una gran cantidad de tiempo y esfuerzos, lo que la hace laboralmente muy costosa. Esto implica que el énfasis en la innovación se esté desplazando explícitamente hacia el reconocimiento de que profundizamos en los sistemas de aprendizaje, y no sólo en la información. E implica también que la especialización es factible en muy escasos períodos de tiempo.

La pericia de una persona es válida durante diez años a lo máximo. La necesidad de un reciclaje educativo y del adiestramiento continuo durante toda la vida laboral es muy importante en las sociedades occidentales industrializadas. Con vistas a la política de empresa, éste es un hecho que habrá que encarar con mucha más atención de la que hasta ahora se le ha prestado. La exigencia de una constante innovación (al propio tiempo originada y proporcionada por el ordenador) debe ampliarse no sólo a las fábricas, sino a los ingenieros y a los directores que las gobiernan.

La robótica mimetiza el comportamiento de un equipo de trabajadores expertos.



Firo - Foto

Estandarización

Las ventajas de la estandarización

Un standard es una norma; en el caso que vamos a tratar, una norma industrial. En todas las áreas de fabricación, a partir de un cierto grado de madurez del producto, aparecen las normas o standards.

¿Quién los define? La cuestión no tiene una respuesta fácil. Cada constructor debe optar entre un intento de imponer su propio standard *de facto*, mediante la aceptación generalizada de sus productos por el mercado, o acogerse a standards ya existentes.

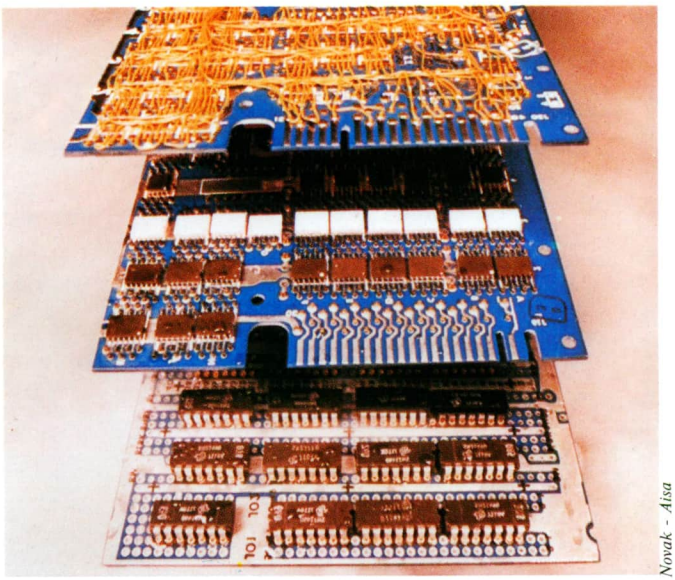
Tema interesante es acertar el momento justo de definición de los standards. Si se definen demasiado pronto, el desarrollo del producto puede verse artificialmente frenado y su fabricación demasiado asociada a las tecnologías presentes en cada momento. Como contrapartida, los elementos fundamentales del producto quedan perfectamente identificados y reconocidos, con la orientación y clarificación del mercado que ello supone.

Si se definen demasiado tarde, acostumbra a no llegarse a tiempo, ya que varias especificaciones pueden haberse asentado ya en el mercado y los fabricantes deben rediseñar procesos de fabricación, utillajes y componentes que ya están en marcha.

Ventajas para el fabricante

Entre las ventajas que la estandarización ofrece al fabricante figuran:

Al existir especificaciones concretas y uniformes el consumidor tiene la posibilidad de elegir entre artículos competitivos.



Novak - Aisa

– Pueden efectuarse las inversiones y ajustarse los procesos necesarios para la producción en masa.

– La calidad del producto gana en uniformidad y pueden establecerse controles sobre el mismo.

– Los costes de desarrollo pueden ser mayores, al amortizarse entre un número mayor de unidades de producto.

– Los productos pueden acoplarse a todos aquellos artículos que dispongan de las mismas especificaciones de conexión, ampliándose enormemente las aplicaciones posibles y el mercado.

Ventajas para el consumidor

El consumidor se beneficia de las siguientes ventajas:

– Al tener los productos especificaciones concretas y uniformes, aumenta la posibilidad de comprar y elegir entre artículos competitivos.

– Es factible conectar entre sí módulos de diversos constructores, creando sistemas funcionales de comportamiento conocido y de mantenimiento más fácil. Cabe aquí mencionar que, en un equipo informático, existen una serie de elementos hardware y software, cada uno de ellos con un valor conocido y bastante determinado por el mercado. Sobre estos valores, el constructor introduce la noción de que todos los elementos juntos forman un sistema, asignando a esta noción abstracta un valor económico que incrementa el coste. A medida que los módulos interconexionan con interfases standard y los programas se normalizan, este valor sistema desaparece en beneficio del usuario.

– Al poder modularizar una instalación con equipos o periféricos de varios fabricantes, el comprador se independiza del fabricante y aumenta su nivel de autonomía.

– La programación con lenguajes estandarizados protege al usuario de las cuantiosas inversiones que para éste representa el desarrollo del software. Existe la seguridad de poder trasladar la programación a otro equipo llegado el momento de obsolescencia física o tecnológica de la primera máquina, con un mínimo coste de transformación. De hecho, hasta hace pocos años se consideraba que aproximadamente una cuarta parte del poder de computación en Estados Unidos se consumía en el desarrollo de sistemas de conversión entre elementos que «no encajaban» tanto en software como en las entradas-salidas.

– Los standards confieren al mercado un factor de estabilidad y seguridad.

El National Bureau of Standards

En Estados Unidos no existe un control oficial de standards para el mercado libre. No obstante, una oficina, división del Ministerio de Comercio, fija los standards que deben cumplir los productos informáticos adquiridos por los organismos del gobierno federal.

Se trata del National Bureau of Standards, el cual aparte de su misión específica primordial, promueve los esfuerzos

que voluntariamente realiza la industria en favor de una normalización de los productos informáticos y participa en estas actividades.

Este organismo ha tenido mucho que ver, por citar un ejemplo reciente, con el renombre mundial alcanzado por el lenguaje ADA.

El American National Standards Institute (ANSI)

Esta organización no lucrativa se estableció en 1918 bajo las leyes del estado de Nueva York. En ella se encuentran federadas más de doscientas asociaciones de comercio y más de mil compañías comerciales. Su misión consiste en desarrollar y aprobar standards en los diversos sectores industriales.

¿En qué momento se proclama un standard? La respuesta oficial del Instituto es que se proclama cuando se llega a un consenso. Si bien este concepto es algo indeterminado, se aclara que es «más que una simple mayoría y que no requiere unanimidad». Algo así, pues, como una mayoría reforzada.

Más de tres mil standards han sido ya definidos, de ellos unos cincuenta referentes a la industria informática. A nivel supranacional, el Instituto está asociado a la International Standards Organization (I.S.O.).

Integrada en ANSI está la célebre CODASYL (Conference on Data Systems Languages), en la que desarrollan sus trabajos cuatro comités, que se ocupan de lenguajes de definición de datos, lenguajes de programación, planificación y sistemas. Su producto homologado más célebre a nivel mundial es el COBOL-CODASYL.

Standards más populares

Considerando como standard todo elemento de uso común generalmente aceptado, con independencia de su posible homologación por organismos oficiales o privados, describimos a continuación aquellos que más inciden en el panorama informático actual, teniendo en cuenta que, como es natural existen tantos tipos de standards como áreas tiene la informática.

Microprocesadores

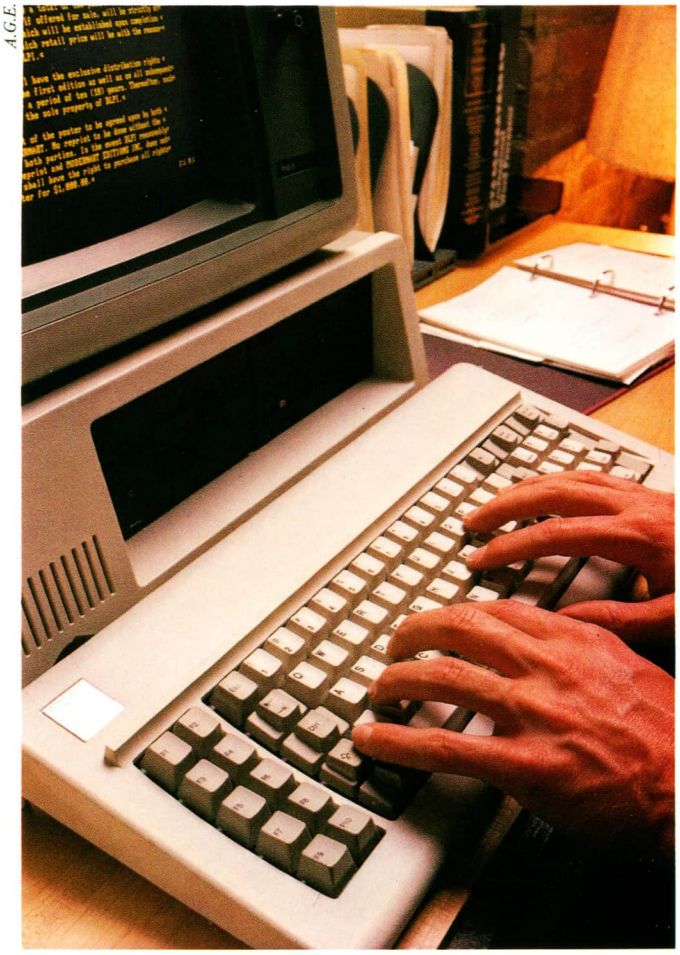
Los standards de microprocesadores tienen especial importancia al afectar al chip más crítico de los ordenadores, el procesador que gestiona todo el sistema.

En la generación de 8 bits, los más conocidos son los modelos Z-80 y 6502. El primero ha sido el soporte físico de todo el sistema operativo CP/M, y el segundo ha propulsado los míticos Apple II y Commodore.

Al aparecer los 16 bits, sin ninguna duda la familia Intel 8086, 8088 y 80186, utilizada en la construcción de los ordenadores personales IBM y compatibles, se ha convertido en standard mundial indiscutible.

En 32 bits, el modelo 68000 de Motorola es uno de los más utilizados, por lo menos en los compases iniciales de esta generación de computadoras.

A.G.E.



Programar con lenguajes estandarizados proteje al usuario de las cuantiosas inversiones del desarrollo del software.

Sistemas operativos

Las tres generaciones de microprocesadores mencionadas en el apartado anterior, han tenido su reflejo en tres sistemas operativos que se han convertido, o tienen vocación de convertirse, en standards mundiales *de facto*.

Para micros de 8 bits, el CP/M de Digital Research arrasó y preparó el terreno para su sucesor en máquinas de 16 bits, el MS-DOS de Microsoft.

En 32 bits, el tema parece decidido a favor del UNIX, desarrollado por los Laboratorios Bell de A.T.T.

Interfases

Una interfase es un conector físico que sirve para que módulos o periféricos de distintos constructores puedan dialogar entre sí. Se aplica principalmente a impresoras, pantallas, modems telefónicos y otros elementos de entrada-salida.

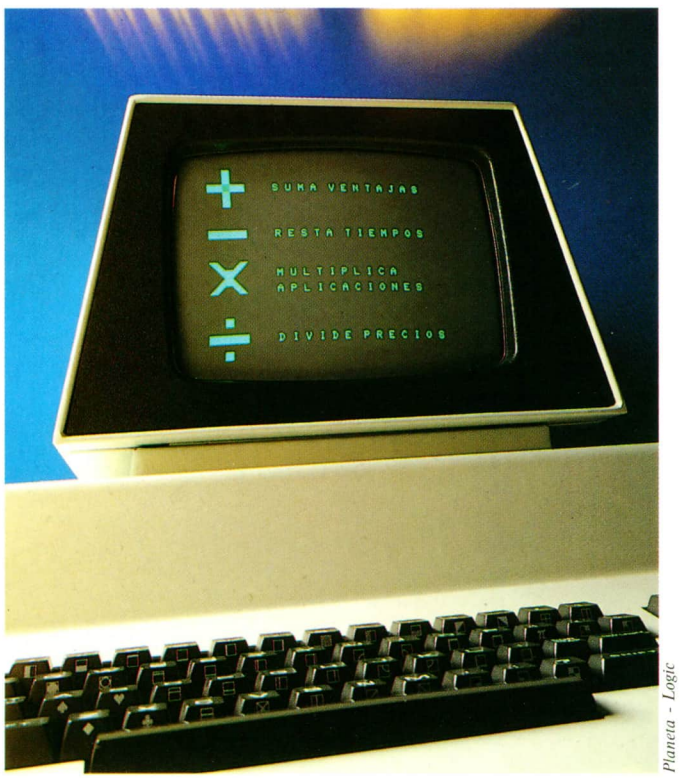
Los más conocidos son la salida paralela (Centronics compatible), la salida serial RS-232 y, para conexión de instrumentos científicos, el bus IEEE-488.

Orden de magnitud

Todo efecto tiene su causa. El cambio informático, en última instancia, tiene un último fundamento: las mutaciones acaecidas en la propia mente del hombre.

Algunas grandes ideas han tardado milenios en madurar, otras han necesitado siglos; en ocasiones han sido preciso sólo décadas, años o únicamente algunos meses. Cada vez que añadimos o quitamos un cero, hablamos de una variación en el orden de magnitud.

Cuando una operación se efectúa diez veces mejor se ha ganado un orden de magnitud.



Planeta - Logic

Sobre este asunto pueden hacerse algunas observaciones: cada avance recoge total o parcialmente los avances anteriores y, al estar fundamentado en más conceptos, el ritmo de cada innovación aumenta, pudiéndose afirmar, incluso, que aumenta exponencialmente.

Es evidente que la humanidad ha evolucionado más en los últimos cien años que en milenios enteros transcurridos. Esta evolución es más acentuada aún en el mundo de la informática, en el que cada siete años se habla de una nueva generación de ordenadores.

Los grandes conceptos mentales se refieren principalmente a símbolos (representaciones de números, ideas y fonemas), representación de las relaciones entre estos símbolos (operaciones aritméticas, reglas de deducción o transformación), mecánica de las operaciones y sistemas de almacenamiento de la información.

Estos principios mentales han tenido una paulatina aplicación industrial, a medida que se han desarrollado los instrumentos, fuentes de energía y mercados necesarios. Se podría decir, usando palabras del soneto de Lope de Vega acerca de sus obras teatrales que «más de ciento, en horas veinticuatro, pasaron de las musas al teatro».

En la actualidad, el cambio se halla ya en plena «representación» debido a que se ha dado con un sistema de simbología y transformaciones muy adecuado para ser tratado por la energía eléctrica y los modernos sistemas de memorizar y transmitir información.

Lo inédito del caso es que las profundas transformaciones del escenario trascienden absolutamente al mismo y han cambiado y van a cambiar de manera decisiva no tan sólo al propio escenario sino al teatro entero.

Recordando el título de la obra de Calderón, los cambios afectarán al «gran teatro del mundo», con la diferencia de que, en este caso, al fin de la obra no se produce una vuelta a la realidad, ya que el propio teatro es la nueva realidad.

Medición del impacto

Para cuantificar el impacto de una revolución tecnológica introducimos el concepto de *orden de magnitud*. Convenimos en afirmar que, cuando algo se efectúa diez veces mejor (más rápido, más barato, más pequeño, más eficaz), se ha ganado un orden de magnitud; la ganancia será de dos órdenes, si la mejora es igual a 100, etc. Expresado matemáticamente: $V = 10^m$ (si algo se efectúa V veces mejor, m es el orden de magnitud en que ha variado el proceso). Pues bien, en informática, en muy pocos años, la potencia de cálculo de los ordenadores ha aumentado seis órdenes de magnitud y el precio de los equipos ha disminuido tres órdenes de magnitud. Combinando ambos factores, puede decirse que se ha incrementado la productividad en mil millones.

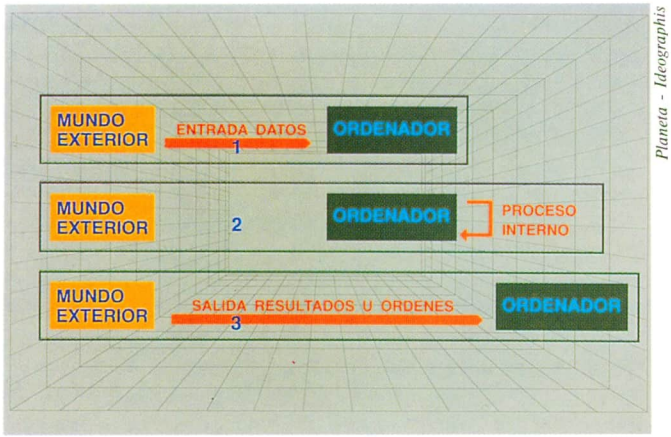
Es fácil darse cuenta de que, en otras áreas de la actividad humana, no acostumbran a darse impactos de esta dimensión y que los efectos serán, necesariamente, impresionantes.

Tiempo de respuesta

Un ordenador puede hacer algunas cosas mejor que los hombres que lo han construido. Quizá el ejemplo más claro se halla en todo aquello que deba hacerse con rapidez.

Si se define el tiempo de respuesta como el intervalo de tiempo que transcurre entre el suministro de datos a un sistema y el instante en que estos datos ya han sido elaborados y el sistema está en condiciones de enviar resultados, la mayor rapidez de la máquina no deja lugar a dudas.

Imaginemos estos tres momentos:



Planeta - Ideographis

Si el proceso de elaboración de los datos reflejado en el punto 2 de la figura se demora, los acontecimientos pueden envejecer de tal manera que los datos de salida no tengan ya ningún valor práctico. Hollerith se encontró en una situación límite del caso indicado, al elaborar el censo de Estados Unidos: o inventaba la máquina tabuladora o debía enfrentarse al curioso fenómeno de que el momento de elaborar un nuevo censo, hubiera llegado antes de terminar el cómputo del censo anterior realizado de forma manual.

Muchas predicciones de mercado, atmosféricas, etc., precisan un tiempo de respuesta corto y, para realizarlas, el ordenador es un instrumento imprescindible.

La situación de necesaria validez alcanza su máximo exponente cuando el ordenador retroalimenta un dispositivo, que puede ser desde un termostato a un misil o cualquier sistema experto que deba ser guiado por el ordenador. Esta operación, en que el ordenador recibe datos, razona en función de los mismos y devuelve órdenes de control en tiempo real, no sería posible realizarla sin computadoras.

Podría argumentarse que los cálculos numéricos, por prolijos que fueran, podrían ser llevados a cabo por hombres. Sin embargo, en la realidad esto acabaría siendo imposible porque el trabajo humano no goza de propiedad acumulativa. Si trabajasen muchas personas a la vez, debería aumentarse paulatinamente una infraestructura de coordinación y control y, finalmente, la incorporación de nuevas personas acabaría por llevar a una operatividad marginal prácticamente nula. Y, en cualquier caso, difícilmente podría incorporarse a varios ingenieros dentro de un misil con cabezales atómicos.

Interactividad

A medida que el tiempo de respuesta va tendiendo a cero, la informática avanza hacia la plena interactividad, hacia el diálogo con la máquina, hacia el *tiempo real.*

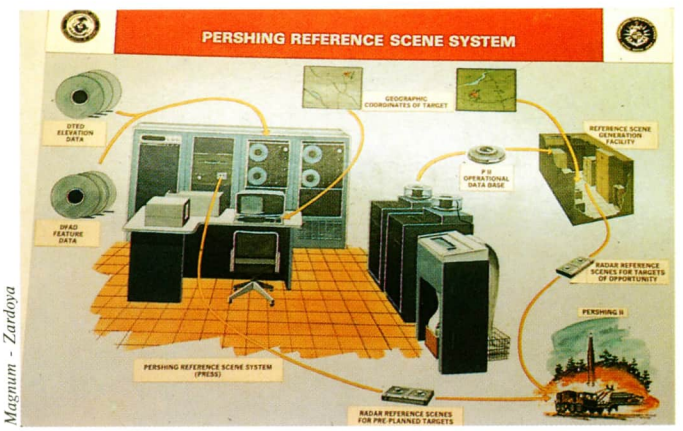
El concepto ha tenido y tiene una amplísima difusión y ha ido ganando aceptación universal, aunque debe tomarse en sentido algo amplio. El tiempo real nunca se alcanza de forma absoluta, pero puede llegarse a unos niveles de suficiente operatividad. Es oportuno recordar aquí la afortunada afirmación de un gran informático: «El máximo tiempo de espera que admite una persona ante una pantalla es de tres segundos. Ante demoras superiores, considera al sistema sicológicamente lento.»

Como sea que la interactividad de la máquina, en última instancia, es únicamente preprogramación, anticipación de todas las posibles respuestas, lo que realmente estamos haciendo es añadir capacidad de cálculo y respuesta a nuestros propios recursos naturales. Alcanzamos la amplificación artificial de nuestra propia inteligencia. Entramos en un mundo de reacciones inmediatas, de respuestas mucho más rápidas y, por tanto, de ritmo más acelerado.

Si una persona fuese la única que dispusiera de tales posibilidades, su utilización sería opcional. Se podría elegir entre activar el instrumental o dejarlo latente. Pero, dado que vivimos en un entorno competitivo, estamos obligados a apurar los recursos para continuar en condiciones de igualdad con los demás.

Y, por otra parte, al estar conectados los equipos a sistemas de telecomunicaciones, que actúan también en tiempo real, el mundo entero evoluciona rápidamente, hacia una mayor interactividad.

A medida que el tiempo de respuesta va tendiendo a cero, la informática avanza hacia la plena interactividad: esquema del sistema de funcionamiento del misil Pershing.



Magnum - Zardoya

Fundamentos electrónicos

La revolución informática ha sido posible gracias al soporte físico que la electrónica y en particular la microelectrónica han puesto a su servicio. Existe una divisoria temporal clara en este sentido: la segunda guerra mundial. Antes de 1940 todos los equipos informáticos (calculadoras, tabuladoras, etc.) estaban basados en tecnologías no electrónicas.

Las primeras máquinas de calcular, construidas por B. Pascal en 1642 o por G. W. Leibniz en 1671, eran artilugios mecánicos. Durante los años posteriores, varios investigadores, tales como Babbage (1792-1871) o G. Boole (1815-1864) entre otros, establecieron las bases teóricas en que se asentó el desarrollo posterior de la informática. Sin embargo, sus ideas no tuvieron repercusiones prácticas en su tiempo, por falta de una tecnología adecuada.

La máquina tabuladora construida por H. Hollerith en 1884, que se utilizó con gran éxito en el cómputo del censo de Estados Unidos del año 1890, o la primera calculadora de oficina fabricada por W. S. Burroughs en 1892 continuaban siendo ingenios mecánicos.

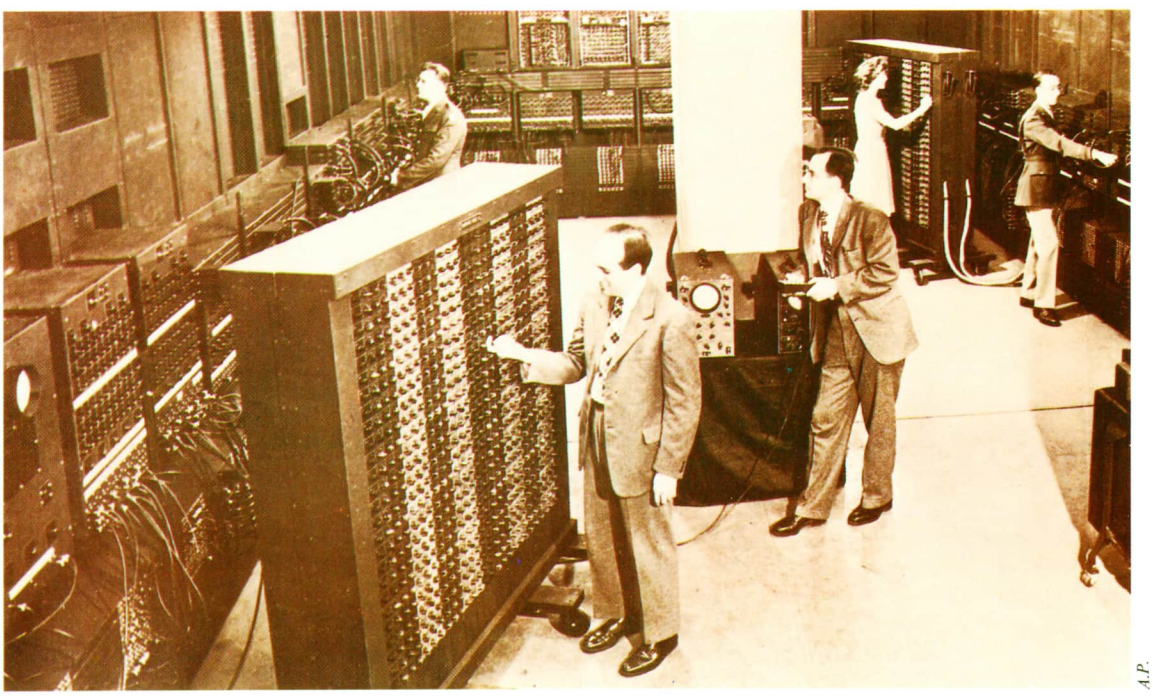
Debemos esperar el comienzo de la década de los años cuarenta, en plena segunda guerra mundial, para que se introduzcan nuevas tecnologías en la construcción de equipos informáticos. La necesidad de aumentar la potencia de cálculo de los equipos existentes, con objeto de determinar trayectorias balísticas de proyectiles con mayor rapidez y precisión, impulsaron esta búsqueda.

Así, G. R. Stibitz y S. B. Williams, de ATT Bell Laboratories, construyeron en 1939 el MODEL I, un ordenador con tecnología electromecánica basada en el empleo de relés, utilizando por primera vez números decimales codificados en binario. H. Aiken, de la Universidad de Harvard, W. J. Eckert de la Universidad de Columbia y C. D. Lake de IBM, fabricaron en 1944, también con tecnología electromecánica, un ordenador de propósito general, el MARK I, que podía operar con números decimales de 23 dígitos y realizaba sumas en 0,3 segundos y multiplicaciones en 3 segundos. Sus entradas-salidas eran tarjetas perforadas, interruptores y teletipo.

Los esfuerzos para obtener tiempos de cálculo más pequeños condujeron a que J. W. Mauchy y J. P. Eckert, de la Moore School of Electrical Engineering de la Universidad de Pennsylvania, propusieran la utilización de tubos electrónicos, idénticos a los que utilizaban los receptores de radio de aquellos años, para construir un calculador digital. Así, el 15 de febrero de 1946 se puso en marcha el primer calculador electrónico de la historia: el ENIAC *(electronic numerical integrator and computer)*. La informática había entrado en la era electrónica.

El ENIAC representó un avance importante en la rapidez de cálculo respecto al MARK I, pues realizaba sumas en 0,2 milisegundos y multiplicaciones en 2,8 milisegundos, o sea era unas mil veces más rápido. Sin embargo, presentaba graves inconvenientes: utilizaba 18 000 tubos electrónicos, ocupaba una habitación en forma de U de 10 por 15 metros, pesaba 30 toneladas y su potencia era de 150 kilovatios, con lo cual su fiabilidad era muy limitada.

Si, tal como veremos, la tecnología electrónica no hubiese evolucionado como evolucionó en los años siguientes, los ordenadores electrónicos del tipo ENIAC hubieran quedado restringidos al ámbito de las grandes universidades y compañías industriales, y su utilización hubiera sido muy



J. P. Eckert junto al ENIAC primer ordenador digital electrónico construido en 1946.

A.P.

reducida, limitada a problemas de cálculo muy concretos. Pero a fines de 1947, sucedió un hecho importantísimo para el futuro de la informática: la invención del transistor, realizada por W. Shocley, J. Bardeen y W. H. Brattain, investigadores de ATT Bell Laboratories, quienes recibieron por este hecho el premio Nobel de física en 1956. De este modo nació la microelectrónica, cuyo desarrollo está íntimamente ligado a la revolución informática.

El descubrimiento del transistor

Los orígenes del descubrimiento del transistor los podemos situar en el momento en que, poco después de la segunda guerra mundial, W. Shockley organizó en los ATT Bell Laboratories un grupo de científicos para investigar un tipo de materiales llamados semiconductores. Estos materiales conducen una corriente eléctrica a la temperatura ambiente, pero, ni son tan buenos conductores como el metal, ni tan malos como un aislante. Los semiconductores que presentan propiedades interesantes para la microelectrónica son el silicio y el arseniuro de galio.

Shockley estaba interesado en descubrir un dispositivo electrónico capaz de sustituir a los tubos de vacío utilizados en los circuitos electrónicos y que consumiese mucha menos energía. Su idea original era realizarlo mediante un material semiconductor, pero con un funcionamiento análogo al que gobernaba el comportamiento de los tubos electrónicos. Una y otra vez fallaron todos los intentos, hasta que Bardeen demostró que una de las hipótesis de Shockley era falsa. Después de este fracaso inicial, Bardeen y Brattain llegaron a la conclusión de que necesitaban dos puntas metálicas muy juntas, en contacto con un semiconductor. Utilizando una idea muy ingeniosa de Brattain para construirlo, el 23 de diciembre de 1947 comprobaron que su funcionamiento era correcto: una pequeña tensión aplicada entre una punta metálica y el semiconductor de base controlaba la corriente que circulaba por la otra punta. La potencia eléctrica necesaria para este control es mucho más pequeña que la potencia controlada. Este hecho hace posible la utilización del nuevo dispositivo como elemento amplificador de señales eléctricas o como interruptor electrónico en circuitos digitales de ordenador.

Seis meses más tarde ATT Bell Laboratories hizo público el invento del transistor y, con gran visión de futuro, dio con facilidad licencias para su fabricación. Al principio los diseñadores de circuitos electrónicos tuvieron reticencias en utilizarlo como elemento sustitutivo del tubo electrónico, a pesar de sus evidentes ventajas respecto a éste: menor peso y volumen y mucho menor gasto de energía. Hay que decir, por otra parte, que los primeros transistores de puntas de contacto tenían defectos: producían ruido, conmutaban lentamente, eran poco estables, etc.

Muchos de estos defectos fueron superados por el transistor de unión, descrito por Shockley en 1948. En este transistor, que es básicamente el que se utiliza actualmente, las puntas metálicas están sustituidas por pedazos de semiconductor de tipo diferente al de la base.

Un material semiconductor puede ser de dos tipos: N o P. Para obtenerlos, se sustituyen unos pocos átomos del material semiconductor puro por átomos de impurezas de otro material. Así, para obtener silicio de tipo N, se introduce del orden de un átomo de impureza (por ejemplo, fósforo) por cada millón de átomos de silicio. En el caso de silicio de tipo P, las impurezas que hay que introducir son de aluminio o de boro. Introduciendo más o menos impurezas se modifica la resistividad del semiconductor y además podemos elegir el tipo de carga eléctrica que transporta cuando circula una corriente: negativa para el tipo N y positiva para el P.



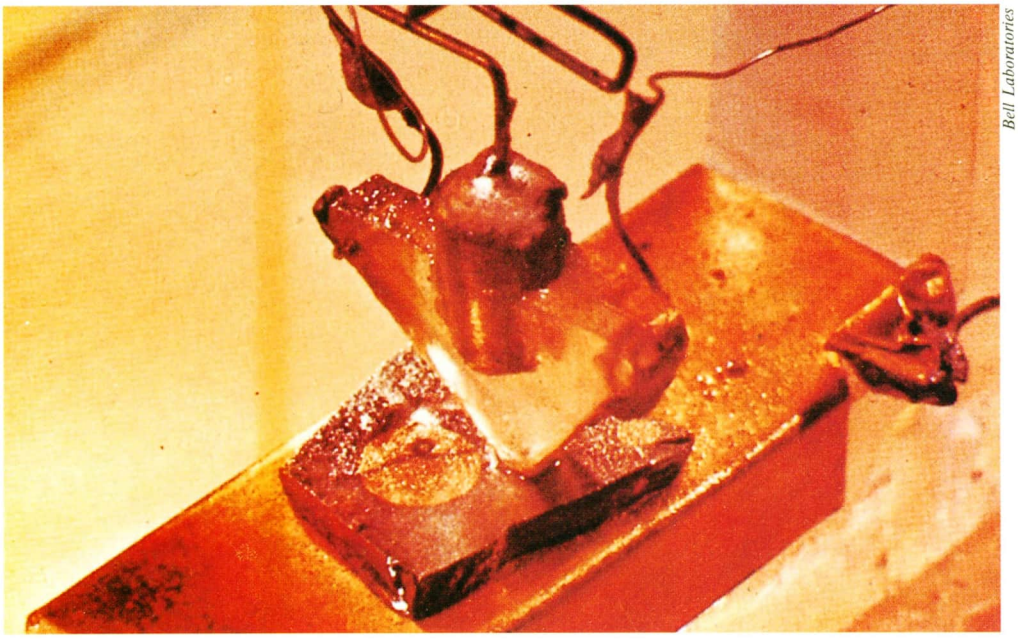
A.P.

W. Shockley (sentado), J. Bardeen (izquierda) y W. H. Brattain, delante de su invento: el transistor.

El transistor de unión tiene una estructura parecida a un «pastel» de semiconductores: dos zonas de tipo N separadas por una zona estrecha de tipo P, o viceversa, y dos zonas P separadas por una N. En el primer caso tenemos un transistor NPN, y en el otro, un transistor PNP. A partir de ahí, los diseñadores dejaron de sustituir rutinariamente un tubo electrónico por un transistor NPN y empezaron a idear circuitos específicos para transistores, aprovechando las ventajas de poder combinar los dos tipos en un mismo circuito.

La fabricación de transistores de unión no fue tarea fácil, pues era necesario a la vez obtener semiconductores extraordinariamente puros e idear un procedimiento para introducir con precisión la pequeña cantidad y el tipo adecuado de impurezas a fin de obtener las tres zonas N, P y N (o P, N y P). G. Teal, J. B. Little y M. Sparks lo consiguieron en 1951: fue el primer transistor de unión.

Durante los años cincuenta se descubrieron nuevos dispositivos semiconductores, basados más o menos en el transistor, y también se idearon nuevos procedimientos que permitieron mejorar las técnicas de fabricación de todos estos dispositivos semiconductores. Pero, sobre todo, los



Bell Laboratories

El primer transistor de puntas de contacto.

años cincuenta fueron los años de la expansión en la utilización del transistor. Los tubos electrónicos se arrinconaron y sólo se utilizaron para aplicaciones muy especiales y minoritarias. En 1959, IBM construyó el primer ordenador con circuitos lógicos transistorizados: el 7090. En 1960, el ordenador CDC 1604 llegó a albergar 100 000 diodos y 25 000 transistores: una suma requería entre 4,8 y 9,6 microsegundos, y una multiplicación, entre 25,2 y 63,3 microsegundos. Era pues, unas 100 veces más rápida que el ENIAC realizado con tubos electrónicos.

Los circuitos integrados

En 1959, un grupo de científicos de la compañía Fairchild Semiconductors creó el proceso tecnológico PLANAR, que permite fabricar simultáneamente muchos transistores sobre una misma oblea de silicio.

El procedimiento se basa en la propiedad que tiene el óxido de silicio de presentar una barrera a la introducción de impurezas dentro de la oblea de silicio por el método de difusión a alta temperatura. De este modo, oxidando toda una cara de la oblea y abriendo una serie de agujeros en esta capa de óxido mediante un procedimiento fotolitográfico, las impurezas sólo se introducen en el silicio por las zonas limitadas por la forma de los agujeros.

Una vez se ha introducido un tipo de impureza, se puede volver a oxidar la superficie de la oblea y empezar de nuevo el proceso para introducir otro tipo de impurezas en otras zonas del silicio. Así, hasta que se han formado las tres zonas de un transistor NPN o PNP. Una vez terminado el proceso, se corta la oblea en pequeños dados, cada uno de los cuales contiene un transistor. El dado se suelda a un soporte metálico donde están los terminales exteriores, los cuales se conectan por medio de un hilo de aluminio muy delgado a las diferentes zonas del transistor (encapsulación del transistor).

Los transistores fabricados mediante el proceso PLANAR tienen unas características mucho más estables y repetitivas. Pero el gran mérito de este proceso fue el permitir, de una forma elegante, la idea de circuito integrado que J. S. Kilby tuvo en 1959. De la misma forma que la fabricación de transistores, el proceso PLANAR permite la realización de otros dispositivos en la misma oblea de silicio: diodos, resistencias y condensadores, todos ellos aislados entre sí. Por tanto, en vez de fabricar transistores idénticos uno al lado de otro, se fabrican juntos todos los dispositivos que forman un determinado circuito electrónico. Una vez terminado el proceso de fabricación, se conexionan por encima de la capa de óxido de silicio con la ayuda de pistas de aluminio depositadas por evaporación en el vacío. A continuación se corta la oblea de silicio en dados o chips. Cada chip contiene todos los elementos de un circuito interconectados entre sí. Finalmente el chip se encapsula: tenemos un circuito integrado.

Los primeros circuitos integrados fueron fabricados por Fairchild y eran circuitos digitales que efectuaban funciones lógicas elementales. En 1964, la compañía Texas Instruments lanzó al mercado la serie 54, toda una familia de circuitos integrados digitales que facilitaron muchísimo el diseño de sistemas lógicos.

Otro hecho importante de la década de los sesenta fue el descubrimiento del transistor de efecto de campo de puerta aislada (MOST o IGFET), que funciona mediante unos mecanismos diferentes a los del transistor de unión. Este tipo de transistor resultó muy adecuado para la realización de circuitos integrados digitales, debido a lo reducido de sus dimensiones y a que no necesita zona de aislamiento. Todo ello permite una alta densidad de integración.

Al conjunto de operaciones que permiten fabricar circuitos integrados se les llama tecnología. De este modo tendremos una tecnología MOS para los circuitos realizados con transistores MOST y una tecnología bipolar para los realizados con transistores de unión.

Aunque el número de transistores que contenía un circuito integrado de los años sesenta sólo era de unas decenas, rápidamente se extendieron por todos los campos de la electrónica. Contribuyeron de forma decisiva a la aparición de los miniordenadores. Los *minis* eran ordenadores no muy potentes, pero sí rápidos, baratos, versátiles y de fácil mantenimiento, gracias al bus bidireccional, donde se podían conectar modularmente los sistemas de proceso de datos, la memoria y los elementos de entrada y salida. Los más populares fueron los PDP de Digital Equipment Corp.

El perfeccionamiento de las técnicas de fabricación de circuitos integrados avanzó extraordinariamente durante los años sesenta, gracias a la incorporación de nuevos procedimientos como, por ejemplo, la implantación iónica, que permite introducir con mucha precisión impurezas en el interior del semiconductor, o la litografía por haz de electrones, de mucho más poder de resolución que la fotolitografía. A la tecnología PMOS le sucedió la NMOS, más rápida, y la CMOS, de consumo muy reducido de energía. A la tecnología bipolar TTL se le sumó la I^2L, que permite una gran densidad de integración, y la ECL, muy rápida y por tanto utilizada en la unidad de proceso de datos de los grandes ordenadores.

Todos estos progresos hacen posible la fabricación de circuitos integrados de gran densidad de integración (LSI), con miles de transistores dentro de un chip. Estos primeros circuitos integrados LSI hicieron posible la popularización de las pequeñas calculadoras de sobremesa. Fue a causa de la presión de los fabricantes de estas calculadoras a los fabricantes de semiconductores para que diseñasen circuitos especiales para ellos, que la empresa Intel Corp., fundada en 1968 por tres científicos de Fairchild, fabricó, en 1972, el primer microprocesador integrado: el 4004. Un año después comercializó el 8008, microprocesador integrado de 8 bits. La aparición del 8080 fabricado con tecnología NMOS por Intel marcó el inicio de la segunda generación de estos dispositivos y la carrera para fabricarlos. Así, en 1975 existían más de 40 modelos en el mercado.

El perfeccionamiento de las memorias semiconductoras hizo posible la aparición, en 1976, del microordenador integrado, fabricado también por Intel en un solo chip: contiene la unidad de control, memorias y circuitos de entrada y salida.

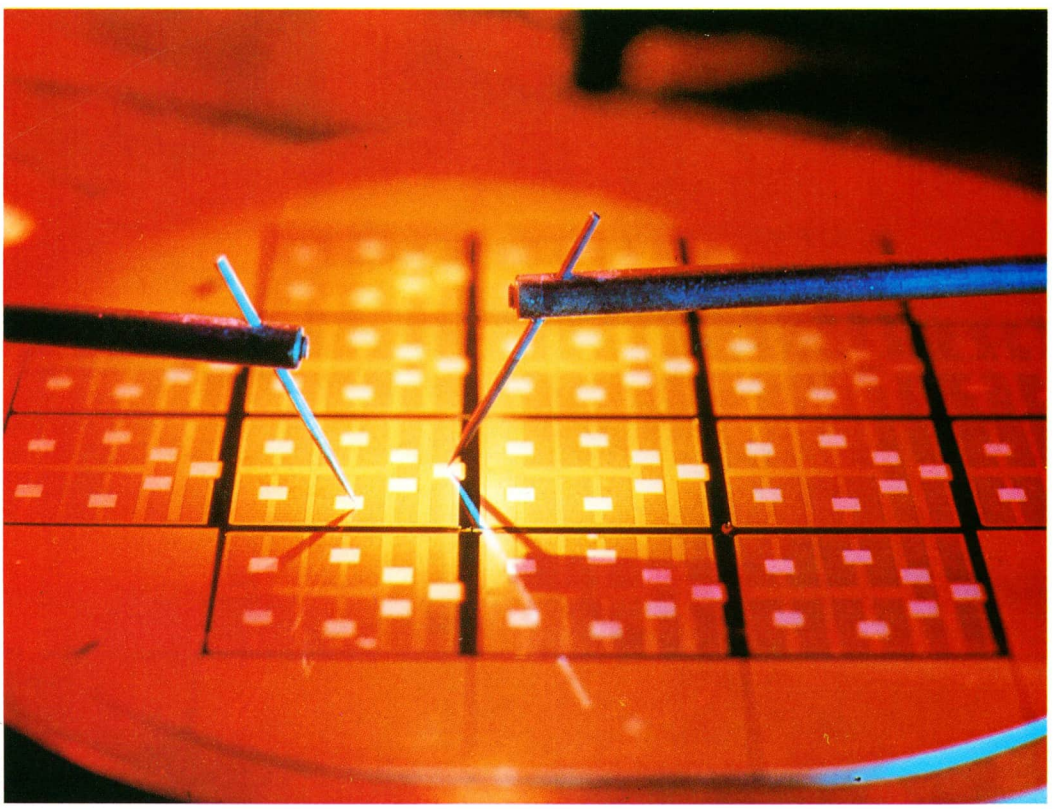
La importancia de los microordenadores integrados en el diseño de sistemas electrónicos ha sido enorme y ha posibilitado la aparición de los ordenadores personales.

En los últimos años han aparecido nuevas tecnologías que pueden sustituir a la del silicio en ciertas aplicaciones. Citemos, por ejemplo, la tecnología del arseniuro de galio, que permitirá la construcción de ordenadores ultrarrápidos (una operación aritmética en pocas billonésimas de segundo).

Simultáneamente, la tecnología del silicio hace progresos constantes que permiten la fabricación de circuitos integrados de altísima densidad de integración (VLSI), como, por ejemplo, las memorias semiconductoras de 1 megabit construidas en un solo chip de unos 36 mm^2, que contiene un millón de transistores.

Todos estos avances de la microelectrónica puestos al servicio de la informática hacen posible la revolución a la cual asistimos.

Fabricación de chips en California.



A.G.E.

Fundamentos sociales

1 Actitudes sociológicas

2 Masificación de la cultura

Siempre es arriesgado pronosticar lo que el futuro pueda depararnos, sobre todo porque no existe una ciencia llamada predicción. Aún así, se puede otear el horizonte para adivinar el marco dentro del cual podrían surgir los nuevos problemas y subrayar las realidades latentes debajo de la superficie aparente de la actual era de cambios tecnológicos.

Existen cinco contextos cruciales. El primero, tan obvio como fundamental para los próximos veinte años, es que nos encontramos a la vuelta de la esquina de una nueva división internacional del trabajo. Éste es quizá el aspecto más llamativo de nuestro tiempo.

La antigua división internacional del trabajo, que se ha extendido a lo largo de los últimos doscientos años, era la de un grupo de sociedades industriales básicas extendidas por Occidente, concretamente en Europa y Estados Unidos y posteriormente en la Unión Soviética y Japón, que coexisten con una periferia de países tercermundistas proveedores de materias primas, productos alimenticios y mercados.

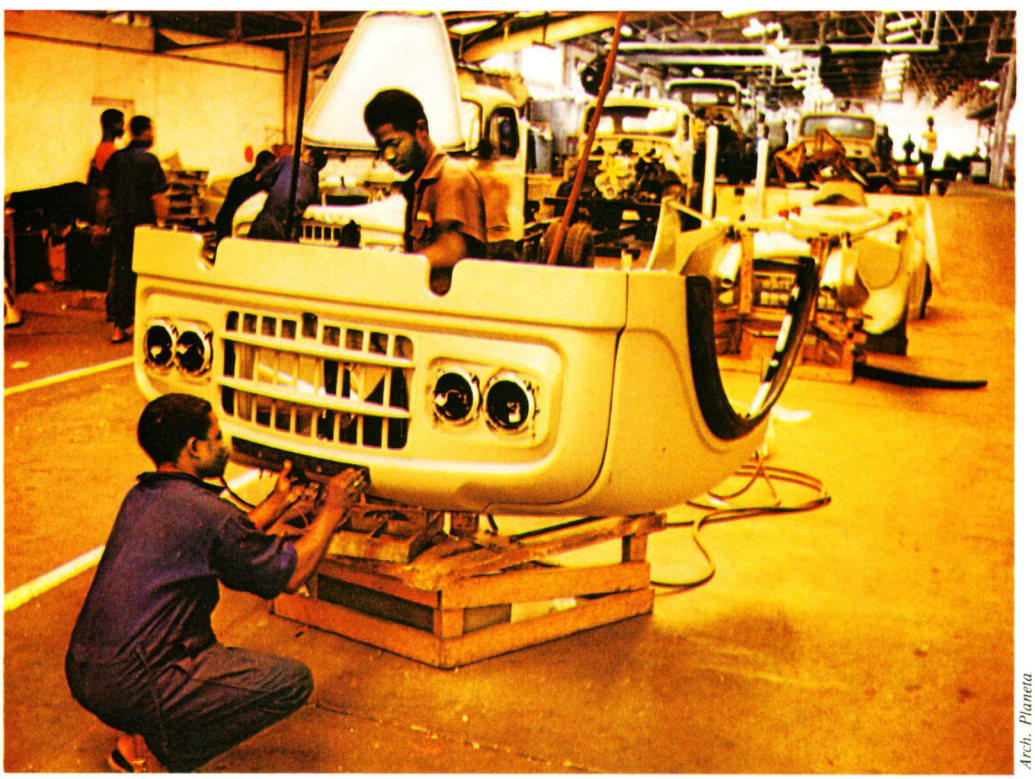
Una mezcla de presiones políticas y económicas propiciaron el inicio de un cambio radical en este panorama. Las viejas y rutinarias industrias mecánicas han sido retiradas de Occidente e instaladas en otras partes del mundo.

Esto no significa la desindustrialización de las economías occidentales. Significa una reorganización, un impulso hacia producciones de enorme valor añadido y hacia una mayor especialización.

La alta tecnología

Las ventajas comparativas de las economías occidentales radican en que son economías matrices y poseen una alta tecnología. Esta expresión, «alta tecnología», no resulta del gusto de muchos estudiosos por imprecisa.

La oficina norteamericana de estadística laboral intentó una definición del término alta tecnología que decía: «Aquellas industrias que tienen como mínimo 1,5 veces más ingenieros o científicos que el conjunto de las industrias del país.» Adaptadas a estas características resultaron tan sólo



La factoría de montaje de automóviles de Volkswagen en Lagos, Nigeria.

Arch. Planeta


Arch. Planeta

La zona del Pacífico constituirá en el siglo XXI el centro de gravedad del desarrollo económico: el puerto de Yokohama en Japón.

cuarenta y ocho industrias. El problema radicaba en que en las empresas de jabones, detergentes y preparados de limpieza utilizan gran número de técnicos de la cosmética.

Una segunda definición, más restrictiva, es la que reza: «Aquellas industrias que invierten en investigación y proyectos, como mínimo, el doble del importe de las ventas netas, respecto a la totalidad de las demás industrias.» Desde este punto de vista, se comprendían seis sectores que cumplían el requisito de alta tecnología. No es sorprendente que éstos fueran la industria farmacéutica, los equipos informáticos de oficina, las comunicaciones, los componentes electrónicos, la aviación y repuestos y los misiles teledirigidos y espaciales. Sin embargo, no queda incluido el sector de los instrumentos ópticos o científicos, quizá por ser considerados componentes de otros elementos.

Con esta noción, la economía occidental se está convirtiendo en una economía de alta tecnología. Otra cuestión sería si se considera capaz para llevar a cabo el reajuste del cambio, en especial del cambio en puestos de trabajo. Porque está claro que un segundo aspecto de la nueva división internacional del trabajo es su desplazamiento hacia la cuenca del Pacífico.

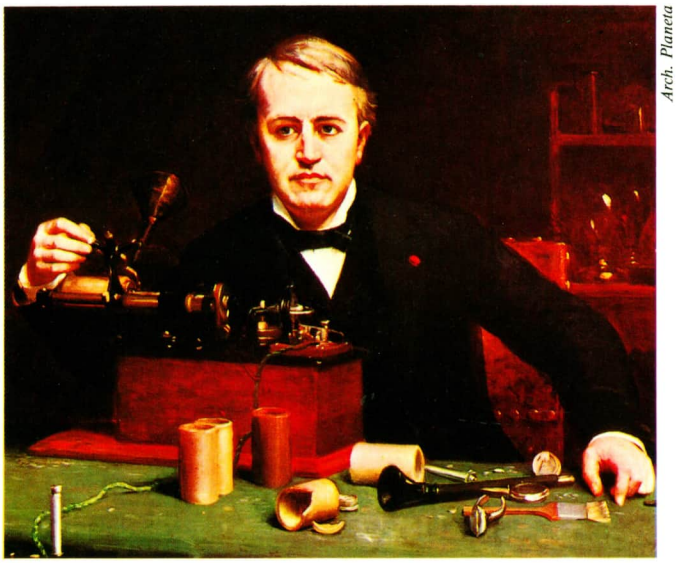
Se ha llegado ya al punto en que el volumen comercial de Estados Unidos con la cuenca del Pacífico es mayor que con Europa. La zona del Pacífico, que incluye Australia y Japón, va a constituir en el siglo XXI el centro de gravedad del desarrollo económico.

La sociedad postindustrial

Éstos son los elementos que conforman el primer rasgo del contexto en que se plantea la división internacional del trabajo. Otro rasgo es el advenimiento de la sociedad postindustrial. La mayor parte del mundo actual es todavía preindustrial, toda vez que el 60 %, o más, de la fuerza de trabajo se aplica principalmente a las industrias extractivas, la agricultura, la minería, la pesca y las industrias de la madera.

La sociedad industrial la configuraron las sociedades fabriles situadas a un lado y otro del litoral atlántico. La sociedad postindustrial se basa en una economía de servicios.

En una sociedad industrial, los servicios son fundamentalmente un auxiliar de la industria: transporte, complemen-



Arch. Planeta

Thomas Edison con su fonógrafo. Galería nacional de retratos, Londres.

tos, etc. En una sociedad postindustrial, los servicios cambian sustancialmente. Se trata de servicios al hombre, como la educación, la salud o los servicios profesionales.

Esto significa un cambio radical en la composición de la fuerza de trabajo. Hoy, en Estados Unidos, un 15 % de la fuerza de trabajo está formado por obreros de fábricas. Dentro de diez años, tan sólo será necesario un diez por ciento de la fuerza de trabajo para producir la mitad del PIB.

Si parece poco, considérese el hecho de que sólo un 4 % de la fuerza de trabajo actual está formado por agricultores y que ellos solos se bastan para producir alimentos no sólo para Estados Unidos, sino también para el resto del mundo. Un 25 %, o sea una de cada cuatro personas que integran la fuerza de trabajo de Estados Unidos (110 millones de norteamericanos) son profesionales, técnicos o directivos. Nos encontramos de nuevo con un importantísimo componente del cambio producido en los sectores de esta sociedad.

Nuevas fuentes de innovaciones

El segundo rasgo contextual digno de mención es más difícil de discernir. Se trata de que las fuentes de innovaciones en la sociedad actual proceden de la codificación del saber teórico.

Si observamos las grandes industrias (acero, electricidad, teléfono, automóviles, aviación), casi todas son de corte decimonónico. La industria del acero surgió un poco antes de comenzar el siglo XIX, y la aviación, un poco después de finalizado el siglo. Ambas se desarrollaron gracias a «cacharreros con talento», de manos habilidosas, pero con escasos conocimientos científicos.

Thomas Alva Edison es, sin duda, el inventor más grande de este siglo. Inventó la bombilla eléctrica, el fonógrafo, el cine. Sin embargo, no sabía nada de matemáticas y desconocía casi por completo los trabajos de Maxwell y Faraday sobre electromagnetismo. Lo mismo puede decirse de Bessemer y Marconi.

Pero las grandes industrias con alta tecnología actuales disponen de unas fuentes de innovación muy diferentes. En el año 1905, Albert Einstein publicó tres trabajos por cada uno de los cuales la historia de la ciencia le debe reservar un lugar destacado. Uno de los trabajos versaba sobre el movimiento browniano y demostraba la existencia del átomo; otro trataba de la relatividad que cambió nuestra concepción del espacio/tiempo; y el tercero se ocupaba del efecto fotoeléctrico. Este último trabajo fue más accesible para un mayor número de personas, al menos dentro del mundo de la ciencia, por lo que cuando Einstein recibió el premio Nobel en 1919, le fue otorgado por su estudio sobre el efecto fotoeléctrico.

Fuentes de la informática

El ordenador resulta impensable dentro del entramado de las ciencias físicas clásicas, que carecen de la noción de estado sólido de la materia. Esta noción se originó dentro de la investigación sobre la mecánica cuántica al inicio del siglo XX.

En buena parte, el ordenador se retrotrae a los trabajos de Felix Bloch. Él fue quien propuso la idea de la estructura reticular, que ilustraba el modo como la electrónica podía desplazarse de una órbita a otra, estableciendo así las bases del transistor, descubierto más tarde en los Laboratorios Bell por Shackley, Bardeen y Brittain.

Las fuentes de innovación actuales se originan, pues, del conocimiento teórico. De aquí la importancia que se da a la investigación y al desarrollo.

Una revolución tecnológica entre muchas

Un tercer rasgo del contexto del cambio es la idea de que nos hallamos en la revolución tecnológica. Nos excedemos en el uso de la palabra revolución. La expresión «revolución industrial», por ejemplo, sólo se empleó cien años después de que se diera el fenómeno. En la década de 1780, James Watt empleó el vapor como fuerza motriz. Y sólo en 1880 Arnold Toynbee llegó a decir en una conferencia pronunciada en Oxford: «Si miramos cien años hacia atrás, caeremos en la cuenta de que hemos estado viviendo una revolución.»

Pues bien, en la actualidad todos somos conscientes de estar viviendo una revolución. Aunque desconocemos su alcance real.

Podemos decir, no obstante, que la primera revolución tecnológica, en la década de 1780, fue la aplicación del vapor y la energía a las máquinas. Esto dio paso a la creación de fábricas de tejidos y de ferrocarriles e hizo posible que Gran Bretaña se convirtiera en una gran sociedad industrial, al ser capaz de bombear el agua de sus minas de carbón.

La segunda revolución tecnológica, acaecida en la década de 1880, tuvo sus bases en la electricidad y la química. La electricidad permitió cambiar nuestros hábitos diurnos y nocturnos e hizo subir los ascensores a decenas de plantas. La química hizo que, por primera vez, se crearan cosas que no existían en la naturaleza y nos permitió inventar los artículos sintéticos.

Si preguntáramos a mucha gente cuál es el fundamento de la actual revolución tecnológica, obtendríamos por respuesta la informática, las telecomunicaciones y cosas por el estilo. Lo que no deja de ser verdad. Pero esto no nos dice mucho acerca de los elementos subyacentes que realmente la convierten en una revolución. Lo que importa no son los productos, sino la manera de hacerlos.

Aspectos de la revolución

Conviene identificar tres aspectos de esta tercera revolución tecnológica para mostrar sus ramificaciones y las fuentes de cambio que conllevan.

El primer aspecto es que todos los sistemas disponibles hasta hoy eran mecánicos o electromecánicos, es decir, con impulsos eléctricos que movían partes mecánicas. En la actualidad, el cambio fundamental se basa en los sistemas electrónicos, lo que implica la eliminación de las partes mecánicas, trátese de una máquina de escribir eléctrica o bien de las comunicaciones con soporte eléctrico.

El segundo aspecto es todavía más sutil, es un concepto. Se trata de la miniaturización, la posibilidad de hacer las cosas de dimensiones reducidas. También se dan ramificaciones en este tipo de cambio.

Un extraordinario genio del siglo XX, John von Neumann, físico, matemático y científico al que hay que atribuir, en parte, la invención del programa dentro de la memoria del ordenador, escribió en 1944 un notable libro titulado *Teoría lógica de la automatización,* teoría de las máquinas autoproductoras. Von Neumann creyó que una máquina de estas características ocuparía un espacio semejante al de cinco bloques de casas. En cuanto a la energía necesaria, equivaldría a la que se emplea para iluminar una ciudad tan grande como Dayton, en Ohio. Y el calor que desprendería iba a ser tan grande, que probablemente no tendríamos suficiente protección contra él.

Von Neumann sólo conocía los tubos de vacío, y en ellos basaba su cálculo. Dos años más tarde aparecía el transistor, que disminuía radicalmente el tamaño de los componentes, arrastrando hacia la miniaturización otros elementos.

El tercer aspecto es la digitalización. El teléfono era un sistema analógico, que en la actualidad se está convirtiendo en digital. La digitalización es el factor que permitiría la integración del ordenador y el dato, el teléfono y la voz, el facsímil y el texto, la televisión y la imagen, todo en un único sistema.

Una geografía social cambiante

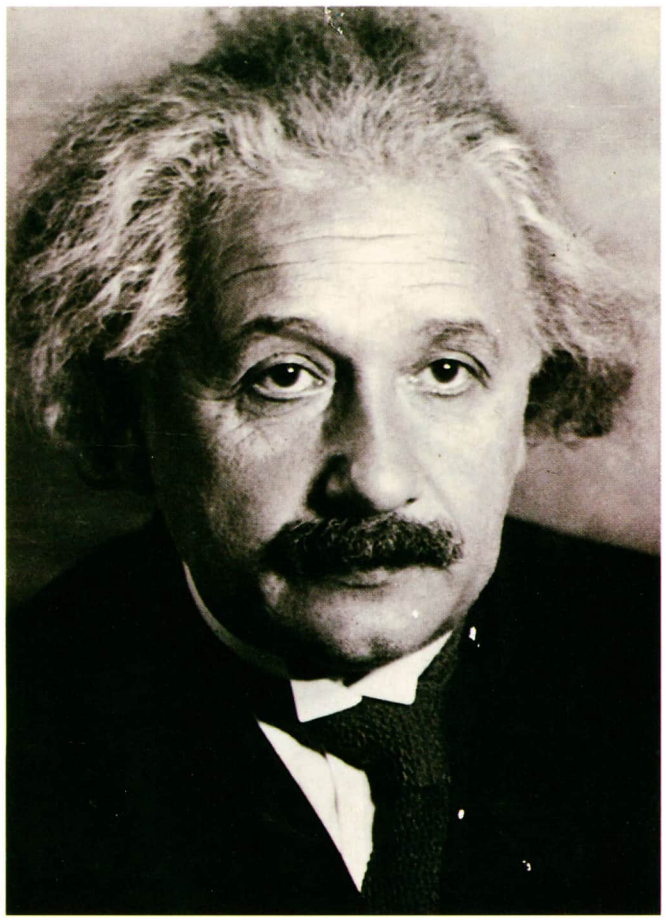
En estos cambios se vislumbran grandes consecuencias sociológicas. Una de ellas es el cambio de la geografía social o del modo en que las sociedades humanas intercambian información entre sí, realizan sus transacciones comerciales, etc.

Históricamente, toda sociedad se ha sentido cohesionada por tres tipos de infraestructura. La más antigua es la del transporte: carreteras, vías fluviales, canales, ferrocarriles, aeronaves, etc. La segunda es la energía: sistemas hidráulicos, redes eléctricas, oleoductos, gasoductos. Y, por último, están las comunicaciones: sistemas de correo, telégrafo, teléfono, radio y, actualmente, las microondas, el cable y el satélite.

Casi todas las grandes ciudades del mundo están situadas junto a un río. Roma y el Tíber, París y el Sena, Londres y el Támesis. Nueva York está asentada junto al océano, y Chicago, en una bahía. El agua ha sido el medio de transporte pesado y su relación con los recursos naturales y humanos ha dado como consecuencia el nacimiento de los principales núcleos industriales.

En Minnesota existe mineral de hierro. Al sur de Illinois y al oeste de Pennsylvania hay carbón. Juntos dieron como

Albert Einstein.



Aisa

resultado las industrias del acero, del automóvil, etc., gracias a la ruta de los Grandes Lagos y del San Lorenzo hacia el Atlántico y hacia el Golfo de México, bajando por el Mississippi.

Chicago, Detroit, Cleveland, Buffalo, Pittsburgh surgieron de la interrelación entre recursos y transporte acuático.

Este fenómeno está cambiando. Se registra un desplazamiento de los núcleos industriales hacia nuevos lugares en donde otros tipos de industrias están utilizando el espacio de un modo distinto.

Pongamos por ejemplo los mercados, el más importante de todos los elementos. ¿Qué es un mercado? Históricamente es un lugar de cruce de caminos o ríos, al que los campesinos llevaban sus productos alimenticios y los artesanos sus trabajos de artesanía. Los precios se regateaban. Pero, ¿qué ocurre hoy en día?

El mercado de petróleo al contado de Rotterdam es una buena muestra. Los petroleros que trasportan petróleo por encima del precio contractual, petróleo excedente al contado, deberían dirigirse a Rotterdam, cuyo puerto tiene una enorme capacidad de almacenamiento y está muy resguardado. Allí encontrarían a los corredores de negocios, llegarían a un acuerdo y se harían otra vez a la mar.

Pero, aunque se conserva el nombre de mercado al contado de Rotterdam, el mercado ya no se localiza en esta ciudad. Se encuentra en todas partes. Se ha reducido a un sistema de télex y radio. Es una red por la que se comunican todos los corredores del mundo al instante, interceptan los buques en cualquier punto del mar en que se encuentren y les dan nuevas rutas.

Un mercado es cada vez menos un lugar y cada vez más una red. Y las redes, a su vez, provocan un nuevo cambio fundamental porque están entrelazadas entre sí en tiempo real. Todos los mercados de productos o de capitales actualmente se están convirtiendo en mercados mundiales, con lo cual han ganado en versatilidad, en rapidez y en un mayor grado de participación y de negociación.

Replanteamiento del modo de hacer las cosas

El cuarto rasgo del contexto, y quizás el cambio más radical que puede imaginar un sociólogo, es una variable: la escala. El biólogo británico D'Arcy Wentworth Thompson señaló en su libro *Sobre el crecimiento y la forma* que un cambio de escala no es simplemente una ampliación lineal, sino un cambio en el modelo de organización.

La burocratización, por ejemplo, está en función de un cambio de escala. Se trata de un modelo enteramente nuevo de control y gobierno social surgido del enorme número de personas que se han introducido en ese tipo de estructura.

En la actualidad existe una completa implicación del mundo y la economía mundial. Las escalas han cambiado y, por ende, han provocado que los antiguos mecanismos,

Videotex de la P.T.T. (Francia).



Firo - Foto

con su habitual adaptabilidad al cambio, funcionen cada vez menos.

El estado nacional, como unidad política, se hace pequeño frente a los grandes problemas de la vida y demasiado grande frente a los pequeños. En un centro político se acumula cada vez mayor poder, pero no puede responder como antes a tanta diversidad de problemas locales como plantea toda comunidad.

Muchas personas todavía se adhieren ideológicamente al *New deal* de Franklin D. Roosevelt. Para un sociólogo, el *New deal* fue una respuesta a un cambio de escala. América había evolucionado hacia compañías nacionales y mercados nacionales. El control político estaba, sin embargo, en manos de estados individuales. Lo que Roosevelt hizo fue crear unos mecanismos políticos a nivel nacional. Una Comisión de valores y cambio para los mercados financieros, una Junta nacional de relaciones laborales para los contratos colectivos y otras instituciones fueron respuestas políticas a los cambios de escala económica.

Hoy se vuelve a dar un desajuste de escalas en que la economía se halla entrelazada en tiempo real y las unidades políticas no son capaces de responder al fenómeno. Este conjunto básico de cambios está replanteando el modo de hacer las cosas en el mundo. La localización de las ciudades, la de los mercados, el problema de escala.

El tiempo atrapado

El quinto y último rasgo del contexto es más delicado y hace referencia a la naturaleza del ordenador. Podría llamarse el «paso controlado del tiempo».

Las cotizaciones de los mercados monetarios se dan en tiempo real. Se habla de una bolsa entre Singapur y Chicago que funciona las 24 horas del día. Pero el tiempo está limitado por los procesos biológicos.

En una sociedad industrial, un problema económico crucial es el inventario. ¿Cómo gestionar un stock de productos? Lo que se quiere es hacer frente a la demanda del consumidor tan pronto como ésta se produzca. Pero no se desea almacenar demasiado para no pagar intereses ni gastos de transporte. El control de inventario es una variable clave en la naturaleza de una sociedad industrial.

Y, a pesar de todo, no es posible disponer de un inventario del tiempo. No se puede construir un almacén de horas. Por ello, una de las necesidades más acuciantes es la de atajar el paso inexorable del tiempo. En este campo, parece que se empiezan a entrever las primeras posibilidades.

Una muestra, entre las más obvias, es la televisión. Si antes se deseaba ver un programa, era preciso estar delante del televisor en ese preciso momento. Ahora se dispone de un aparato de vídeo con el que es posible grabar el programa y verlo en el momento deseado.

Muchas empresas disponen de sistemas de correo electrónico mediante los cuales se pueden escribir mensajes, guardarse en buzones de correo electrónico y ofrecerlos al responsable dentro de un mejor control del propio tiempo.

Se tiene la posibilidad de obligar al ordenador a acelerar las velocidades correspondientes, dado que los inputs que se introducen en el mismo no se ajustan a las velocidades de su interior.

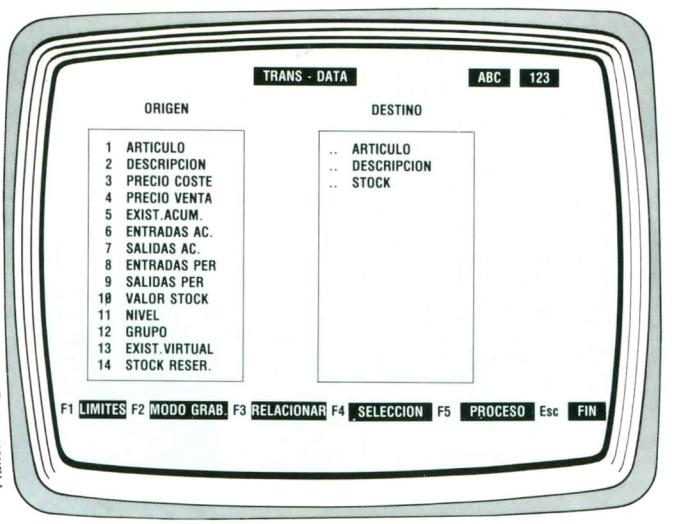
A.G.E.



La bolsa de Chicago.

Cada vez más, y de una forma más refinada, el sentido del tiempo (el aspecto más crucial de nuestra manera de vivir) está siendo sometido a todo tipo de presiones. En los siglos XIX y XX el interés humano se ha centrado en la abundancia, en que hubiera productos para todos. Es posible que la administración del tiempo sea el problema más intrincado y difícil que un sociólogo pueda observar en esta tercera revolución industrial.

Pantalla de una gestión de stock de productos.



Planeta - Logic

Actitudes sociológicas

Aún está por empezar un estudio sistemático de las actitudes de nuestra sociedad ante el hecho de la informática; carecemos pues de información estadística, de encuestas. Carecemos incluso de terminología. No obstante, para el observador atento, está claro que estamos ante un hecho social significativo por su amplitud, curioso por su actualidad, estimulante por sus contradicciones.

Hablemos de su amplitud: se estima que son entre un dos y un tres por ciento las familias españolas que han adquirido un pequeño ordenador. Que hay unas 30 000 empresas en toda España con algún tipo de informatización. Una buena parte de los servicios de cajas y bancos incorporan el ordenador, incluso de forma directa, sin intermediarios, como en los cajeros automáticos. No se conocen cifras de los inscritos en centros educativos que dan algún tipo de enseñanza sobre informática, pero puede adivinarse que se gastan algunos centenares de millones de pesetas para adquirir estos conocimientos.

Evidentemente, el nivel de contacto y de información de los ciudadanos es muy diverso. Ahora bien, es indudable que cada cual ya tiene su idea sobre el fenómeno y que las actitudes ya existen, aunque a menudo no se manifiestan.

El ordenador ya forma parte de la familia.



Magnum - Zardoya

Inventario de actitudes

No va a desarrollarse aquí un tratado sistemático de tales actitudes. Tan sólo se pretende hacer un inventario de las diversas muestras existentes, sin más pretensión. Sería deseable que pronto pudiera contarse con estudios sociológicos más consistentes.

– Se ha observado que el público joven, hasta los treinta años, tiene un gran interés por el ordenador, que le lleva con frecuencia a informarse sobre sus aplicaciones y a intentar aprovecharse de las mismas para su uso personal y profesional.

– Dentro de este sector de edad cabe señalar que a partir de los 10-12 años hasta los 16-18, el interés se convierte a menudo en fascinación. En ciertos casos individuales se dan personajes autodidactas que llegan a desarrollar habilidades notables.

– En contraste con esta actitud juvenil, es frecuente la del adulto que considera que el ordenador ya no es para él, aunque lo considera indispensable para el futuro, y favorece que sus hijos lleguen a dominarlo.

– A menudo esta ignorancia total sobre el tema, combinada con la convicción de su necesidad para el futuro de los hijos, se traduce en una presión de los padres para la informatización de la escuela, sin saber muy bien cómo ni para qué.

– La adquisición de ordenadores domésticos, que de hecho se utilizan casi exclusivamente para juegos de tipo visual, se extiende a todos los sectores sociales, en particular en los barrios urbanos donde predominan los trabajadores manuales. En sectores de nivel cultural bajo predomina la idea de que el ordenador es indispensable para el futuro de los hijos. Esta idea favorece seguramente la venta de ordenadores desde las tiendas de electrodomésticos.

– Cuando se pretende dar un paso más en la apropiación del ordenador de cara al futuro de los hijos se suele canalizar hacia los cursos de BASIC, que de forma espontánea han aparecido como la panacea para abrir el futuro profesional de los jóvenes, a pesar de que no hay confirmación de tal idea en las demandas de personal por parte de las empresas.

– La división de actitudes entre jóvenes y adultos se repite, en general, en sectores diversos. Por ejemplo, en el interior de los sindicatos o de los colectivos profesionales tales como escritores, abogados o médicos.

– Entre empresarios y dirigentes de empresa es frecuente encontrar, en la misma persona, una cierta alergia hacia el ordenador y una decisión a adoptarlo para su empresa.

No obstante, ya son bastante conocidos los casos de empresas que no han tenido éxito en su informatización, lo que conduce, en general, a actitudes contradictorias y, en la práctica, a esperar y ver qué hacen los demás.

– En el mundo de la empresa es corriente la idea de que el ordenador va a reducir puestos de trabajo. Esto parecía más claro al iniciarse el proceso de masificación de la informática. Hoy por hoy no se han visto tales reducciones de plantilla, al menos en pequeñas y medianas empresas. Pero, en general, la amenaza continúa vigente para muchos.

– En el mundo cultural y artístico existe una actitud de general desconfianza hacia una invasión de la tecnología que podría reducir el campo de la creatividad artística y de la autonomía humana. Pero al mismo tiempo encontramos escritores y artistas gráficos plenamente interesados en descubrir la potencialidad de este instrumento para su actividad.

– El uso del ordenador por parte del Estado como forma de control policíaco o fiscal es un peligro que se siente de forma muy amplia entre el público adulto.

– Existe la creencia de que la invasión de la informática hará indispensable «alfabetizarse» de nuevo para estar al día. Esta supuesta alfabetización se suele entender como aprender la «lengua del ordenador», que se supone que es el BASIC. Evidentemente, a partir de una cierta edad esta alfabetización se considera una amenaza. La misma idea, para un joven, representa la oportunidad de un trampolín que le permitiría saltar sobre los adultos ya colocados profesionalmente.

– Las noticias de delincuencia informática son recibidas con simpatía por parte de jóvenes y adultos. Los primeros se identifican con el delincuente, joven como él, que consigue poner en dificultades al mundo adulto. Por parte de los adultos, el enemigo es el sistema social (Estado, grandes empresas), que utiliza el ordenador para controlar toda la sociedad, al estilo del *1984* de Orwell.

Digamos, finalmente, para terminar con este contradictorio esbozo de actitudes, que los partidarios de la informática suelen expresarse con más convicción que los reticentes. De hecho, pues, no aparece actualmente un debate social sobre el ordenador, a pesar de ser un tema de interés para tantos individuos. Tal vez consideran los que observan este fenómeno con reservas que sus críticas serían poco populares, demasiado enfrentadas a la moda actual.



El ordenador en la empresa.

Algunas actitudes negativas

Sin embargo, dada la complejidad del hecho social que nos ocupa, no sería difícil encontrar aspectos negativos que deberían valorarse y encauzar adecuadamente.

Una vez más, por parte de muchos, se repiten actitudes que ya encontramos en la historia de las nuevas tecnologías (máquina de vapor, hormigón, automóvil o química del petróleo). Nuestra sociedad tiende a considerarlas con fatalismo, aceptando pasivamente su implantación y sus consecuencias como aceptaría la lluvia o el viento.

Todo ello, olvidando que, si bien es cierto que el invento llega una vez más del exterior, no está todo dicho sobre sus modalidades de aplicación ni sobre sus implicaciones sociales. En definitiva, queda por decidir quién va a apropiarse de esta nueva tecnología y, en consecuencia, del poder que conlleva. Sobre este particular, como queda indicado, las actitudes no se manifiestan o, en todo caso, expresan un fatalismo que a menudo es una forma elegante que adopta la ignorancia.

Ante el ordenador

Estas reflexiones sobre la incorporación de nuevas tecnologías de forma pasiva y fatalista adquieren, en el caso del ordenador, un nuevo aspecto. Por su propia naturaleza,



Gamma

En los jóvenes el interés por los ordenadores se convierte en fascinación.

el ordenador es un producto incompleto que requiere un programa para convertirse en una verdadera herramienta con utilidad social. Si bien la industria del ordenador está muy determinada por los grandes países industriales, no puede decirse lo mismo de los programas. Por su naturaleza económica y por su necesaria adaptación a la diversidad de situaciones, la industria de programas puede tener perfectamente un protagonismo propio en nuestro país, que cuenta con una base cultural, profesional y económica suficiente.

Pero la realidad, al menos de momento, es muy diferente. La rutina cultural y mental nos lleva a valorar la parte material y tangible de la informática, es decir, los ordenadores. Ello conlleva una sobrevaloración de cualquier iniciativa orientada con este fin, olvidando las oportunidades que ofrecería la producción, distribución y exportación de programas. En este tema, pues, el retraso de nuestro país no tiene causas económicas, sino culturales: aún no estamos comprendiendo la naturaleza del fenómeno tecnológico que vivimos.



Alain Le Bot - Gamma

La creación de las olimpíadas de microinformática sirve aún más para potenciar el interés por los ordenadores.

Masificación de la cultura

Un proceso inesperado

Si el ordenador ha entrado en contacto con el gran público, se debe a un accidente. Las grandes compañías productoras de sistemas informáticos no se habían planteado esta posibilidad, ni tampoco los centros de investigación universitarios.

El ordenador denominado personal en la jerga del ramo fue un primer salto, en cuanto a dimensión y precio, que sorprendió al propio mundo informático, a pesar de que es una máquina que puede costar varios cientos de miles de pesetas y de que en el momento de su aparición se le consideró un verdadero enano al lado de las grandes máquinas que las empresas y las universidades solían utilizar. A partir de ahí, el ordenador pudo salir del marco de los especialistas y entrar en contacto con el gran público, los usuarios, no sólo por razones de dimensión, sino de precio, que sería cada vez más bajo, hasta llegar a las máquinas domésticas que cuestan menos de cien mil pesetas y que se conectan al televisor. Además aparece la novedad de los programas standard, de interés muy general y que llegan al usuario sin necesidad de que éste aprenda a programar.

El proceso que ha puesto en contacto un aparato sofisticado y enormemente caro, como era el ordenador, con el gran público no ha durado más que unos seis años. No ha gozado de planes de promoción oficial y las grandes compañías no lo habían planificado previamente: ha sido labor de empresarios relativamente pequeños, que se han establecido para crear una nueva aplicación a una tecnología que nunca había tenido pretensiones de masificación. Ni siquiera puede hablarse de antecedentes en la literatura de ciencia-ficción. Los escenarios del futuro nos hablaban ciertamente de la presencia invasora del ordenador dentro de la sociedad, pero se trataba, en todo caso, de un ordenador manejado y dirigido por una élite de expertos.

La relativa espontaneidad del proceso de masificación puede sugerir que tal vez responda a razones profundas en nuestra sociedad actual. Si así fuera, si no estamos ante una simple moda pasajera, podemos suponer que su impacto sobre la cultura de esta misma sociedad puede ser determinante, a pesar de que, por el momento, no existen grandes proyectos de carácter cultural que se apoyen en el ordenador.

Escribir hoy sobre el impacto cultural del ordenador es ciertamente arriesgado y se corre el peligro de ser desmentido por una realidad que se mueve de forma acelerada y en direcciones no programadas previamente. La ausencia de paternidad institucional de estos movimientos continúa marcando su existencia, de forma que hemos de atenernos a la pura observación de lo que pasa en la calle.

La pareja «ordenador más programa»

Conviene aclarar inicialmente algún malentendido que puede distraer la atención. Muchos observadores que no viven de cerca el fenómeno social que tratamos, confunden a usuarios con informáticos. Entienden que la informática socializada comportará una nueva alfabetización y que saber programar será equivalente a saber escribir.

Sin duda, este malentendido está muy extendido y tiene sus bases profundas. Piensan, tal vez, que el ordenador no es más que un instrumento, como lo es un lápiz o una máquina de escribir. Así pues, concluyen, si para manejar un lápiz hay que saber escribir, para usar un ordenador hay que saber programar.

La falsedad de este razonamiento reside en la premisa: no es verdad que el ordenador sea un instrumento comparable al lápiz o la máquina de escribir. Justamente la novedad radical de la informática socializada reside ahí: el instrumento que tenemos delante tiene cuerpo y alma, tiene una parte material y otra inmaterial. La máquina que vemos y tocamos es solamente una parte de la herramienta. La otra parte son los programas. El conjunto de la máquina y los programas se ofrece al usuario de forma accesible y su uso es relativamente fácil. No exige una profesión nueva ni años de práctica.

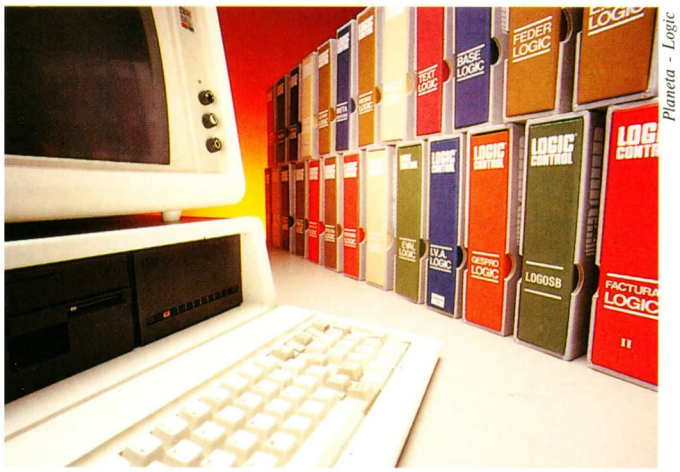


A.G.E.

El ZX Spectrum por su dimensión y precio conectó con el gran público.

Esta situación es nueva. Ciertamente podríamos decir que un piano y las partituras de música se parecen mucho a la pareja ordenador más programas. La diferencia entre ambas situaciones es que el piano con sus partituras aún necesita un artista, que no se hace en unas horas ni en unos días. El usuario del conjunto ordenador-programas, en cambio, necesita un rodaje equivalente al del conductor de automóvil.

Estamos pues ante un sistema que se adapta cada día más a un usuario no especializado y que le puede ofrecer temas diversos y variados, tantos como puede ofrecer una biblioteca llena de libros.



Planeta - Logic

El conjunto de «ordenador más programa» se ofrece al usuario de forma accesible.

La incorporación del ordenador a la empresa está generando verdaderos cambios en ella.



Zardoya

Los rasgos característicos

Evidentemente, un libro puede darnos un nivel de profundidad o un matiz estético que no vamos a buscar, al menos por ahora, en un programa de ordenador. No pretendemos sugerir, por otra parte, que una cosa sustituya a la otra. La historia de nuestro siglo nos recuerda que no suelen producirse tales sustituciones si pensamos en el teléfono, la radio, la televisión, el disco, la grabadora de vídeo o el cine. No remplazamos el libro por una película, ni el periódico escrito por la radio. Cada cual va ocupando su lugar social, aunque cada vez se modifican las relaciones entre los diversos vehículos culturales.

Aquello que aparece como más específico del ordenador frente al resto de vehículos existentes es lo que puede darnos, pues, la pista sobre su futuro social y cultural.

Un primer elemento característico es la interacción que se puede establecer entre usuario y ordenador (mejor deberíamos decir entre usuario y programa, pues es el autor del programa quien establece las reglas del juego).

Este hecho, la posibilidad de dialogar con el autor a través del programa, no se da ciertamente con el libro ni con la televisión. Así pues, podemos presentar temas complejos de forma lúdica: cómo gestionar una empresa, cómo hacer aterrizar un avión o cómo explicar el proceso de los ácidos nucleicos en la vida de la célula. El usuario toma contacto con un proceso dinámico, de múltiples dimensiones, a través de su actuación sobre el mismo y la observación de los resultados de su acción.

Naturalmente, si se desea mayor reflexión o profundidad habrá que recurrir a los libros. Pero el impacto del ordenador llegará a más gente y, a buen seguro, el libro se les hará más accesible a través del propio ordenador.

Cultura del trabajo

Precisamente cuando es más difícil encontrar trabajo, está aumentando el interés del público por la empresa. Este interés es frecuente entre los jóvenes.

El ordenador aparece con frecuencia a los jóvenes como una ventana abierta al mundo del trabajo y al mundo adulto en general.

Como hecho cultural, el ordenador se convierte de forma progresiva en un vehículo de comunicación y transferencia entre el hogar, la escuela y el lugar de trabajo. Aunque se trate de máquinas muy diferentes en capacidad y en precio, las analogías entre ellas son importantes. Permiten adivinar qué pasa en la empresa, cómo se trabaja.

La telemática permite conectar ordenadores, con lo que aparecen posibilidades de trabajo fuera de las oficinas. La ubicación de los puestos de trabajo se hace menos rígida cuando la información puede circular con más facilidad.

No hay duda de que la cultura del mundo del trabajo va a aprovechar este vehículo y va a estar, tal vez ya empieza a estar, menos aislada de la cultura de la calle.

Curiosamente es en la empresa donde el ordenador está generando una verdadera revolución cultural, que no podrá quedar encerrada en sí misma. La aparición de la informática en el trabajo está coincidiendo con la decadencia de los

A.P.



Los discos láser pronto serán asequibles a los usuarios de microordenadores debido al abaratamiento de los costes.

esquemas de organización vigentes en los últimos cincuenta años en el mundo industrial.

El sistema taylorístico, que hizo posible las cadenas de montaje industrial a partir de un operario manual que tenía pocos años de escuela y que a menudo venía del campo, se basaba en la repetición de tareas bien analizadas y estudiadas. La productividad se vinculaba a la capacidad de producción de una persona que ejecutaba estas tareas. Hoy, la repetición de tareas se considera un problema resuelto por la informática. A la virtud de la laboriosidad se prefiere ahora el ingenio, a la capacidad de repetición y disciplina, la creatividad.

Aunque son necesarios los especialistas, la mayoría del personal, incluidos los dirigentes, han de ser capaces de integrar tareas diversas, de actuar con flexibilidad ante los cambios, de saber aprender nuevas formas de gestión. El poder en la empresa lo da hoy la capacidad de usar ordenadamente las informaciones más que el control de informaciones secretas, que el tiempo convertirá pronto en inútiles.

La realidad empresarial no puede vivir de rutina ni de compartimientos aislados: los esquemas culturales no pueden dar visiones estáticas, donde cada efecto tiene su causa conocida: la realidad es dinámica, se explica por esquemas multidimensionados. Lo importante es comprender sus reglas de juego, no sus esencias metafísicas.

De manera sutil e informal estos valores están circulando en las empresas más dinámicas del mundo occidental. Si el ordenador ha sido la causa o sólo el detonante, no tiene aquí mucho interés. Tal vez la informática en la empresa está resultando simplemente un mero instrumento que el proceso social estaba necesitando para superar la etapa anterior.

Ahora sólo cabe imaginar que el impacto en la calle es imparable. Que la informática no llega a nuestra sociedad como un hecho neutro, sino acompañada de una aureola de mitos y valores que se están cocinando en la olla a presión que es la empresa. El ordenador aparece pues como vehículo de comunicación, como causa de un proceso y como símbolo de un mito. Son muchas cosas a la vez para pretender que se entienda lo que sucede o para poder anticipar lo que viene.

El automóvil ha cambiado nuestra forma de vivir, incluso la de aquellos que no lo tienen. Es probable que lo mismo suceda con nuestro sistema cultural, a partir del ordenador. La cuestión es adivinar cómo y de qué manera.

La nueva enseñanza

1 Un nuevo instrumento didáctico
2 La filosofía LOGO
3 Lenguajes para E.A.O.
4 El niño y el ordenador
5 Sociología de la informática
6 Pedagogía de la informática
7 Campos de verano

El abaratamiento del material informático, unido al aumento de potencia y capacidad de memoria que se consigue con la microelectrónica, permite que los ordenadores personales y profesionales empiecen a ser asequibles para su uso masivo en las escuelas. Muy pronto se podrá disponer en los hogares de determinadas gamas de ordenadores más profesionales y potentes que los hasta ahora clásicos pequeños ordenadores domésticos, que permitirán utilizar programas educativos más serios y complejos, lo que dará paso a una nueva era en la enseñanza asistida por ordenador.

En los primeros pasos de la introducción de la informática en la enseñanza, se utilizaba al ordenador como elemento de enseñanza programada, en la que el alumno aparecía como objeto pasivo y la pantalla del ordenador simplemente sustituía a la página del libro. Se estaba utilizando la pedagogía conductista en la enseñanza asistida por ordenador (EAO).

Más adelante, se introdujo una enseñanza más interactiva, en la que el alumno va tomando más protagonismo y se puede mostrar más activo.

El desarrollo del lenguaje LOGO, diseñado por Seymour Papert siguiendo las teorías de Jean Piaget, tiene como objetivo convertir al ordenador en un elemento que no programe al niño, sino que sea el niño quien programe al ordenador. En el modelo de aprendizaje con LOGO, el niño adquiere mayor protagonismo, puesto que va aprendiendo del entorno «matematicoparlante» que es el ordenador, teóricamente con la mínima asistencia del profesor.

Con este tipo de aprendizaje, la función del profesor debe pasar a ser de meramente conductista a generadora de ideas creativas y proyectos que los alumnos deben desarrollar por sí mismos; en cuanto al alumno, pasa de recibir una enseñanza a aprender de su entorno, lo mismo que aprende a hablar, cuando es un niño, sin necesidad de ir a la escuela.

La nueva enseñanza también entra en el mundo de las empresas para permitir, mediante la EAO, el reciclaje y la formación continuada del personal. Puede llegar a ser la única forma de mantener al día a la inmensa mayoría de los trabajadores, cuya actividad dentro de la empresa va a cambiar varias veces a lo largo de su vida laboral.



Gamma

El abaratamiento del coste de los ordenadores permite incorporarlos a las escuelas e impartir una enseñanza asistida por ordenador.

Un nuevo instrumento didáctico

1 Los ordenadores en la educación
2 Objetivos pedagógicos
3 Experiencias pedagógicas
4 Efectos sociales
5 Efectos económicos

Primeros proyectos

En la segunda década del presente siglo, el sicólogo norteamericano Sidney Pressey presentó una máquina que formulaba preguntas y controlaba las respuestas. En los años cincuenta, se formuló el primer intento de enseñanza sin el clásico binomio alumno/profesor. Nacía así la enseñanza programada. Este tipo de enseñanza se basaba en libros de texto formados por pequeños segmentos; existían dos sistemas principales: el de Skinner, en el que los segmentos se presentaban en una secuencia lineal, y el de Crowder, de estilo ramificado.

En 1958, IBM realizó los primeros experimentos para utilizar el ordenador en la enseñanza de la aritmética binaria. En 1961, investigó su aplicación en estenotipia, estadística sicológica y alemán. En 1966, preparó el Coursewriter, un lenguaje de programación específicamente diseñado para su aplicación a la enseñanza. También diseñó un sistema, el 1500, que podía soportar 32 puestos de trabajo para estudiantes.

La Universidad de California en Irvine fundó en 1969 el Centro de tecnología educativa, bajo la dirección de Alfred Bork. En dicho centro se han desarrollado y se continúan desarrollando materiales de enseñanza asistida por ordenador en diversas disciplinas, pero especialmente en física y en las áreas relacionadas con las ciencias, como, por ejemplo, el proyecto PCDP (physics computer development project). No se ha establecido un standard y los materiales se han desarrollado para una amplia gama de ordenadores y usando varios lenguajes.

La Universidad de Illinois desarrolló a lo largo de los años sesenta, bajo la dirección de Donald Bitzer, en colaboración con Dan Alpert, el proyecto PLATO (programmed logic form automatic teaching operations), soportado por una gran red de ordenadores. La mayoría de los materiales eran desarrollados por facultativos o pequeños grupos, apoyados por equipos de profesionales. PLATO se distribuye comercialmente por Control Data Corporation. Es un gran ejemplo de uso integral del ordenador con fines educativos. El lenguaje específico para la escritura de los programas es el TUTOR.

La Universidad de Texas y la Brigham Young University de Provo (Utah) diseñaron en 1971, por encargo de MITRE Corporation, un sistema de EAO (enseñanza asistida por ordenador) con el concurso de microordenador que se conoció como TICCIT (time-shared interactive computer controlled information television). El sistema combina las tecnologías del ordenador y la televisión, y los materiales son desarrollados por un equipo de profesionales. Hazeltime Corporation se encarga de su comercialización.

En el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) un equipo dirigido por Seymour Papert, discípulo de Piaget, creó un sistema con dos elementos básicos: el lenguaje de programación LOGO y un robot llamado TORTUGA. No se trata de un lenguaje informático, sino de un nuevo enfoque en la utilización del ordenador en la enseñanza.

Aisa



Un equipo dirigido por Seymour Papert creó en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en E.U.A. un sistema para la utilización del ordenador en la enseñanza.



Firo Foto

El APPLE II fue uno de los primeros modelos que se incorporó a la enseñanza.

La Universidad de Stanford desarrolló uno de los primeros proyectos, el DIDAO, bajo la dirección de Patrick Suppes. Los materiales preparados se destinaban fundamentalmente al aprendizaje de las matemáticas y la lectura. Comenzó con un profesor y 41 alumnos y se extendió a una red de conexiones múltiples con escuelas de distrito en California e incluso en otros estados.

La Universidad de Iowa, con ayuda de la NSF, creó CONDUIT para desarrollar un sistema de EAO que eludiese los problemas derivados de la incompatibilidad entre los distintos sistemas.

El MECC *(Minnesota educational computing consortium)* fue promovido por el estado para el desarrollo e intercambio de materiales educativos. Si bien comenzó con una red de gran ordenador y miniordenadores, pronto se pasó a poner el énfasis en los microordenadores autónomos. Con ello se ha facilitado de manera notable la incorporación de los microordenadores en la escuela.

En los años setenta se aplicaron en las fuerzas armadas norteamericanas muchos programas educativos, especialmente en el campo de la formación con simuladores.

Al comienzo de dicha década surgieron en Europa los primeros proyectos para introducir los ordenadores en la enseñanza secundaria. De entre éstos cabe citar el plan francés de J. Hebenstreit, iniciado en 1970, que contemplaba la formación anual de 100 profesores de enseñanza secundaria a tiempo completo, el equipamiento de 58 liceos o institutos, el desarrollo de un lenguaje (el LSE) para facilitar la utilización compartida de los programas y la constitución de equipos de investigación y desarrollo de programas EAO.

También en 1970 se inició la planificación en Dinamarca, donde se presentó el informe Johnsen, en virtud del cual se dotaron con equipos de fabricación danesa hasta el 80 % de los centros de enseñanza media. Asimismo se desarrolló un lenguaje especial, el COMAL.

En 1973 el gobierno británico dio luz verde al proyecto NDPCAL *(national development program for computer aided*



Montoro - Aisa

El centro de cálculo de la universidad complutense de Madrid.

learning). El plan se extendía a 5 años, durante los cuales se llegaron a financiar 29 proyectos de EAO que afectaron a 80 centros de 33 unidades, con la producción de más de 200 programas de tipo tutorial y simulación.

En España, los primeros intentos de aplicación del ordenador en la enseñanza se produjeron a mediados de los setenta. Entre éstos figuran los experimentos de EAO por parte del centro de cálculo y el Instituto de ciencias de la educación de la Universidad Politécnica de Barcelona, diversos proyectos de las Universidades Complutense y Politécnica de Madrid, Universidad Laboral de Alcalá de Henares, etc.

El microordenador

En 1977 aparecieron en el mercado los microordenadores, sistemas basados en el microprocesador que, por su tamaño, potencia, facilidad de uso y reducido coste, van a producir una auténtica revolución, no sólo en esferas como el hogar, las profesiones o las oficinas, sino también en el ámbito educativo.

El APPLE II, el TRS-80 de Radio Shack y el PET de Commodore, a los que siguieron una multitud de marcas y modelos, se incorporaron de inmediato a las escuelas y ofrecieron otra dimensión a la enseñanza basada en el ordenador, que, hasta ese momento, estaba reservada a los grandes ordenadores, las universidades y un reducido número de alumnos.

Es realmente a partir de la comercialización de los microordenadores cuando en la mayoría de los países se generalizó la elaboración de planes para incorporar los ordenadores a los centros docentes de enseñanza media.

La utilización de los microordenadores se fue extendiendo, si bien con grandes diferencias entre los países, a los centros de enseñanza básica, especialmente a partir del momento en que observó que el lenguaje LOGO era uno de los instrumentos básicos para conseguir los objetivos pedagógicos que se persiguen con el uso del ordenador.

En España, comenzaron a elaborarse planes, en su mayoría experimentales, a principios de los años ochenta. En el proyecto ATENEA se prevé la dotación de equipos a todos los centros de B.U.P., formación profesional y un 20 % de los centros de E.G.B.

Hemos de destacar que uno de los niveles de la enseñanza en los que más se ha extendido el uso del ordenador es el de la formación profesional. Incluso en países como Japón o la U.R.S.S., en los que prácticamente están muy poco extendidos en la enseñanza básica y secundaria, se ha puesto especial énfasis en la formación profesional, precisamente por tratarse de un alumnado que va a incorporarse, en general, al mercado de trabajo de forma más inmediata.

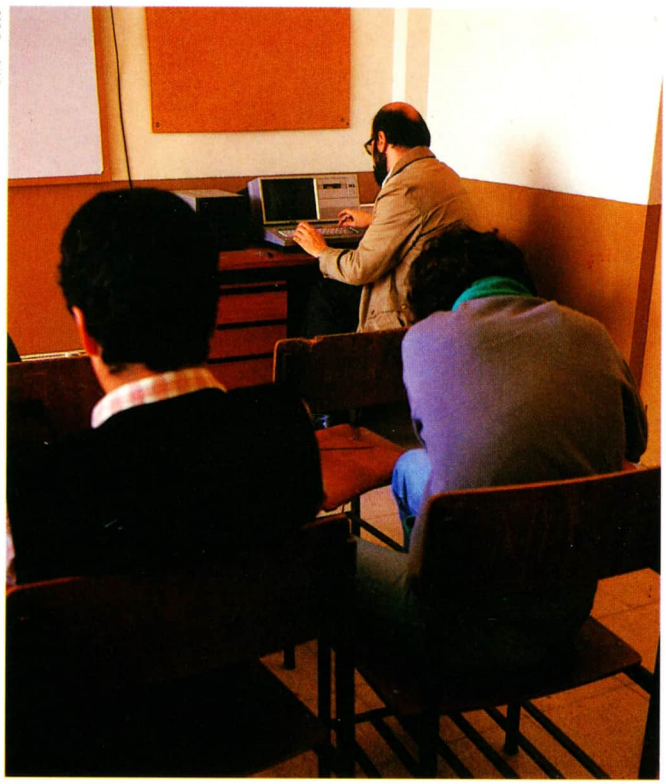
En la enseñanza universitaria existen grandes diferencias entre los distintos países, siendo más frecuente el uso del ordenador en las carreras científico-técnicas.

Cabe señalar que la situación habrá de modificarse rápidamente dadas las siguientes circunstancias:

– cada vez existen más microordenadores en los hogares;

– los alumnos de enseñanza media que acuden a la universidad ya utilizan o utilizarán en breve los microordenadores;

Firo - Foto



Clase de informática en un instituto.

– existen variedad de programas, paquetes y sistemas expertos específicos para una amplia gama de ramas del saber y actividades profesionales;

– el mercado de trabajo exige, cada vez más, trabajadores y profesionales con una mayor formación informática.

En el nivel superior de enseñanza, destaca el proyecto norteamericano ATENEA, desarrollado en 1982 por el Instituto Tecnológico de Massachusetts en colaboración con las empresas IBM y Digital. En él se pretendía el uso de los ordenadores para crear un ambiente que desarrollase la exploración, la experimentación y, consecuentemente, el aprendizaje. Para lograrlo se previó el desarrollo de modos interactivos de instrucción basados en el uso del ordenador, de forma que el estudiante pudiese seguir con su terminal lo que hace en su terminal el instructor, aplicarlo con modificaciones y ampliaciones, trabajar por su cuenta con ayudantes y profesores, emplear programas diseñados para simular la conducta de sistemas y organizaciones complejas, trabajar en grupo con equipos informáticos adecuados, conocer el diseño por ordenador, etc.

Ocho universidades de nuestro país se han adherido al Consorcio Internacional de Universidades con APPLE Computer Inc., en base a la utilización del Macintosh. Otras universidades, como las politécnicas de Madrid y Barcelona han conseguido llevar a cabo diversos proyectos para facilitar las tareas educativas.

Los ordenadores en la educación

En los centros docentes, los ordenadores pueden utilizarse en tres grandes campos:
- en las actividades administrativas,
- en la investigación,
- en la enseñanza.

Usos administrativos

Los usos administrativos constituyeron las primeras aplicaciones de los ordenadores. Se extienden a dos áreas principales:
- la administración de la oficina,
- la administración de la clase.

En el trabajo burocrático, los ordenadores pueden prestar el mismo servicio que en cualquier clase de empresa. Se usan para colaborar en la correspondencia, informes, contabilidad, ficheros, control de inventarios, etc.

En otro sentido, el enseñante se ve obligado a realizar tareas de gestión, no claramente docentes, pero que son imprescindibles en la enseñanza. Así, por ejemplo, la escritura (informes, hojas de trabajo, tests, manuales de clase); el cálculo (notas de los tests, notas semestrales); los archivos (información sobre cada estudiante, notas, correspondencia, peticiones de libros); el inventario de materiales didácticos (libros, equipos de laboratorio); la planificación de las lecciones y de los horarios. Existen programas que facilitan todas estas actividades.

Un aspecto muy importante, dentro de la gestión de la clase, es el diagnóstico de las necesidades individuales del alumno y su integración adecuada en las actividades educativas. Los programas de CMI (computer-manager instruction) están especialmente destinados a la ayuda al profesor en estas actividades.

En la investigación

Desde el primer momento los investigadores universitarios han incorporado los ordenadores a sus proyectos. En la actualidad continúan las investigaciones sobre las técnicas de diseño y uso del ordenador.

Sin embargo, ha sido principalmente en las tareas de investigación pedagógica donde el ordenador se ha revelado como un instrumento insustituible.



Planeta - Ideographis

En la enseñanza

Al igual que en el campo de la investigación, es necesario contemplar las posibles aplicaciones educativas del ordenador bajo dos puntos de vista: el ordenador como objeto de la enseñanza y como herramienta en el proceso educativo.

Enseñanza sobre ordenadores

En la sociedad actual, el uso de los ordenadores experimenta un incremento continuo. Cada vez son más las personas que los usan y más las profesiones y actividades que recurren a ellos. Por ello, se estima indispensable formar a los estudiantes en el uso de este moderno instrumento.

Aunque no es generalmente admitida, podemos establecer una subdivisión en este área: lo que se suele denominar *alfabetización en ordenadores*, destinada a los usuarios no profesionales, y lo que se conoce como *ciencia de los ordenadores*, que perseguiría la formación de los escolares que se fuesen a dedicar profesionalmente al campo de la informática, especialmente en programación.

La primera de las áreas pretende que los estudiantes se familiaricen con los ordenadores, aprendan a manejarlos, conozcan sus aplicaciones y comprendan los problemas morales o delictivos derivados de su uso o abuso.

En la ciencia de los ordenadores se incluye: programación, matemáticas de los ordenadores y mantenimiento.

No hay acuerdo en lo referente al aprendizaje de un lenguaje de programación. Si bien es cierto que el mercado de trabajo demanda programadores, se considera que el estudiante debería elegir primero si desea seguir la carrera informática dado que, por otra parte, en el futuro no se necesitará programar el ordenador, bastará la orden verbal para que haga lo que se desee.

Además de estas diferencias de opinión, se presentan discrepancias sobre qué lenguaje enseñar y si uno o varios. Así, se estima que se debe comenzar con LOGO y, en la enseñanza secundaria, en su más alto nivel, debe conocer el PASCAL, adoptado por el Educational Testing Service en E.U.A., organismo que confecciona y distribuye los exámenes para el ingreso en la universidad.

Enseñanza con ordenadores

Los ordenadores se usan para ayudar en el aprendizaje del alumno. En este capítulo es donde se halla el verdadero cambio en la tecnología educativa. Al estudiar sus aplicaciones y sus estrategias podremos comprender sus posibilidades pedagógicas y la limitada aplicación en la educación, a diferencia de otros campos, derivada de la inercia de



A.P.

Mentes jóvenes: los niños son mucho más receptivos a la nueva tecnología que la mayoría de los adultos.

cualquier sistema educativo. Además hay que comprender que el papel básico en la enseñanza no ha de corresponder al ordenador.

Cuando la utilización de los ordenadores se basa fundamentalmente en programas destinados a la enseñanza de contenidos específicos de materias como matemáticas, ciencias, lenguajes, etc., aparecen por lo general las siguientes denominaciones:

CAI – enseñanza asistida por ordenador (EAO)
CBE – educación basada en el ordenador
CAL – aprendizaje asistido por ordenador
IAC – aplicación educativa de los ordenadores
CBI – enseñanza basada en ordenador

Podríamos inclinarnos por el último de los términos, por referirse a la enseñanza en general. En este concepto están comprendidas dos grandes grupos de actividades: la llamada enseñanza gestionada por ordenador y la enseñanza asistida por ordenador.

Ejercicios. Son programas familiares para todos. Se formulan preguntas o se presentan problemas, de forma repetida, hasta que el nivel de respuestas sea adecuado. Pueden aumentar el nivel de efectividad o eficiencia de la enseñanza.

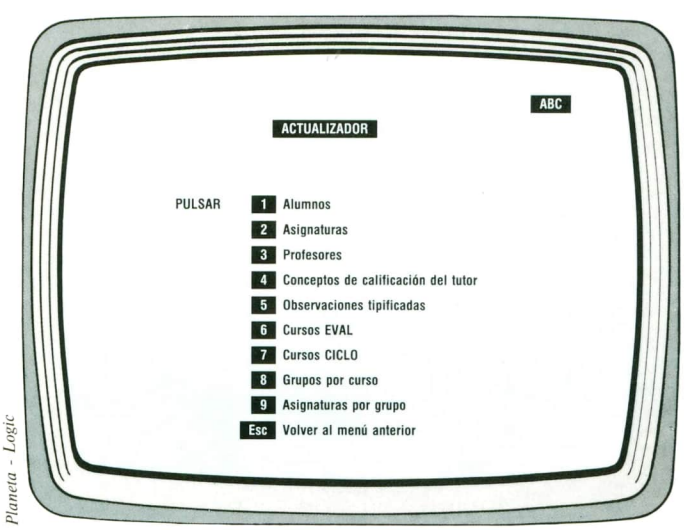
Tutoriales. Se trata de programas que enseñan a través de un diálogo con el estudiante. Presentan la información, después formulan preguntas y, en función de las respuestas y nivel de comprensión, toman decisiones de continuar o de revisar la información anterior. Es la forma básica de la enseñanza basada en ordenador y equivale a la clásica enseñanza programada.

Simulaciones. En estos programas se imitan fenómenos para enseñar al estudiante su funcionamiento. En la enseñanza basada en el ordenador, estos programas son de gran interés y creatividad.

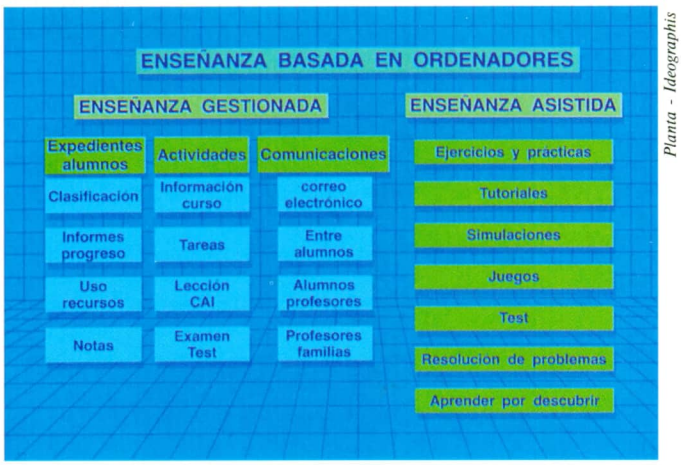
Juegos educativos. Los juegos conllevan por lo general una alta dosis de motivación, y por ello pueden intensificar el proceso de aprendizaje.

Test. No son programas de tipo educativo en sentido estricto. Sí pueden, en cambio, mejorar la calidad del test e incrementar la exactitud con la que mide los niveles de conocimiento de las materias, liberando al profesor de tareas rutinarias durante las evaluaciones. Existen diversos modelos de test que no se limitan a un sistema de preguntas con elecciones múltiples, sino que pueden formular las cuestiones recurriendo a simulaciones interactivas de gran poder comunicativo, que resultan atractivas al estudiante y reflejan mejor su capacidad para hacer uso de sus conocimientos ante situaciones reales.

Pantalla de un programa de usos administrativos en un centro de enseñanza.



Planeta - Logic



Planta - Ideographis

Entornos de resolución de problemas. La presentación de estos entornos constituyó el principal objetivo de Seymour Papert y el grupo LOGO en el MIT. Se trata de una enseñanza dirigida a la resolución de problemas que puedan aplicarse en diversas áreas del conocimiento (matemáticas, ciencias, estudios sociales), usando como instrumento la enseñanza de la programación. Diremos que el problema es lo que se desea que realice el ordenador y la solución es el programa que le indica al ordenador lo que debe hacer. Son precisamente el lenguaje LOGO y la tortuga (robot en el suelo o figura en la pantalla) que se mueve por órdenes dadas en dicho lenguaje, los instrumentos básicos para llevar a cabo tales objetivos.

Útiles de enseñanza. Actualmente existe un buen número de programas desarrollados para el mundo de la empresa, que se vienen utilizando con fines educativos. En primer lugar destacaremos los procesadores de textos: en las clases de lenguaje administrativo; en lengua, para ayudar en los ejercicios o ensayos por la facilidad para escribir y modificar un borrador; en la resolución de problemas de ortografía y gramaticales, etc. Las hojas de cálculo, conjunto de filas y columnas que resuelven complejos problemas de contabilidad, compras, ventas, impuestos, presupuestos, etc.

Juegos. Un instrumento ideal en el esfuerzo de cualquier proceso educativo. El niño se entrega con fruición a los juegos electrónicos y al vídeo, le motivan y por ello parece interesante utilizarlos como refuerzo en la enseñanza. Los juegos educativos no suelen estar tan bien diseñados como los de entretenimiento y, es por ello que, al ser éstos más agradables, su utilización con fines educativos es del todo aconsejable.

Enseñanza inteligente asistida por ordenador (ICAI). Este tipo de programas puede clasificarse en dos áreas: una, que comprende los programas que definen un modelo del estudiante, recogen información sobre su trabajo y formulan la hipótesis sobre lo que sabe y, en consecuencia, deciden sobre la secuencia y estrategia de la enseñanza. La otra está constituida por los llamados sistemas expertos, los cuales contienen toda la información sobre un determinado tema. Un juego de lógica enlaza la información conformando un cuerpo de conocimiento y a través del programa se puede conversar con el ordenador en un lenguaje natural. En un sistema sobre historia, el alumno podría conversar como si hablase con un experto. Los sistemas expertos se pueden usar en cualquiera de los niveles educativos.

Vídeo controlado por ordenador. El videodisco puede almacenar gran cantidad de información, que se puede recuperar con gran rapidez. El ordenador permite un acceso instantáneo de las figuras, por lo que se trata de una poderosa herramienta para la integración en un programa educativo. Este sistema facilita las tareas de repaso durante las sesiones de tutoría.

Objetivos pedagógicos

Ya hemos mencionado las dos esferas en las que se aplican los ordenadores en la enseñanza. Precisamente, apoyándonos en esta doble vertiente, podemos proceder a agrupar los distintos objetivos pedagógicos que se persiguen con la utilización de los microordenadores en la enseñanza.

Enseñanza sobre ordenadores

Se ha puesto de moda la denominación *computer literacy* para designar lo que podría traducirse por *alfabetización mediante ordenadores*. Este concepto cambia y variará aún más con el tiempo, a medida que se produzcan mayores avances tecnológicos.

En un primer momento esta alfabetización se refería a la necesidad de poseer unos conocimientos sobre los ordenadores: cómo trabajan, cómo han surgido, sus antecedentes y características, el impacto social, los aspectos éticos, etc. Con la aparición de los microordenadores, la alfabetización comprende en la actualidad no sólo aquellos conocimientos básicos, sino también la preparación en el uso del ordenador, en la utilización de programas preparados para aplicaciones concretas. Quizá con el tiempo ya no proceda hablar de tal alfabetización, pues será tan irrelevante como cualquier otra. Los estudiantes dispondrán de sus propios ordenadores, los habrán usado ya desde sus primeros años escolares, la programación les resultará una actividad rutinaria, dominarán el uso de programas tipo procesadores de texto, bases de datos, gráficos, etc.

De aquí se derivan dos objetivos fundamentales:

– *Una introducción a las nuevas tecnologías de la información (NTI).* Se trataría de ofrecer al alumno unos conocimientos básicos de las NTI y, en especial, de la informática. Más que de un objetivo pedagógico se trata de un tema cultural.

– *Iniciación al uso de la informática.* Con la utilización de programas de aplicaciones tipo procesadores de texto, gestores de ficheros, hojas de cálculo, bases de datos, gráficos, etc., se forma al alumno como usuario del ordenador, se le prepara para acceder al mercado de trabajo y se le habitúa a una nueva metodología.

Enseñanza con ordenadores

En este campo el ordenador se configura como un instrumento didáctico tanto al servicio del alumno como del profesor.

El uso del ordenador pretende mejorar el propio proceso de aprendizaje de los alumnos, potenciando la capacidad de resolución de problemas, fomentando el desarrollo de la creatividad y favoreciendo el desarrollo cognitivo y las habilidades en el pensamiento lógico. Se favorece así la reflexión y el aprendizaje por el descubrimiento y se incrementa la capacidad para analizar conocimientos de cierto nivel de complejidad.

El profesor podrá utilizar el ordenador para la renovación pedagógica, el diseño y aplicación de programas de EAO, el uso interdisciplinar, para generar pruebas objetivas y de evaluación, fomentar el uso de las estrategias de resolución de problemas y la capacidad para formular hipótesis alternativas, logrando de esta forma el desarrollo de la capacidad de integrar los conocimientos adquiridos en las distintas disciplinas, estimulando el pensamiento crítico y la capacidad de generalización.

El ordenador permitirá a cualquier centro de enseñanza:

– la realización de sistemas complejos y su uso como instrumento de laboratorio;

– la actuación como tutor, como pizarra y/o libro de texto;

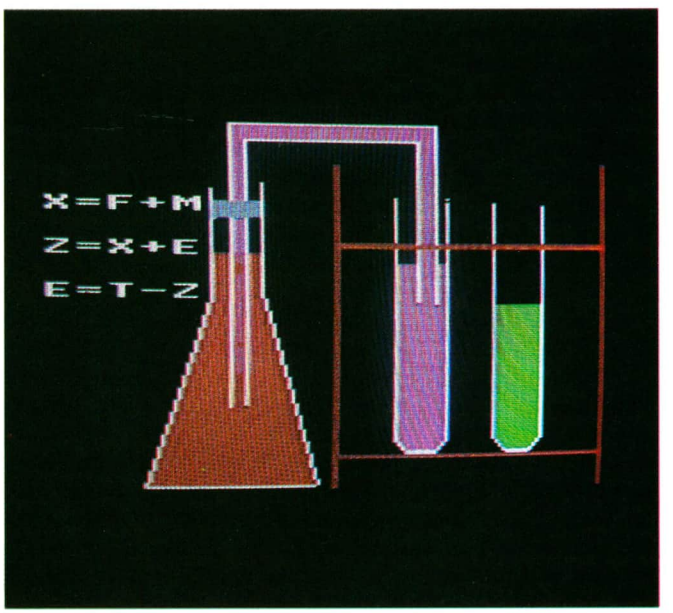
– la generación de campos de aprendizaje imposibles de conseguir con otros medios;

– el fomento de la comunicación, del tratamiento de la información;

– el aprendizaje lúdico mediante juegos de empresa o educativos.

No existen evaluaciones profundas que nos permitan asegurar que los objetivos señalados puedan alcanzarse con el uso del ordenador en la enseñanza.

El ordenador como instrumento de laboratorio.



A.G.E.

Experiencias pedagógicas

A lo largo de los años en que se viene utilizando el ordenador como instrumento pedagógico, no existen muchas experiencias con evaluaciones profundas de los resultados y de su influencia en el proceso de aprendizaje.

En todos los países se ha iniciado una carrera en el equipamiento con microordenadores de los centros docentes, incluso de enseñanza elemental, unida a la formación adecuada de docentes, sin que, hasta el momento, existan bases contrastadas para confirmar que las nuevas tecnologías influyen positivamente en el proceso de aprendizaje.

Precisamente, en este sentido, el CERI (Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement) de la OCDE desarrolló en el bienio 1985-1986 la fase segunda del proyecto sobre la educación y las NTI, cuyo objetivo es analizar el papel de las NTI en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje, siendo temas principales la evaluación de las políticas, estrategias y experiencias pilotos en la utilización de las NTI para la mejora de la enseñanza, del aprendizaje y del acceso a la enseñanza, así como la investigación y desarrollo sobre las aplicaciones pedagógicas de las NTI.

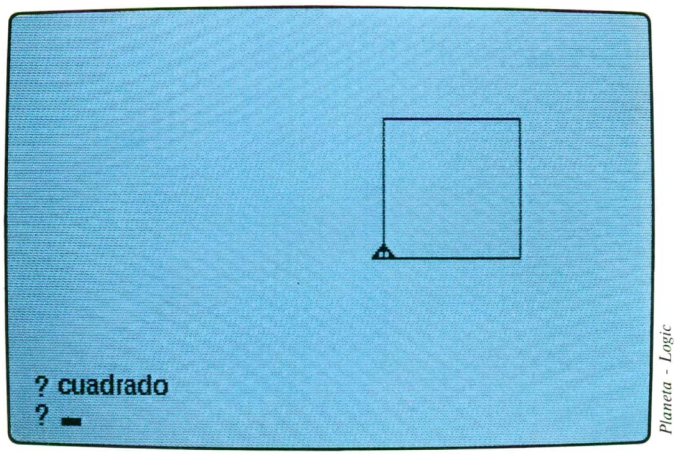
Entre las primeras experiencias educativas llevadas a cabo con el lenguaje LOGO cabe reseñar tanto las realizadas en Brooklyn y en Edimburgo (ésta incluso con grupos de niños de preescolar), como una más reciente, realizada por Douglas H. Clements, profesor de la Kent State University. En esta experiencia se pretendía conocer si dicho lenguaje podía cambiar la forma en que los niños piensan, para desarrollar más adelante las capacidades de resolución de problemas, la creatividad y la reflexión, acelerando el desarrollo cognoscitivo. Para contrastar la hipótesis, utilizó dos pequeños grupos de los primeros grados, con los mismos profesores. Un grupo trabajaba con lenguaje LOGO y el otro con programas de EAO-CAI. Se eligieron al azar 18 alumnos y cada grupo se formó con 5 niños y 4 niñas. Todos fueron sometidos a exámenes para determinar su capacidad de reflexión, su creatividad y su vocabulario. Las clases eran de 45 minutos, dos veces a la semana y duraron 12 semanas. Los seis tests a que fueron sometidos son los siguientes: para la capacidad de reflexión, el MFFT (matching familiar figures test); para medir la creatividad, el torrance test of creative thinking figural test. En la metacognición, dos sistemas: uno con cartas y otro de trucos. Para valorar el pensamiento lógico, el MST (McCarthy Screening test). Los resultados pusieron de manifiesto que el grupo LOGO superaba de forma destacada al grupo EAO-CAI en los tests de metacognición, pero no existía diferencias en las áreas del desarrollo cognoscitivo y el pensamiento lógico medidos por el MST. Por ello, la influencia parecía centrarse más en la forma en la cual los chicos usan las habilidades cognoscitivas que poseen.

H. Levin, G. Glass y G. Meister llevaron a cabo un estudio para conocer la efectividad de algunas modalidades de reformas educativas desde el punto de vista del coste/eficacia. La evaluación se centró en cuatro posibles intervenciones educativas para favorecer la eficiencia en las enseñanzas de la lectura y las matemáticas. Las acciones consideradas fueron:

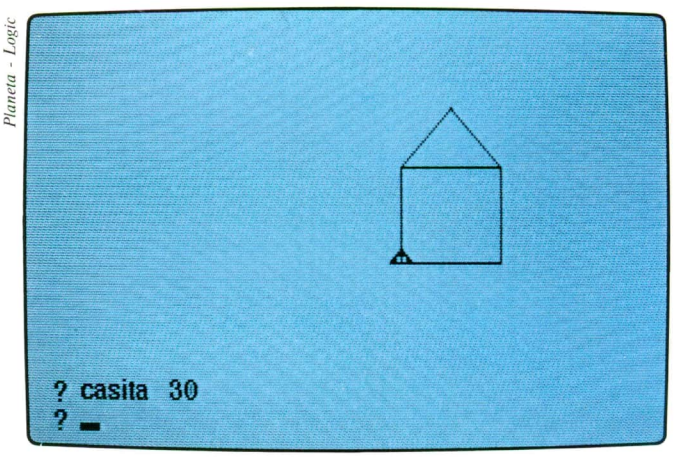
a) reducir el número de alumnos en clase;
b) usar programas de EAO-CAI;
c) aumentar el número de horas de enseñanza en lectura y matemáticas;
d) utilizar como tutores a los niños mayores.

El estudio se basó en el análisis de un conjunto de experiencias ya realizadas en cada una de las intervenciones citadas y en la aplicación de una metodología en la estimación de costes. Por lo que se refiere a los efectos en la enseñanza, la tutoría de los alumnos mayores es netamente superior al resto de las intervenciones. Hemos de destacar que la eficiencia es más elevada para la tutoría por compañeros que por adultos y disminuye a medida que se eleva el grado del alumno. Esto es válido tanto para las matemáticas como para la lectura, pero no para otras intervenciones que no se ven afectadas por la edad. La EAO-CAI se sitúa en segundo lugar de eficacia, y las variaciones son las

Utilización pedagógica del lenguaje LOGO.



Utilización pedagógica del lenguaje LOGO.





Mauritius - Index

La enseñanza asistida por ordenador ha representado en el campo de la formación profesional una reducción del tiempo de aprendizaje.

siguientes: resulta mucho más eficaz en la lectura que en las matemáticas; en la lectura, es más eficaz en vocabulario que en comprensión, y en matemáticas, más en cálculo y aplicación y nula en conceptos. En cuanto a los costes, existen notables diferencias, pues la enseñanza con alumnos mayores, de nivel superior, es muy costosa, mientras que la reducción de alumnos o el aumento del tiempo de enseñanza requieren unos gastos menores. El resultado final en el análisis coste/beneficio o eficacia pone de manifiesto que la enseñanza utilizando compañeros de más edad es la más eficaz, especialmente en matemáticas. En un segundo nivel, en matemáticas, se encuentran la reducción del tamaño de la clase y la EAO-CAI, pero netamente inferiores a la tutoría de compañeros. En lectura, la EAO tiene una eficiencia muy similar a la tutoría, especialmente en vocabulario.

En el campo de la formación profesional, el uso de la enseñanza asistida por ordenador ha conducido a una reducción del tiempo de aprendizaje en un determinado tema, siempre que se trate de contenidos en los que el alumno no haya de realizar abstracciones sobre lo que se le enseña.

Efectos sociales

Hemos reseñado los objetivos pedagógicos que se persiguen en la aplicación de los ordenadores a la enseñanza. En los mismos o parecidos términos se expresan todos los planes de incorporación de la informática en los centros docentes. Algunas investigaciones permiten atisbar que se presentan algunas perspectivas de mejora en el proceso de aprendizaje con el uso del ordenador.

Si a los aspectos relativos al incremento de la creatividad, de la capacidad de pensamiento lógico, de la capacidad de resolución de problemas, etc., unimos la formación en las NTI, que facilitará el acceso a profesiones y puestos de trabajo de mayor representación socioeconómica, y la presencia, por otra parte cada vez más numerosa, de microordenadores en los hogares de niveles económicos acomodados, comprenderemos, de inmediato, la trascendencia social de que goza la aplicación de los ordenadores en la enseñanza.

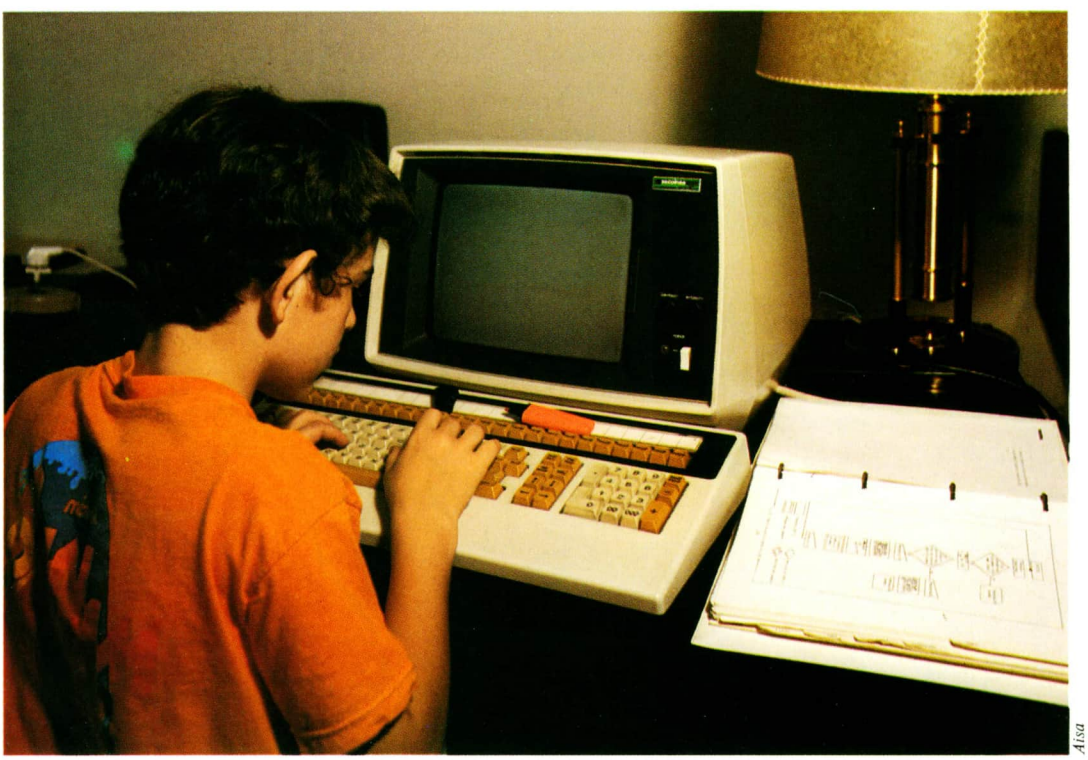
De todos es conocida la importancia social de las inversiones en educación, ya que incrementan la productividad en cualquier actividad y permiten la aplicación del principio de igualdad de oportunidades.

En el caso del uso del ordenador, las expectativas son muy superiores a otras acciones llevadas a cabo en el campo de la enseñanza, y se habla de una cuarta revolución, después de las de la palabra, la escritura y la imprenta. Por ello, su utilización debe extenderse a todo el alumnado, y si los equipamientos, lógicamente, han de realizarse a largo plazo, deberían seleccionarse los centros teniendo en cuenta la problemática social.

Es evidente que en los centros donde se cuenta con personal más preparado, que ya haya trabajado con ordenadores, se utilizarán los equipos de manera más eficiente desde el punto de vista didáctico. Ahora bien, si los alumnos de esos centros vienen usando ya ordenadores, aunque de forma poco eficaz (generalmente aprendiendo el lenguaje BASIC) e incluso disponen de ellos en sus hogares, la dotación de esos centros con un profesorado especializado provocará un distanciamiento, en los niveles de aprendizaje, con otros en los que no se dan esas circunstancias, en especial en zonas rurales.

En un estudio realizado en E.U.A. se citaba la situación de los centros con subvención estatal, a los que se obligaba a la adquisición de programas EAO, y los que no recibían esas subvenciones, que utilizaban el ordenador para la enseñanza de lenguajes informáticos y la resolución de problemas. Si la EAO, con excepciones según los programas, no mejora sustancialmente los procedimientos tradicionales y la utilización de un lenguaje para resolver problemas potencia las capacidades de análisis, reflexión, crítica, pensamiento lógico, llegamos a la conclusión de que la inexistencia de una planificación, o un carácter excesivamente técnico de la misma, puede provocar notables diferencias sociales.

Un aspecto a considerar es el del sexo. Algunos autores señalan la dificultad o el recelo de la mujer para incorporarse al mundo del ordenador. Este factor ha de tenerse muy en cuenta, a fin de evitar que el ordenador pueda convertirse en un elemento separador y discriminatorio. Por el



Niño realizando los deberes escolares con microordenador.

Aisa

A.G.E.



Ordenador equipado con modem, aparato para llevar a cabo conexiones múltiples, aplicable en el campo de la enseñanza.

contrario, ha de procurarse que sirva como factor integrador y favorezca la incorporación de la mujer al mercado de trabajo, en especial, a las profesiones informáticas.

Finalmente, hemos de referirnos a las aplicaciones especiales del ordenador en la enseñanza, de las que se derivan beneficios sociales de enorme trascendencia. Los programas educativos con ordenador son especialmente útiles en la educación especial (tratamiento de dislexias), en la enseñanza de ciegos, sordos, paralíticos cerebrales, autistas, etc. Los países que más están trabajando en este campo tienen grandes esperanzas de conseguir adelantos notorios en la mejora del aprendizaje de estos niños.

En otro sentido, los niños que no pueden seguir con facilidad el ritmo de su clase, cuentan con los programas de EAO para recuperaciones y refuerzo de los temas más difíciles, así como los programas de CMI, que adecúan la enseñanza a su paso, a su nivel de aprendizaje. Esto será especialmente beneficioso para niños que no disponen en su hogar de microordenadores, ni pueden recibir en él ayuda fácil para compensar su ritmo lento de aprendizaje.

Otra aplicación es la enseñanza a distancia, no sólo para perfeccionar los sistemas actuales en los centros públicos y privados que la imparten, sino también para facilitar la educación de adultos, que no disponen de mucho tiempo.

El microordenador, con su bajo coste y las facilidades de comunicación facilita por medio de los programas de EAO que la enseñanza se pueda realizar en el propio hogar. Las comunicaciones permitirían incluso una mayor eficiencia en las tutorías. El diálogo con el ordenador haría, a su vez, más amena la enseñanza.

El videotex, que permite el telesoftware, será un sistema que, en el futuro, jugará un importante papel en la enseñanza doméstica, a la vez que facilitará la recuperación de información y el acceso a bancos de datos de interés educativo y cultural.

Ya existen proyectos, especialmente en Francia, para llevar a cabo conexiones múltiples por medio de fibra óptica, que permita la transmisión digital, sonora y de imagen, con el fin de fomentar las intercomunicaciones entre los distintos elementos de la sociedad (los centros docentes entre sí y con los hogares, con las bibliotecas, con los órganos de la administración, con otros países, etc.). En E.U.A. se potencian las conexiones entre centros docentes vía satélite.

El desarrollo y extensión de las NTI producirá sin duda un cambio importante en la sociedad, al facilitar la comunicación, la transmisión y el acceso a la información, en definitiva, la integración social.

Efectos económicos

La incorporación curricular de las NTI contribuye no sólo a la eliminación de desigualdades sociales, sino también al desarrollo económico.

La utilización del ordenador como instrumento didáctico exige la adquisición de equipos, de microordenadores y de software de base y educativo. Indudablemente, la inversión pública y privada va a generar un mercado para industrias de material informático y software.

En España, el proyecto ATENEA tiene previstas unas inversiones de casi 4 000 millones de pesetas. En Francia, el plan «Informática para todos», requirió, sólo en equipos, 1 200 millones de francos. En ambos casos, las dotaciones a los centros eran casi siempre insuficientes, entre 1 y 9 equipos.

Por ello, podemos comprender que, durante unos años, estas inversiones constituirán un estímulo para industrias nacionales en los dos campos, del hardware y del software. A lo que habrá de sumarse el impacto de la actividad de formación o reciclaje de profesorado y la investigación educativa.

La inversión fomenta la industria, pero, a su vez, es un problema para los estados. Ya hemos citado cifras parciales en Francia y España, pero pensemos en países como la U.R.S.S., con unas 140 000 escuelas y una dotación de entre 10 y 20 equipos. En España, con unos 25 000 centros docentes entre públicos y privados, un equipamiento de 10 microordenadores por centro y el software mínimo, podría representar una inversión superior a los 60 000 millones de pesetas.

En otro sentido, los estados más desarrollados están caminando hacia una era de alta tecnología en la que surgen nuevas necesidades de empleo. El sistema educativo debe preparar a las personas, a la fuerza de trabajo, para ocupar esos nuevos empleos. No obstante, existe una cierta confusión respecto a las exigencias de formación de las nuevas ocupaciones. Según un estudio realizado por la oficina de estadísticas laborales de E.U.A. entre 1982 y 1995 se espera que, en términos absolutos, las ocupaciones para las que se crearán más puestos de trabajo serán las de vigilantes de edificios, cajeros, secretarias, camareros, empleados de oficina, conductores de camiones, etc. Para ese mismo período, los puestos de trabajo que crecerán más rápidamente serán los de técnicos de mantenimiento de ordenadores, analistas de sistemas, programadores y operadores de ordenador, grabadores, etc.

En las empresas de componentes electrónicos, sólo el 15 % de los empleados usan alta tecnología. En la industria de ordenadores y proceso de datos sólo un 25 % se ocupa en trabajos con orientación tecnológica, y en la del automóvil, no llega al 6 %.

Realmente lo que está ocurriendo es que muchos trabajadores están siendo remplazados por el uso de las altas tecnologías, e incluso los empleos requerirán cada vez menos formación y experiencia. Es el caso de las secretarias, parte de cuyo trabajo es realizado por los procesadores de texto, o el de los cajeros de tiendas y almacenes, cuya labor se ve considerablemente disminuida al generalizarse la utilización de lectores de códigos de barras.

Las implicaciones educativas recaerán en la educación periódica y en el reciclaje de los trabajadores. A su vez se preferirá una amplia preparación en la educación superior para la mayoría, que una preparación profesional.

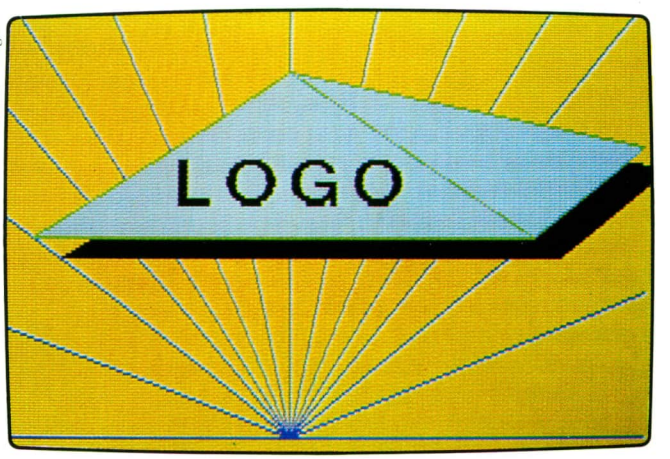


Paireault - Gamma

Técnico de mantenimiento de ordenadores.

La filosofía LOGO

Aprendizaje piagetiano



Planeta - Logic

El lenguaje LOGO se inició en 1969, en el departamento de inteligencia artificial del Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), bajo la dirección de Seymour Papert. Posteriormente, en 1979, se hicieron las dos primeras implementaciones sobre microordenadores (Texas Instruments y Apple).

La filosofía que se esconde en este lenguaje de programación está pensada para su utilización en el medio educativo y en ocasiones se contrapone a los clásicos sistemas de enseñanza. Éste es uno de los pilares para la introducción de la informática y las nuevas tecnologías en el mundo de la educación.

En la mayor parte de los proyectos para implantar la informática en las escuelas, tanto públicas como privadas y en diferentes países, se utiliza el LOGO como componente fundamental educativo. Las razones de ello radican en la potencia revolucionaria que hay detrás de la llamada filosofía LOGO.

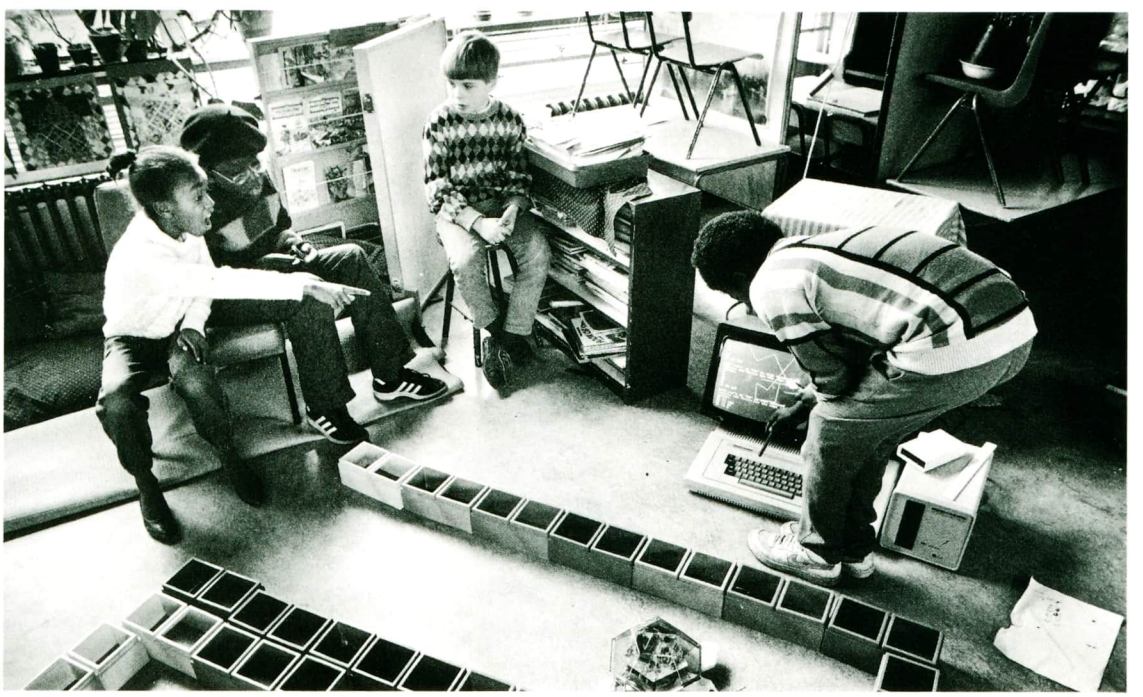
Cuando en Estados Unidos se empezaron a introducir los ordenadores en las escuelas, la mayoría de las veces se utilizó el ordenador para programar al niño, del mismo modo que en los colegios «se enseña» en lugar de «se aprende».

Seymour Papert, creador del lenguaje LOGO y discípulo de Jean Piaget, intenta llevar a la práctica el denominado aprendizaje piagetiano o aprendizaje sin enseñanza.

La teoría de Piaget sobre el aprendizaje consiste en que los niños aprenden del medio en que se encuentran sin necesidad de que se les «enseñe». Por ejemplo, su aprendizaje del habla es innato; los niños adquieren y usan argumentos tan potentes que, incluso, pueden llegar a manejar a sus padres.

Todos estos aprendizajes surgen de forma espontánea, sin una enseñanza formal en escuelas.

La enseñanza en las escuelas es completamente diferente, no es espontánea, sino artificial y dirigida, y muchas veces se explican las cosas sin que los niños sepan para qué sirven, como ocurre con materias que requieren cierta abstracción como las matemáticas.


A.P.

El ejercicio de la tortuga didáctica enseña los principios del desplazamiento angular y otros conceptos abstractos que a los niños pequeños con frecuencia les resultan incomprensibles y nada atractivos.

Este tipo de enseñanza clásica a veces da como resultado el rechazo de los niños, ya que en realidad no están «aprendiendo», y tiene consecuencias indirectas, como la denominada matemafobia o el miedo a aprender matemáticas. Hay niños que están menos preparados para recibir educación matemática o científica en las clases, debido a que su entorno familiar es pobre en cultura matemática y, por tanto, se les hace más difícil y abstracto comprender este tipo de temática, ya que están muy alejadas de su realidad. Al faltarles estímulos, no saben para qué pueden servir, y su proceso de aprendizaje resulta penoso y difícil.

Todo esto se agrava aún más debido a explicaciones que suelen darse a este tipo de fracasos, como «este niño no sirve para las matemáticas», de forma que tópicos como éstos terminan creyéndoselo los propios niños y asumiendo que ellos no valen para este tipo de aprendizaje.

Sin embargo, cuando el aprendizaje es natural o piagetiano, como en el caso de aprender a hablar, a nadie se le ocurre decir: «este niño no vale para hablar».

Dentro de este entorno, el LOGO intenta crear un mundo piagetiano, en el que el aprendizaje de la lógica y las matemáticas sea natural, convirtiendo al ordenador en una máquina «matemático parlante», de forma que a la hora de aprender mediante el sistema LOGO parece como si los niños vivieran en «matemalandia».

De la misma manera que un niño no aprende, o le cuesta mucho aprender francés asistiendo a clases, le resultará natural y sencillo aprender este idioma si se va a vivir a Francia.

Los gráficos de la tortuga

El lenguaje LOGO utiliza la idea de *tortuga,* que es una figura que aparece en la pantalla del ordenador, y representa a un robot que puede ser dirigido mediante órdenes por el niño. Las primeras órdenes son: avanza, retrocede, giraderecha, giraizquierda, etc. Con este tipo de órdenes, el niño puede realizar figuras y dibujos en la pantalla.

Para ello, utilizará el clásico sistema de todo científico, que consiste en concebir, en primer lugar, una determinada teoría para explicar un determinado hecho y luego comprobarla mediante una experimentación. Esto puede hacerlo un niño con LOGO, intentando, por ejemplo, dibujar un cuadrado en la pantalla. Primero tendrá que elaborar mentalmente una teoría de cómo son los lados del cuadrado y cuántos grados debe girar la tortuga en los vértices del mismo.

Imaginemos que un niño intenta dibujar un cuadrado, y da al ordenador las siguientes instrucciones:

```
avanza 50
giraderecha 60
avanza 50
```

Podrá comprobar en la pantalla que se han dibujado dos lados del cuadrado que no son perpendiculares entre sí, lo cual le demuestra que su teoría de que hay que girar 60º es falsa y que debe girar más grados todavía. Está aprendiendo de sus propios errores. El papel que tiene el error en el proceso de aprendizaje es fundamental, ya que los errores se pueden considerar como estímulos importantes que determinan un aprendizaje más estable y natural.

El niño, tras de una serie de pruebas y nuevos intentos, aprende que el ángulo entre dos lados de un cuadrado es de 90º gracias a su propia experimentación.

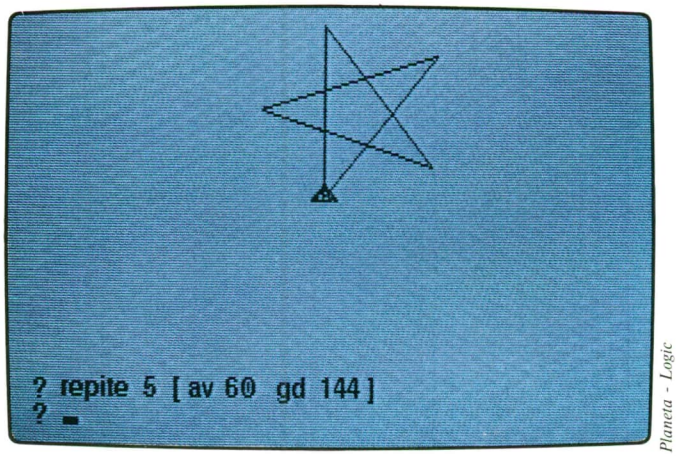
La geometría de la tortuga, como se denomina a este tipo de dibujos realizados con LOGO, fue diseñada por Papert para ayudar al desarrollo del aprendizaje matemático de forma que antes de aprender algún concepto matemático, los niños supiesen encontrar, primero, su sentido a dichos conceptos.

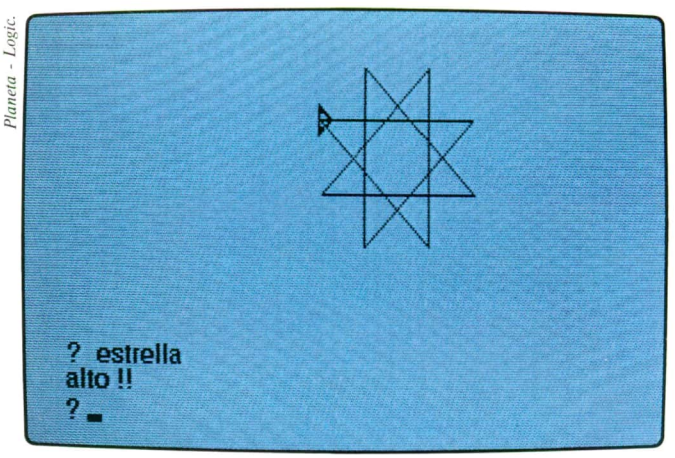
El lenguaje LOGO no se queda exclusivamente en este tipo de órdenes sencillas, sino que permite dotar al niño de nuevas herramientas a medida que las va necesitando.

El LOGO aprende nuevas palabras y órdenes que el niño le puede enseñar, permitiendo de esta manera una programación creativa. Con LOGO se puede ayudar a reducir el fracaso escolar y es posible el inicio de un nuevo tipo de aprendizaje en las escuelas.

Con algunas implementaciones de intérpretes LOGO, que permiten múltiples tortugas simultáneas de formas diferentes, se brinda a los niños la posibilidad de crear micromundos de educación.

Figuras creadas por una niña de 10 años en los diez primeros minutos de contacto con el LOGO.





Lenguajes para E.A.O.

Los lenguajes de autor

En este apartado se analizan las razones por las que se ha desarrollado una clase de lenguajes especiales para la construcción de cursos o para la E.A.O. (enseñanza asistida por ordenador): los llamados lenguajes de autor.

Los lenguajes de autor son un caso particular dentro de los lenguajes de programación. A continuación se estudiará el concepto de lenguaje de autor y sus ventajas para la elaboración de cursos interactivos, y se citará algún caso concreto de este tipo de lenguajes, así como ejemplos de su uso.

Concepto de lenguaje de programación

En la actualidad, los ordenadores sólo entienden unos tipos de lenguaje de muy bajo nivel, denominados lenguajes máquina. Estos lenguajes están diseñados en base a la velocidad de ejecución, coste y flexibilidad, para construir sobre ellos nuevos niveles de programación. Sus sentencias consisten en las operaciones básicas que puede hacer el procesador de la máquina y están expresadas a base de números, generalmente en sistema binario.

Es evidente que un lenguaje máquina es muy adecuado para una máquina, pero no lo es para la persona que quiera programar en dicho lenguaje. Durante la primera generación de ordenadores, los lenguajes máquina eran los únicos que existían para comunicarse con un ordenador. Con ese tipo de lenguajes, el desarrollo de programas resultaba complejo y extraordinariamente costoso. A partir de las siguientes generaciones, se empezaron a diseñar una serie de lenguajes más cercanos al hombre.

Este nuevo tipo de lenguajes, denominados lenguajes de programación (o de alto nivel), se diseñan por lo general sobre la base de su fiabilidad y facilidad de programación. Surge entonces el problema de cómo ejecutar un lenguaje de alto nivel en un ordenador cuyo lenguaje máquina es tan distinto y de un nivel mucho más bajo, lo que significa que, si desarrollamos un programa en un lenguaje de alto nivel, será preciso transformarlo a lenguaje máquina antes de poder ejecutarlo, ya que de otra manera la máquina no lo entendería. Esta tarea de transformación se puede llevar a cabo de dos formas: mediante un programa traductor o mediante un programa intérprete.

Entre los lenguajes de programación más extendidos cabe citar, por ejemplo, BASIC, COBOL, FORTRAN, PASCAL, ADA, etc.

La programación mediante el uso de estos lenguajes está en la actualidad en manos de profesionales, debido a la dificultad que su práctica supone para las personas que carecen de formación informática.

En resumen, la posibilidad de poder utilizar los actuales lenguajes de programación, en lugar de lenguaje máquina, ha representado dos ventajas:

– reducir notablemente el tiempo de realización de un programa;

– posibilitar a un mayor número de personas poco especializadas la programación con estos lenguajes.

Concepto de lenguaje de autor

La aplicación de los ordenadores para E.A.O. requiere que sean los mismos profesores los autores de los cursos programados. Esta tarea no es posible hacerla, generalmente, con los lenguajes clásicos de programación, ya que los profesores no tienen por qué ser programadores profesionales.

Surge, pues, para la creación de cursos, la necesidad de crear un nivel de comunicación con el ordenador más asequible a personas no especializadas en informática. La solución a este problema se intenta dar con la aparición de un nuevo tipo de lenguajes de programación: los lenguajes de autor.

Se podría definir un lenguaje de autor como aquel lenguaje de programación diseñado especialmente para la programación de cursos, de forma que los conocimientos informáticos requeridos a las personas que lo usen sean mínimos.

Se denomina lección o unidad didáctica al programa realizado con un lenguaje de autor que está disponible para ser usado por el alumno; autor es la persona que escribe dicho programa.

Con este tipo de lenguaje se puede conseguir una reducción de la dificultad en la programación similar a la que se consiguió usando un lenguaje de alto nivel en lugar de un lenguaje máquina.

Ventajas de los lenguajes de autor en la generación de cursos

Vamos a intentar definir las ventajas de la utilización de un lenguaje de autor frente a un lenguaje de programación clásico.

Para ver casos concretos vamos a centrarnos en uno de los lenguajes de autor más extendidos mundialmente, el lenguaje PILOT y concretamente su implementación para PC compatibles de 16 bits: PILOTSB, que es una ampliación del lenguaje PILOT. Simplemente vamos a programar en PILOTSB algo muy sencillo y común en cualquier curso, y veremos el programa equivalente en un lenguaje de programación clásico o general, como es el PASCAL.

Construimos un programa que haga la siguiente pregunta: «¿Cuál es el pico más alto del mundo?» El programa esperará a que el alumno conteste y admitirá como respuestas correctas:

– El monte Everest, que está en el Himalaya
– everest
– La respuesta es EVEREST
– creo que es el Eberes
– ebeRest
– Eberestft
(...)

Como puede apreciarse en la figura, el programa resulta bastante corto, solamente unas líneas. Sin embargo, utilizando un lenguaje clásico de programación, como PASCAL, el programa ocuparía aproximadamente 190 líneas.

Como hemos visto, son evidentes las ventajas del lenguaje PILOT sobre PASCAL o cualquier otro lenguaje clásico (BASIC, FORTRAN, etc.) para este tipo de programación. Pero esta muestra no ha sido más que un pequeño retazo, ya que el lenguaje PILOT posee armas tan potentes como una serie de contadores de respuestas correctas e incorrectas que se actualizan automáticamente, sin necesidad de programación adicional.

¿Para qué le sirve a un profesor un lenguaje de autor?

Se puede contestar a esta pregunta escuetamente con los siguientes puntos:

– un lenguaje de autor es la herramienta más adecuada para crear cursos asistidos por ordenador;

– su utilización es mucho más sencilla que cualquier lenguaje clásico de programación;

– el tiempo de programación de un curso con un lenguaje de autor es mucho menor que con un lenguaje clásico de programación.

¿Qué se puede hacer con un lenguaje de autor?

Normalmente, con un lenguaje de autor se pueden efectuar las siguientes operaciones:

– editar o escribir una lección programada;

– probarla;

– corregirla;

– desde el punto de vista del alumno, ejecutar o recibir la lección programada.

¿Cómo se diseña una lección con un lenguaje de autor?

La respuesta a la pregunta puede resumirse en dos puntos:

– una lección por ordenador debe ser interactiva, en contraposición a una lección de un libro, que es meramente pasiva;

– lección interactiva significa que debe establecer comunicación entre el alumno y el ordenador, como preguntas y respuestas, orientación al alumno, etc.

Vamos a exponer unos ejemplos cuyo fin sea el diseño de lecciones con un lenguaje de autor.

1. Una lección de ejercicios de geografía, que pregunte por los ríos más importantes de un país. Se podría hacer de la siguiente manera:

– dibujando un mapa del país y el río por el que vamos a preguntar;

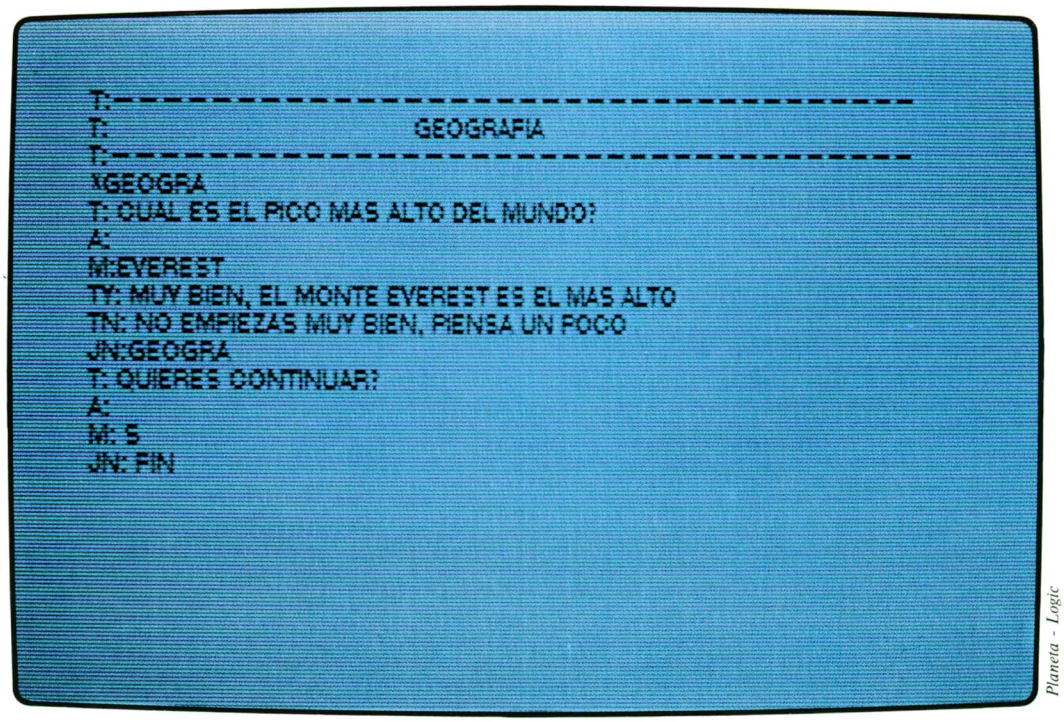
– se preguntaría por el nombre de ese río;

– si la respuesta no es correcta, se pueden dar pistas al alumno.

2. Una lección de matemáticas, que explique las ecuaciones de rectas paralelas y perpendiculares. En una lección de este tipo se puede explicar cómo son esas ecuaciones y dejar que el alumno dé valores a los parámetros de las ecuaciones. Una vez dados los valores, se mostrarán por pantalla las rectas definidas por esas ecuaciones, de forma que el alumno pueda comprobar, en la práctica, la correspondencia entre unas ecuaciones y su representación en un dibujo con unos ejes de coordenadas.

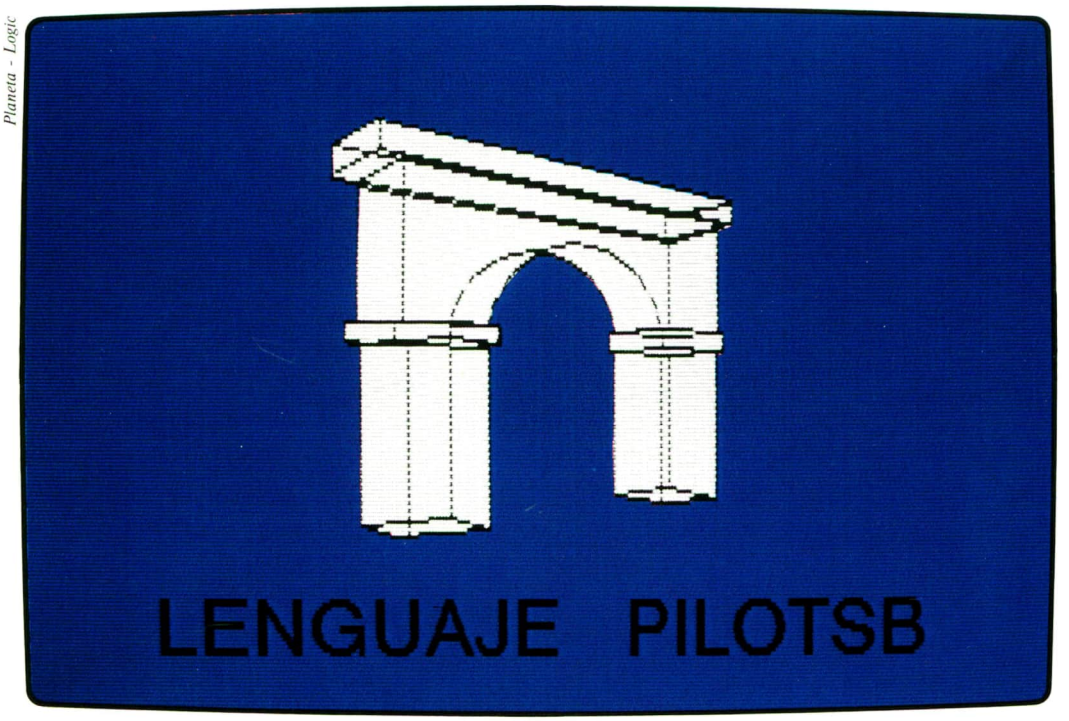
Es conveniente almacenar en las lecciones programadas el nombre y puntuación de los alumnos, para ayudar al profesor en la evaluación.

Es esencial que las lecciones resulten lo más amenas posible, tanto en el planteamiento como en las ayudas para



Programa de geografía escrito en el lenguaje PILOTSB.

Planeta - Logic



Planeta - Logic

Ejemplo de las posibilidades gráficas de PILOTSB.

las respuestas erróneas, procurando siempre huir de lecciones pasivas y faltas de imaginación, que se asemejen más bien a unos apuntes para ser leídos en una pantalla de ordenador.

La oferta de los lenguajes de autor

Cuando un profesor se decide a elegir un lenguaje de autor para crear lecciones, debe haberse informado previamente de una serie de requisitos tales como conocer qué lenguajes de autor existen en el mercado y cuáles son sus características para poder tomar decisiones respecto a los siguientes puntos:

– debe ser lo suficientemente potente como para poder hacer cursos interactivos con poca dificultad de programación;

– debe ser lo suficientemente sencillo de uso como para que el profesor, sin experiencia informática, pueda programar con él después de un pequeño período de entrenamiento;

– debe ser lo más standard posible, para asegurar su existencia en diferentes máquinas actuales y futuras.

¿Qué debe saber y dominar un profesor para programar con un lenguaje de autor?

La programación de lecciones no consiste tan sólo en hacer programas con el lenguaje de autor, sino que un profesor debe saber y dominar una serie de aspectos, como son los siguientes:

– Conocimientos básicos de la máquina con la que va a trabajar. Estos conocimientos los puede adquirir con los manuales que proporcione el fabricante o con un curso para tal fin.

– Conocer y entender el lenguaje de autor a utilizar. Para adquirir estos conocimientos es conveniente recibir un pequeño curso de introducción a la programación con el lenguaje de autor a utilizar.

Si el profesor ya tiene conocimientos de programación prácticos le será suficiente con la lectura del manual de uso del lenguaje de autor.

– Realizar un pequeño período de entrenamiento.

Un ejemplo de lenguaje de autor: PILOTSB

PILOT corresponde a las iniciales de *programmed inquiry learning of teaching,* un lenguaje sencillo orientado a la educación. Fue ideado por el Dr. John A. Starweather, de la Universidad de California en San Francisco. Su origen se remonta al año 1968, pero el manual de referencia del lenguaje PILOT no apareció hasta 1978, año en el que fue escrito por L. Kheriathy y G. Gerhold, ambos de la Universidad de Washington.

El lenguaje PILOT se convirtió rápidamente en el más extendido lenguaje de autor. Son muy conocidas sus implementaciones en distintos ordenadores muy populares de 8 bits (Apple, Atari, etc.).

PILOTSB es un lenguaje de autor que constituye una ampliación de las especificaciones del COMMON PILOT, para ordenadores personales compatibles con el IBM PC (de 16 bits).

PILOTSB amplía las posibilidades gráficas del PILOT clásico gracias a su conexión con LOGOSB, pudiendo de esta manera ampliar sus posibilidades gráficas a las de LOGOSB, es decir, utilizar los dibujos realizados con LOGOSB, lo que permite, además de los clásicos gráficos de la tortuga en el plano, dibujos tridimensionales, múltiples tortugas y figuras con animación, etc.

El niño y el ordenador

El ordenador por sí solo no va a permitir el advenimiento de una nueva enseñanza, de una nueva forma de aprender. Desde que la enseñanza existe, muchas experiencias pedagógicas innovadoras se han realizado sin el uso de las nuevas tecnologías. Y estamos siendo testigos de experiencias educativas con ordenadores realizadas en la más estricta ortodoxia, sin un ápice de novedad didáctica. No es suficiente llenar las aulas de ordenadores. Las nuevas posibilidades educativas que nos ofrece el ordenador sólo tienen sentido y sólo darán algún fruto si están integradas en un proyecto pedagógico general que dirija la utilización de los ordenadores en la escuela (o fuera de ella). Este proyecto será un trabajo de equipo entre enseñantes, sicólogos e informáticos. Dependerá de las necesidades, posibilidades y particularidades de cada institución. No existe «la» buena manera de introducir los ordenadores en la escuela. Sin embargo, este proyecto pedagógico ganará en eficacia y riqueza si se basa en los datos, cuestiones y reflexiones que aportan los estudios sicopedagógicos que se están realizando desde hace algunos años sobre las características del aprendizaje con ordenadores. ¿Existen diferentes maneras de interacción entre la máquina y el alumno? ¿La motivación de los alumnos es diferente que en la enseñanza tradicional? ¿La utilización de ordenadores repercute en las capacidades intelectuales de los alumnos? ¿Cuáles son las actividades cognoscitivas que solicita el trabajo con el ordenador? Éstas son algunas de las preguntas fundamentales abordadas por los estudios sicológicos y pedagógicos que se están realizando en la actualidad. Como veremos, las respuestas no son aún definitivas. El tema es complejo, el campo de investigación es reciente y los estudios suelen ser largos. Pero los datos que aportan y las cuestiones que debaten nos pueden ayudar a plantear con seriedad el tema de la nueva enseñanza, lejos de posiciones extremas pesimistas o idealistas. Estos estudios no han de tomarse como verdades incuestionables. Son más bien referencias para nuestro juicio y para nuestras decisiones.

Niño y máquina: ¿quién programa a quién?

Ante una visión futura no muy lejana en la que los ordenadores (querámoslo o no) formarán parte de nuestra vida cotidiana, todos los responsables educativos están de acuerdo en que los alumnos han de ir adquiriendo una cultura informática (computer literacy). Sin embargo, entre saber apretar un botón y poder crear programas de utilidad pública la distancia es grande. Veamos algunas modalidades de utilización de los ordenadores según el tipo de interacción que establecen el alumno y el ordenador.

1. La enseñanza asistida por ordenadores (EAO, o CAI en inglés) propone utilizar el ordenador como simple instrumento para la transmisión de contenidos escolares. Siguiendo la tradición de la enseñanza programada, preconiza un aprendizaje individualizado, adaptado al ritmo del niño, basado en la práctica y el error. La máquina ya está programada. El alumno sigue las instrucciones y contesta a las preguntas que le va proponiendo el programa según una lógica preestablecida por el creador de dicho programa. En el mejor de los casos, el programa ha sido creado en una labor de equipo entre enseñantes e informáticos; en el peor



Niño y máquina: ¿quién programa a quién?

A.P.



Con la simulación, el ordenador ofrece una mayor iniciativa al niño, al permitirle elegir y combinar los parámetros fluctuantes.

de los casos es el resultado de un técnico que seguramente conoce mal las repercusiones pedagógicas del tema que ha programado.

2. La simulación parte del mismo principio. El niño utiliza el ordenador sin programar, pero se le propone una situación ficticia que corresponda a una situación real conocida. El alumno tiene pues la posibilidad de explorar activamente situaciones de difícil acceso, o situaciones que presentan un interés pedagógico. Puede, por ejemplo, cambiar las posiciones relativas del Sol, de la Tierra y de la Luna para explorar el mecanismo de los eclipses, dar valores diferentes al ángulo de tiro y a la velocidad de una pelota que debe caer dentro de una canasta, conducir un avión, etc. Con la simulación, el ordenador ofrece una mayor iniciativa al alumno, que puede escoger y combinar a su manera los parámetros que la situación deja fluctuantes, lo que le permite experimentar activamente situaciones complejas y difícilmente accesibles.

3. Si la actividad principal del niño consiste en programar el ordenador para utilizaciones diversas (aprender un lenguaje de programación, crear un juego, crear programas que le ayuden a revisar lecciones, crear un fichero, etc.) pasamos a una concepción educativa del uso de los ordenadores bien diferente. En este caso el protagonista principal es el alumno y no la máquina. El objetivo del aprendizaje no está definido con precisión, como en la EAO. No se trata ya de aprender la suma de fracciones, el uso del artículo definido o la distribución demográfica de Europa, sino de ejercer una actividad –la programación– que favorece indirectamente el ejercicio de una serie de actividades intelectuales fundamentales como pueden ser la planificación, el análisis, el razonamiento condicional, etc. Desde esta perspectiva el trabajo con ordenadores, por sus virtudes educativas, se convierte en una disciplina formativa, especie de latín del siglo XXI.

Esta clasificación no es exhaustiva. Seguramente, y afortunadamente, muchas experiencias pedagógicas actuales no caen exactamente en ninguna de estas categorías. Sin embargo, estos tres usos diferentes de los ordenadores son característicos de lo que se puede hacer con el ordenador cuando se considera el tipo de interacción entre el alumno y la máquina. En un extremo, el alumno es un simple usuario de una máquina programada por otros; en este caso, como dice Papert, es el ordenador el que programa al niño. En el otro extremo, el sujeto tiene la iniciativa, crea sus programas y utiliza la máquina para sus fines. En cualquiera de los casos, no debemos olvidar que el ordenador debe de estar al servicio del alumno como un medio a través del cual pueda expresarse de manera original y creativa. En este sentido el ordenador debe situarse al lado de otros medios de expresión como el lenguaje y la imagen. Forzar el modo de expresión del alumno proponiéndole situaciones que reducen al máximo su iniciativa es la manera menos prometedora de utilizar los ordenadores, una manera que los concibe como máquinas de transmisión de conocimientos.

Aprendizaje sin dolor

Una de las preocupaciones que ha provocado sin duda mayor número de horas de insomnio a los enseñantes es la de saber cómo conseguir que los alumnos se interesen por las materias escolares. Calificaciones, castigos, evaluaciones y advertencias son los indicios del fracaso de un sistema escolar que, por regla general, no ha sabido motivar a sus alumnos. Desde principios de siglo han sido numerosas las tentativas pedagógicas que se han propuesto paliar esta insuficiencia: métodos activos, pedagogía centrada en los intereses del niño, autoevaluaciones, técnicas audiovisuales, juegos de simulación, etc. Vanas tentativas para arrancar al

alumno de sus caprichosas resistencias ante los aprendizajes escolares. Sin embargo, la tenacidad espontánea con la que algunos jóvenes abordan ciertos saberes, la infatigable perseverancia de los niños en situaciones de juego en las que aprenden sin darse cuenta o la facilidad con la que todos los niños aprenden algo tan complejo como la lengua materna, son algunos ejemplos que revelan la existencia de una gran capacidad natural de aprendizaje presente en cada ser. Desgraciadamente suele estar adormecida o contrariada.

¿Lograremos con los ordenadores motivar a nuestros alumnos? La cuestión así formulada es ingenua. Supondría que el interés por aprender depende sólo de un factor (la presentación de la materia), y que basta con modificar este factor para modificar el interés del niño. La cuestión es evidentemente mucho más compleja. Sin embargo, los ordenadores, a causa del impacto y del interés que suelen producir en niños y jóvenes, nos permiten plantear la cuestión de la motivación de forma nueva. Los ordenadores no nos aportarán la solución milagrosa, pero sí nos ayudarán a analizar nuestra práctica educativa con una mirada nueva.

Es cierto que el niño suele acoger el ordenador de manera lúdica, como si fuese un juego. Este elemento lúdico es muy valioso para cualquier situación de aprendizaje, principalmente por dos razones. La primera concierne a lo que podríamos denominar aprendizaje indirecto: el alumno, en estos casos, aprende sin darse cuenta. Es lo que caracteriza las situaciones de juego, momentos en los que los niños hablan, imaginan, se mueven, piensan, sin ser conscientes de todo el trabajo que están realizando. Estos aprendizajes naturales, solicitados por numerosas situaciones de la vida, son importantísimos. Piaget ha mostrado, por ejemplo, que los niños van adquiriendo las capacidades intelectuales más decisivas (el principio de conservación, la transitividad, la capacidad de clasificar y ordenar objetos, etcétera.) a través de experiencias de este tipo. El medio ambiente les ofrece situaciones suficientemente ricas para que puedan ejercer su actividad y adquirir de este modo capacidades básicas para el ejercicio de su inteligencia. Los ordenadores, gracias a la riqueza de sus funciones, se prestan fácilmente a este tipo de situaciones lúdicas, en las que el objeto aparente del juego (el que motiva a los alumnos) suele ocultar el objetivo pedagógico. El alumno no sabe que está aprendiendo. Esto nos lleva a considerar el segundo punto, la finalidad de la tarea que se presenta al alumno.

En la mayoría de los aprendizajes escolares, la finalidad del ejercicio es única y coincide con el objetivo pedagógico. Se practican las tablas de multiplicación para aprender la multiplicación, se hacen ejercicios con fracciones para aprender las fracciones, etc. El contenido que se escoge para enseñar la materia importa poco. Sin embargo, estudios recientes de sicología cognitiva muestran que el aprendizaje no sólo depende de la estructura formal del problema, sino que está íntimamente ligado a su contenido. Todo aprendizaje es contextual y la particularidad de la situación influye en la manera de resolver el problema. El ordenador —aunque no sea exclusivo de él— permite la variación de presentaciones de un mismo problema, presentaciones que ponen de relieve una finalidad lúdica que actúa como ayuda para el trabajo intelectual del alumno. Pero no



El objeto aparente del juego (el que motiva a los alumnos) suele ocultar el objetivo pedagógico.

Viollard - Gamma

pensemos que basta con que el ordenador utilice efectos especiales (colores, imágenes, sonidos, movimientos). El elemento lúdico y de fantasía debe integrarse a la situación (lo que se denomina motivación o recompensa intrínseca) y no debe tan sólo añadirse a ella como un elemento adicional (motivación o recompensa extrínseca). Dos programas norteamericanos que tratan del mismo tema, la suma de fracciones, muestran ambas posibilidades. En el primero, a medida que el alumno responde correctamente a preguntas cada vez más complejas, se va dibujando un enorme dragón. El objetivo es conseguir la imagen completa del dragón, objetivo que no tiene nada que ver con la suma de fracciones. El segundo programa propone al alumno que dirija una confitería y que distribuya los trozos de pastel que vayan pidiendo los clientes (uno pide un cuarto, luego una familia pide un sexto, un cuarto y un tercio, etc.). El objetivo del juego (servir a los clientes sin equivocarse) exige que el alumno maneje la suma de fracciones. En este caso la situación lúdica está integrada al objetivo pedagógico y no constituye, como en nuestro primer ejemplo, algo añadido y accesorio.

La utilización de los ordenadores nos lanza el desafío de encontrar situaciones didácticas que interesen al alumno. Los ordenadores nos muestran que existen situaciones de aprendizaje cercanas al juego. Exigen que nos planteemos seriamente si somos capaces de aceptar este aspecto lúdico tan característico de todos los aprendizajes naturales de niños y jóvenes que la escuela ha opuesto con tanto ahínco a los aprendizajes serios y dolorosos.



Magnum - Zardoya

Los ordenadores, por medio de situaciones lúdicas, motivan el aprendizaje y ayudan al desarrollo intelectual del alumno.

Ordenador, ¿bueno o malo?

Mucho padres, enseñantes y responsables educativos se preguntan con ansiedad si los ordenadores serán benéficos para los niños, si con ordenadores sus hijos serán más inteligentes, sabrán más matemáticas o estarán intoxicados por la técnica para el resto de sus vidas. Se desea saber, y es comprensible, los efectos del ordenador sobre el comportamiento del niño. Si consideramos los aspectos cognoscitivos, se están publicando numerosos estudios sicopedagógicos sobre este tema, todos los cuales persiguen el mismo objetivo: evaluar las consecuencias escolares de la utilización del ordenador. El esquema de dichos estudios es similar: se comparan dos grupos de alumnos, uno que ha seguido un aprendizaje tradicional y otro que ha utilizado los ordenadores y, tras unos meses, se evalúan las diferencias que presentan ambos grupos en los resultados escolares, tests de inteligencia o tests de personalidad. Las conclusiones de estos estudios son contradictorias entre sí. Unos muestran que programar tiene repercusiones en la capacidad de reflexionar y de discriminar direcciones en el espacio; otros, que no hay ninguna diferencia en las capacidades cognoscitivas de los niños, programen o no programen; algunos estudios sostienen que aunque el niño programe, su capacidad de planificación no aumenta, mientras que otros afirman que si el niño programa, su habilidad en resolver problemas aumenta. Los ejemplos podrían multiplicarse.

La primera dificultad de estos estudios es de orden metodológico. Comparar dos grupos de alumnos durante períodos de tres, seis o doce meses para concluir que la diferencia entre ambos se explica por el hecho de que un grupo ha trabajado con ordenadores y el otro no, es una decisión excesivamente problemática. Las diferencias constatadas pueden provenir de múltiples factores (la personalidad del enseñante, las experiencias que los alumnos de un grupo han hecho independientemente de la utilización de los ordenadores, el mayor dinamismo del grupo experimental, que sabe que participa en una experiencia, etc.).

Pero hay algo aún más criticable: la dificultad de una interpretación válida de los resultados. Tanto un resultado positivo (el ordenador tiene repercusiones) como un resultado negativo (el ordenador no tiene repercusiones) no garantiza que se concluya de manera general que los ordenadores tienen o no tienen repercusiones en el comportamiento de los alumnos. Hacerlo supondría olvidar que el trabajo con los ordenadores es algo complejo que depende

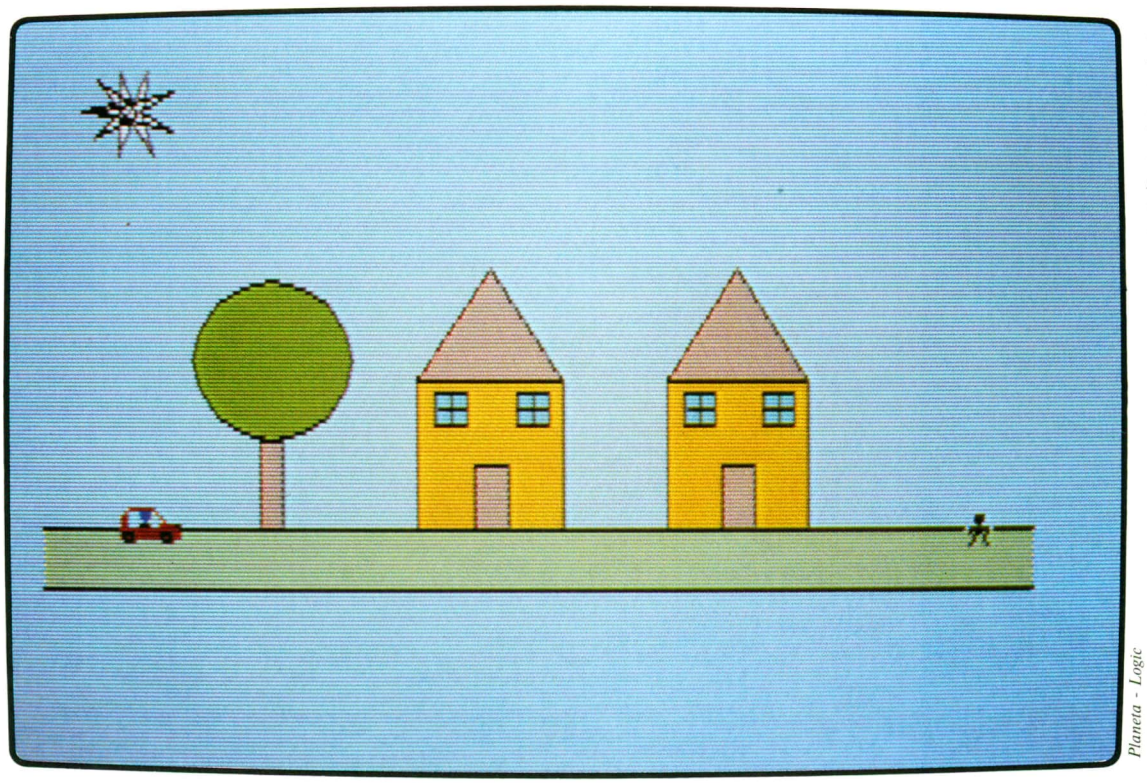
de múltiples factores, como son las condiciones y los objetivos del aprendizaje, el material que el alumno tiene a disposición, el tipo de interacción que se crea entre el alumno y la máquina, etc. Si hay algún cambio, las máquinas no son las únicas responsables de este cambio. Poner todo el énfasis en los ordenadores es adoptar una actitud tecnocéntrica, que olvida que el ordenador es ante todo un producto cultural cuyo impacto se realizará a través de una serie de colaboraciones humanas que pueden variar mucho de una situación a otra. Como evoca Papert con sencillez, preguntarse si programar tiene buenas o malas consecuencias intelectuales es tan absurdo como preguntarse si la madera produce buenas o malas construcciones. En ambos casos olvidamos lo principal, el elemento humano.

Trabajar con el ordenador

Junto a estos estudios que consideran el trabajo con los ordenadores de manera global, como si fuera una «caja negra» de la que poco se sabe pero cuya influencia quiere ser evaluada, existen otras investigaciones que se dedican a estudiar con detalle en qué consiste el trabajo con el ordenador. Son estudios menos ambiciosos, más restringidos, que tienen el mérito de aportar resultados detallados sobre la actividad de programación.

Estos estudios han puesto en evidencia, por ejemplo, que cuando el alumno programa debe esforzarse en hacer explícitas una serie de informaciones que en otro tipo de tareas permanecen ocultas. Este trabajo de análisis y de descripción de informaciones es necesario para que la máquina pueda tratar las instrucciones que se le van dando. Por ejemplo, con determinados lenguajes que permiten una actividad gráfica, el alumno debe tomar conciencia de cantidad de datos que en una actividad espontánea de dibujo quedan ocultas. El interés en estos casos no estriba en dibujar con el ordenador en todo este trabajo de identificación de informaciones necesarias para que la máquina produzca la figura deseada (valor de la traslación y de los ángulos, número de veces que se repite una información, posición del cursor que dibuja en la pantalla, etc.).

Junto a esta necesidad de análisis y de hacer explícitas las informaciones, el trabajo con el ordenador exige que el sujeto comprenda la manera ordenada con la que la máquina trata los datos. Para programar, el alumno debe dominar lo que se ha llamado *flujo de control de las informaciones*: saber controlar los datos para poder seguir el modo de tratamiento de la máquina y obtener el resultado deseado. Así, según los resultados de un estudio reciente, parece que los niños de diez-once años presentan cuatro fases diferentes de control de la información cuando programan (modalidad gráfica del lenguaje Logo). La primera fase denominada Global I, consiste simplemente en una anticipación de la figura proyectada por el niño (un triángulo, una casa, una bicicleta, etc.) que le guía en la elección de las instrucciones. Este primer análisis global intuitivo viene seguido por un análisis denominado Local I, a través del cual el niño yuxtapone una tras otra una serie de instrucciones, controlando cada vez el resultado que le da la máquina y rectificando la última instrucción si es necesario. El paso siguiente, Local II, consiste en proponer una serie de instrucciones a la vez. El sujeto es capaz de anticipar el resultado de esta serie de instrucciones, y no tiene que controlar la información paso a paso. Por último, el nivel Global II corresponde a una integración y anticipación de



Dibujo realizado en lenguaje LOGO para niños de 10 a 11 años, correspondiente al término de la primera fase de control de la información.

Planeta - Logic



Magnum - Zardoya

El ordenador es un instrumento de expresión que el niño tiene a su alcance: parvulario en Japón.

las diferentes instrucciones con el fin de obtener la figura completa.

Control local y global

Estos cuatro niveles no han de considerarse de manera rígida. Lo que parece más significativo es la dificultad que tienen los niños en articular los dos aspectos de control local y global. Esta dificultad de articulación se manifiesta, por ejemplo, cuando el sujeto utiliza un procedimiento ya definido, en un nuevo contexto. Para poder utilizarlo de nuevo en conjunción con otras instrucciones, debe operar un análisis local del contenido del procedimiento. La utilización global del procedimiento (tomarlo como una unidad) no es suficiente y provoca frecuentemente resultados inesperados.

El último ejemplo se refiere precisamente al tratamiento por el alumno de los resultados inesperados. Uno de los aspectos más enriquecedores de la programación es permitir que el alumno corrija los errores (*bugs* en inglés), es decir, aquellos datos que han provocado la aparición de un resultado diferente del que se había proyectado. Corregir los errores de un programa *(debugging)* supone una actividad lógica que maneja suposiciones y anticipaciones con el objetivo de ir eliminando las posibles causas de un resultado inesperado. Hasta para los programadores más expertos, la corrección de errores es algo inseparable de su trabajo de programación. Programando, el alumno se acostumbra a dar al error un significado diferente al que le da en las tareas escolares tradicionales, en las que es signo de fracaso, insuficiencia y vergüenza. Hasta tal punto que muchas veces, ante un problema nuevo, la actitud del alumno es de ejecutar inmediatamente un programa para después corregirlo. El error y su corrección son elementos esenciales de la interacción alumno-ordenador.

Junto a las tres dimensiones que acabamos de evocar (analizar y hacer explícitos los datos, controlar las informaciones y corregir los errores), otros muchos rasgos caracterizan el trabajo de programación con los ordenadores. Pensemos en la actividad de planificación, la descomposición de un programa en subprogramas más elementales, la reflexión sobre la propia actividad intelectual (metacognición), el razonamiento analógico, etc., dimensiones puestas en evidencia por recientes estudios sicológicos. Estas contribuciones son ciertamente modestas. Han de ser tomadas como elementos de reflexión para una utilización creativa de los ordenadores en la enseñanza.

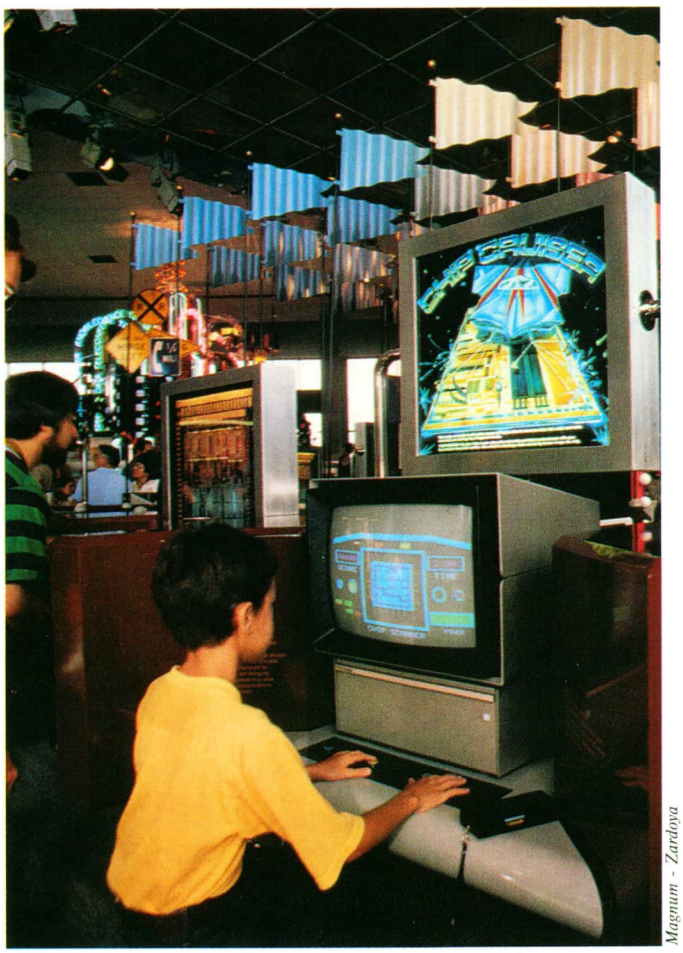
Sería un error pensar que el ordenador puede aportar algo a la enseñanza por sí solo. Hemos visto anteriormente los límites de una actitud tecnocéntrica que juzga las implicaciones de los ordenadores sin considerar todo el entorno humano, el único que en última instancia podrá modular el beneficio o el estrago que las máquinas producirán en niños y jóvenes. Es cierto que el ordenador nos ofrece nuevas posibilidades de aprendizaje atractivas. Sin embargo, no debemos olvidar que el ordenador es un instrumento de expresión entre otros muchos que el alumno tiene a su alcance. Las nuevas posibilidades de exploración que ofrece el ordenador han de ser integradas a otras formas de aprendizaje complementarias, en las que jueguen un papel importante formas de aprendizaje menos abstractas, menos analíticas que las que el ordenador solicita, maneras de aprender en las que la sensorialidad y el movimiento corporal sean también factores de conocimiento.

Sociología de la informática

¿Qué hace una persona como yo, humanista, socióloga —no una informática— en el mundo de la tecnología informática? ¿Cómo llegué a estudiar no precisamente la técnica de los ordenadores, pero sí a la gente que los usa y lo que les sucede cuando se dejan arrastrar por la informática?

En primer lugar he de decir que yo soy una socióloga a quien le interesa un problema muy específico. Es el siguiente: ¿que consecuencias conlleva nuestra manera de pensar sobre nuestra manera de ser como personas? Y también, ¿qué consecuencias trae el hecho de que tengamos distintos lenguajes para pensar acerca del funcionamiento de nuestra mente?

El ordenador ofrece la ilusión de una compañía sin amenazas ni complicaciones.



Magnum - Zardoya

El primer libro que escribí trataba sobre las personas que utilizaban conceptos extraídos del sicoanálisis al reflexionar sobre lo que ellos eran como personas. No quiero decir que me interese por el sicoanálisis o que crea en la validez científica de lo que dijo Freud. Pero sí es cierto que disponemos de palabras y expresiones como *represión, complejo de Edipo, lapsus freudiano,* al pensar en nuestro pasado, nuestro presente o nuestras posibilidades de cambio. Existe un empleo involuntario del lenguaje sicoanalítico en nuestra vida diaria.

Más adelante me interesó observar otra área del comportamiento humano en que se pudiera observar este tipo de problemas y la encontré cuando empecé a enseñar en el MIT (Massachusetts Institute of Tecnology). Mis alumnos y colegas usaban expresiones informáticas tales como «no me interrumpas, quiero descargar mi memoria», o bien «no necesito apuntes para la presentación, es todo directo», y verbos como «programar» y «desprogramar». En una conversación de sobremesa, una mujer le decía a otra: «Lo más duro del divorcio es reprogramarse una para vivir en solitario».

El uso diario de expresiones informáticas

¿Es una casualidad el uso preferente de expresiones informáticas dentro de un determinado estilo de hablar? ¿Qué significado tiene el empleo de metáforas de máquinas cuando pensamos sobre nuestra mente?

Por ejemplo, si el presidente de una reunión inicia ésta declarándola «cerrada» en lugar de «abierta», nos podríamos preguntar acerca del significado de sus palabras, podríamos buscar su ambivalencia. Quizás preferiría encontrarse en su casa en lugar de presidir una reunión. A esto lo llamamos un lapsus freudiano.

Para mis alumnos del MIT, sustituir «cerrado» por «abierto» significa que un programa no ha funcionado como debía o que se ha perdido un bit. Es un error de procesamiento, no un error freudiano. La búsqueda de un significado a las cosas que hacemos o decimos se sustituye aquí por el mecanismo, por un intento de encontrar el bit perdido, el programa fallido.

El mundo informático ofrece un extraordinario interés para un sociólogo al que le apasiona la sociología del lenguaje, la forma en que la *manera* de pensar influye sobre *lo que* pensamos.

La segunda razón por la que llegué al mundo de la tecnología informática es que recibí adiestramiento como sicóloga, poseo una práctica clínica y un prejuicio freudiano, y estoy interesada como doctora clínica en las relaciones entre las personas.

Cuando llegué al MIT vi que mis alumnos y colegas se relacionaban con los ordenadores de la misma manera en que se podrían relacionar con una persona. La máquina, dada su «sicología», su capacidad de reacción, su interactividad, estimulaba a la gente a establecer con ella relaciones de tú a tú. El hecho sorprendió sobremanera porque tengo un sentido de la intimidad muy acusado.

Zardoya



El mundo informático ofrece un extraordinario interés para los sociólogos.

El padecimiento de las personas en la actualidad no es la histeria, como lo era en tiempos de Freud, sino la soledad y el miedo a la intimidad. La gente se siente sola pero, aun así, tiene miedo por múltiples razones a intimar con otra persona. Y si el lector reflexiona por unos minutos sobre este punto, se percatará del lugar que ocupa el ordenador en este problema. El ordenador ofrece la ilusión de una compañía sin amenazas ni complicaciones, al mismo tiempo que un potencial de auténtica intimidad.

La tercera razón de mi aproximación a la informática es que soy una mujer. Me defendía muy bien en mis estudios de ciencias y matemáticas, pero no más allá de la forma en que lo hacen muchas mujeres. Podía asimilar las reglas y obtener un sobresaliente en los exámenes, pero en el fondo temía estas áreas. No me gustaron nunca, ni pude apreciarlas como algo bello. Soy de ese tipo de personas que temen que su tostador se estropee como si se tratara de algo misterioso o extraterrestre.

Las mujeres y el ordenador

Cuando consideré la posibilidad de entrar en contacto con el ordenador, me percaté de que era algo que podía probar porque el diálogo con él tiene mucho de lingüístico y sicológico y no de pura matemática. Y cuando me informé acerca de los estudios en E.U.A., descubrí que quienes sobresalían en la programación eran precisamente mujeres con facilidad para los lenguajes.

De manera que me encontraba ante un aspecto de la alta tecnología, que iba a permitirme un examen y reflexión acerca de mi buena relación con ella, con lo cual podría aprender algo sobre mi tecnofobia y quizás mejorar mis ideas sobre el tipo de temas que mantenían a las mujeres alejadas de las matemáticas y de la ciencia informática.

¿Estarían este tipo de máquinas destinadas a servir de puente entre dos culturas? En otras palabras, no me interesa la evolución técnica que el ordenador está experimentando, sino la manera cómo evolucionan las personas conforme se desarrollan nuevas formas de diálogo y nuevas posibilidades de intimidad con el ordenador. ¿Acaso la interacción hace sentir a las personas que siempre se ha pensado de modo parecido a como lo hacen los ordenadores? ¿Somos parecidos a las máquinas? ¿Estamos programados?

Estas preguntas, que antes solían debatirse en seminarios y clases de filosofía, gracias a los ordenadores son ahora lenguaje común de la vida diaria de muchos jóvenes y mayores atraídos por la informática. El ordenador «subjetivo» es todavía protagonista más importante cuando se le introduce en la enseñanza. No se trata de introducir una nueva herramienta educativa. Con el ordenador se da entrada a una nueva cultura que hace que la gente piense de modo distinto sobre sí mismos.



Gamma

La máquina, dada su interactividad, estimula a las personas a establecer relaciones interpersonales.

Si es posible entrar en relación sicológica con el ordenador, es seguro que, a su vez, el ordenador puede introducirse en el desarrollo sicológico del niño. Ésta es la causa por la que comencé a estudiar a los niños, en el juego y en la escuela, para ver cómo había entrado el ordenador en el desarrollo sicológico de los niños desde su más tierna edad.

Descubrí tres etapas. La primera, a la que llamo metafísica, es propia de los niños más jóvenes, de cuatro a siete años. Estos niños preguntan: «¿Qué es estar vivo, qué es un sueño, qué es la realidad? ¿Puede pensar un ordenador? ¿Está vivo? ¿Nos puede engañar?»

Pasados los siete u ocho años, los niños no filosofan sobre el ordenador. Lo que quieren es domesticarlo. Quieren que el ordenador haga lo que le ordenen. Ésta es la segunda etapa.

La tercera etapa se inicia a los once o doce años de edad, con la adolescencia. Ésta es la etapa en la que el ordenador entra en el desarrollo de la identidad del niño. Son posibles preguntas como, por ejemplo, ¿se considera ese niño a sí mismo como un tipo de persona técnica? El filosofar del niño no discurre ahora sobre el ordenador, sino acerca de sí mismo.



Vioujard - Gamma

El ordenador puede influir en el desarrollo sicológico de los niños desde su más tierna edad.

Dos modos de programar

La programación del ordenador por parte de los niños es un proceso interesante porque tienen dos maneras de hacerla, a las que llamo «hard-dominio» y «soft-dominio». Estamos tan acostumbrados al programador informático estereotipado que no nos damos cuenta que hay otras maneras de programar un ordenador.

Hagamos un símil con la tarea de renovar la decoración de una casa. Está el camino del «hard-dominio», siguiendo el cual se hace un plan, se escogen las muestras de color, se organizan las cosas, se llama al decorador, se comienza de arriba abajo cuidando que la estructura, las alfombras y las paredes casen bien. Se está implementando un plan.

Pero está también el sistema del «soft-dominio» que significa preparar una pared, pintar otra, poner una estera, ver que los colores no van bien y cubrir la pared con una mano de pintura para que case. Ver que tampoco da resultado, escoger otro color y cambiar la estera. En otras palabras, hay mucha más negociación. Hay un estilo más «soft» de interacción con este otro procedimiento.

Pues bien, los estudios que he realizado con niños que emplean ordenadores en clase demuestran que programan de las dos maneras. Y esto significa que los niños harán una elección del procedimiento acorde con sus personalidades, ejerciendo un dominio sobre el ordenador que se corresponde con el propio estilo de comportamiento. Así es posible que tengan acceso a conocimientos y actividades científico-matemáticos un número mayor de niños.

En segundo lugar, se obtiene la colaboración de niños que anteriormente no compartían ninguna actividad. El campeón de hockey desea programar el ordenador para mostrar mediante gráficos sus evoluciones y se presta a colaborar con el empollón de ciencias. El ordenador por sí mismo atrae tanto por sus posibilidades prácticas y estéticas como por sus posibilidades matemáticas, por lo que se presta a la colaboración entre diferentes equipos de alumnos.

En tercer lugar, se abre una senda hacia la cultura técnica y científica a las mujeres, dado que ellas son proclives al dominio de los procedimientos soft. Les gustará el ordenador porque utiliza un estilo de comportamiento interactivo y desahogante.

Bueno o malo

Ésos han sido mis descubrimientos. La gente siempre me pregunta: «Usted ha trabajado en ello durante ocho años, ha analizado doscientos niños, ¿los ordenadores son buenos o malos?» Esta pregunta es improcedente. Y no lo digo por apelar a la neutralidad académica.

Los ordenadores no son ni buenos ni malos, sino poderosos. Si se dice que los ordenadores son buenos en la enseñanza, los padres, profesores, sicólogos y directores tienen la impresión de que lo único que hay que hacer para resolver todos los problemas es instalar cincuenta ordenadores en la escuela.

Esto no ayudará a la educación, pues lo que cuenta es la manera cómo se hacen las cosas. Lo que cuenta es la cultura de la clase, el software, la forma en que se emplean los ordenadores. Lo que cuenta es saber si a los niños se les permitirá expresarse de modo diferente con la máquina o si por el contrario simplemente se les darán normas de tipo «esto se hace así», como si fueran ingenieros.

Si a la pregunta sobre si los ordenadores son buenos o malos se responde que los ordenadores son malos para la enseñanza, entonces de algún modo se deposita la evolución de la cultura informática en manos de los técnicos que han sido quienes la han controlado hasta el momento.

No creo que nos corresponda decidir si los ordenadores son malos para nosotros. Nuestro cometido es hacer que nos resulten útiles y conseguir que muchas más clases de personas, hombres o mujeres, humanistas, sicólogos, técnicos o no técnicos, pedagogos y artistas, participen activamente en la evolución y la conformación de la cultura del ordenador.

Con el ordenador se da entrada a una nueva cultura que induce a las personas a pensar de un modo distinto sobre sí mismas.



Magnum - Zardoya

Pedagogía de la informática

La enseñanza y la técnica informática

En la actualidad, muchos niños y adolescentes tienen acceso a un ordenador doméstico o personal, y la evolución de la técnica y el continuo abaratamiento hacen prever que la situación tienda a generalizarse. Dentro de pocos años, el sistema personal o doméstico será de utilización tan accesible como lo es ahora el automóvil o cualquier electrodoméstico.

Como el ordenador es una versátil herramienta de trabajo, es de prever su presencia en cualquier campo de actividad, por alejado que ahora parezca del concepto actual de informática. Es un lugar común que en las universidades estadounidenses, la obtención de cualquier título tiene como requisito la demostración de que se sabe utilizar un ordenador personal, y ello no sólo para las carreras técnicas, sino para especialidades como la medicina o las humanidades.

Ésta es la tendencia, que contrasta hasta cierto punto con algunos conceptos y resistencias que están apareciendo. Es una opinión muy extendida que los sistemas domésticos sólo sirven para jugar, y es un prejuicio aún no superado que los ordenadores representan una cierta amenaza contra la creatividad y la libertad individual. Uno de los imperativos de la enseñanza y formación informática es el de poner las cosas en su sitio y demostrar que puede haber una utilización creativa y no alienante de los ordenadores.

El manejo y la utilización de los ordenadores, el «pensar en informático», requiere cierto aprendizaje y el dominio de ciertas técnicas y condicionamientos. Sin embargo, demasiado a menudo estas técnicas y condicionantes tienen un peso demasiado importante en la pedagogía de la informática; se aprende y se enseña más «para el ordenador» que pensando en «el ordenador para...».

La enseñanza de la informática no debe estar excesivamente condicionada por el estado actual de la técnica, menos aún cuando la evolución en este campo se mide no ya por años, sino por meses. Por otra parte, la tendencia va hacia más prestaciones y menos técnica. A modo de ejemplo, baste señalar el paso de un lenguaje muy estructurado y formalista como fue el COBOL a otro interactivo y mucho menos formalizado como el BASIC. La tendencia es aún más clara si pensamos en el LOGO, donde el usuario ni siquiera está limitado a un repertorio de instrucciones, ya que puede definir sus propios procedimientos y palabras.

Desde esta perspectiva, debería evitarse, especialmente en los niveles más elementales, un enfoque demasiado técnico; ¿para qué complicar los conceptos hablando de bases de numeración cuando en realidad el sistema binario no es más que una forma de escribir números? Los niños, especialmente los niños pequeños, suelen entender bien el «qué», aun cuando les sea difícil entender o siquiera imaginar el «cómo».

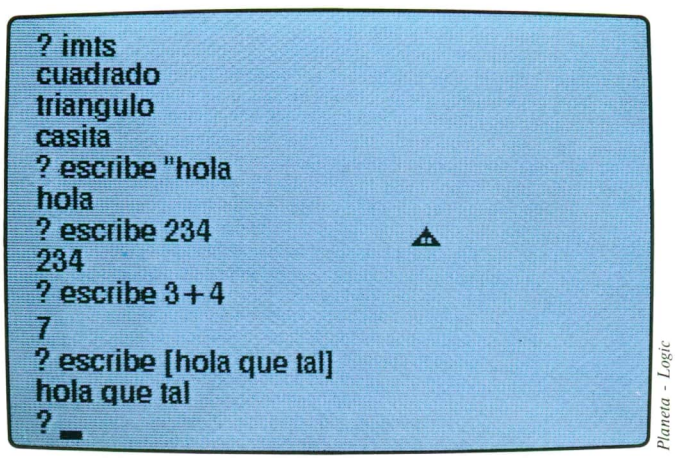
La enseñanza de la informática debe empezar desde la escuela. Y la adaptación a la mentalidad infantil de un tema tan cargado de conceptos técnicos sin caer en una tecnificación del niño es el desafío que la sociedad y la enseñanza actuales deben afrontar.

Desde cierto punto de vista, un ordenador tiene algunas de las cualidades de un buen maestro: no se cansa nunca y permite efectuar la misma prueba una y otra vez, pero es inflexible con los errores. No es suficiente con que uno crea tener las ideas claras si se quiere que un programa funcione. Todo ello obliga a fijar la atención y tener cuidado de los detalles, a trabajar o programar cuidadosamente.

A los niños les gusta utilizar el ordenador para dibujar y para personalizar sus programas (imprimir doscientas veces su nombre en la pantalla, por ejemplo). Por desgracia, el dibujo es tanto una cuestión de geometría como de buen gusto y es necesario un cierto apoyo técnico para conseguir buenos resultados. Los gráficos del LOGO, los conocidos gráficos de la tortuga, son un buen ejemplo de lo que puede ser un aprendizaje de la programación para dibujar. No se trata de que el niño piense como una tortuga, sino de que disponga de nuevos elementos de juego, de que piense en el ordenador como en una mascota electrónica y un amigo con el que inventar nuevas formas de jugar.

Otro problema que se presenta es el limitado panorama de conocimientos generales. ¿Cómo explicar las funciones matemáticas del BASIC a niños que no saben trigonometría? Muchas veces no hay más remedio que esperar a que el niño adquiera los conocimientos para enseñarle cómo el ordenador puede auxiliarle en su aplicación. La enseñanza de la informática exige un gran esfuerzo de creatividad pedagógica.

A los niños les gusta utilizar el ordenador para dibujar y personalizar sus programas.



Planeta - Logic



Planeta - Logic

La enseñanza de la informática exige un gran esfuerzo de creatividad pedagógica.

El sistema binario

No hay ningún país en el que circulen monedas de tres unidades monetarias, ya que, al existir monedas de una y de dos unidades no hacen falta las de tres. Por la misma razón, tampoco hay monedas de cuatro unidades: se paga con una moneda de cinco unidades y se devuelve la diferencia.

Hace mucho tiempo, en cierto país, decidieron usar un sistema monetario original. En vez de utilizar monedas de una, cinco, de diez unidades, adoptaron este otro sistema:

monedas de 1
monedas de 2
monedas de 4
monedas de 8
monedas de 16
monedas de 32
monedas de 64
billetes de 128

¿Por qué este sistema? Porque de esta forma, se podían realizar todos los pagos con una sola moneda de cada valor y nunca era necesario devolver cambio. Por ejemplo, un precio de 19 se pagaba con una moneda de 16, una de 2 y una de 1. Bastaba llevar una moneda de cada valor y un billete para pagar cualquier cosa que valiese desde 1 hasta 255.

Tan práctico era este sistema que la gente se acostumbró en seguida a él. Muy pronto, en todos los comercios empezaron a cambiar la forma de poner los precios. En vez de indicar el valor, explicaban la forma de pagarlo:

esto se paga con: 1 moneda de 4
1 moneda de 8
1 billete de 128 (precio 140)

Más tarde, abreviaron los precios, utilizando carteles en los que había ocho espacios, correspondientes a cada una de las monedas o billetes. En cada espacio, se indicaba cuántas monedas o billetes había que dar:

0	0	1	0	1	0	1	0
		(32)		(8)		(2)	

(precio 42)

A los precios escritos de esta forma les llamaron precios binarios, porque sólo eran precisos el uno y el cero para escribirlos.



Firo - Foto

La mayoría de sistemas domésticos disponen del lenguaje BASIC como opción básica; sin embargo, se prevé que el LOGO estará disponible en un plazo razonable de tiempo.

Sistemas creativos

Puede utilizarse un cuento similar al anterior para introducir y explicar conceptos como el sistema binario o pueden adoptarse otros métodos. A veces hay más de una alternativa; la estructura de un programa en BASIC puede explicarse como un juego de tablero similar al juego de la oca, con preguntas (¿eres par? o ¿eres mayor que cinco?) y saltos a distintos puntos del tablero (programa) en función de la respuesta. También puede escenificarse un programa, haciendo que los alumnos de la clase asuman el papel de instrucciones del mismo. A cada alumno se le entrega una nota con lo que debe hacer, indicándole que cada vez que le toque actuar la lea en voz alta y la explique; las variables se escriben en la pizarra y se cambia su valor a medida que se ejecuta el programa. De esta forma pueden ilustrarse el uso de subrutinas, ciclos repetitivos, etc.

La lista de la clase proporciona un ejemplo inmediato y familiar de lo que puede ser un archivo y permite ilustrar fácilmente los diversos métodos de acceso.

De forma similar, y una vez dominados los principios básicos, puede enseñarse a traducir a instrucciones un proceso, utilizando ideas como las instrucciones para hallar un tesoro.

Para niveles elementales, tal vez el LOGO sea una de las mejores propuestas pedagógicas, no sólo para familiarizarse con los ordenadores y la programación, sino para aprender a descomponer un problema complejo en una sucesión de pasos simples. El único factor que limita su utilización es el hecho de que la mayoría de sistemas domésticos disponen del lenguaje BASIC como opción básica, y el LOGO no está disponible para todos ellos. Sin embargo, es de prever que la situación cambiará en un plazo razonable de tiempo.

Campos de verano

Los computadores se introducen rápidamente en las actividades de los campos de verano, ofreciendo nuevas opciones a los padres a la hora de decidir la incorporación de sus hijos al campo que consideren más adecuado. En 1984 casi doscientos campos de verano en Estados Unidos ofrecían esta posibilidad, que empieza a aparecer en otros países, entre ellos, España.

Mezcla de actividades

Un campo de verano no puede, en modo alguno, hacer un planteamiento docente similar al de un colegio. Los jóvenes van a los campos para divertirse y llevar a cabo actividades deportivas y al aire libre. Estas actividades deben compaginarse, si el campo posee ordenadores, con las de «poner las manos en el teclado y los ojos en la pantalla».

Una primera cuestión consiste en buscar un equilibrio entre deporte y computación, ya que los niños, abandonados a sí mismos, llegarían a estar ocho y nueve horas diarias delante del computador, abstrayéndose completamente de todo lo demás.

Un planteamiento equilibrado puede ser el dedicar cinco horas a los ordenadores y cinco horas a actividades al aire libre, teniendo siempre en cuenta que tan importante es el número de horas como la calidad del empleo de las mismas. En cualquier caso, debemos recordar que un campo de verano no es una escuela y que la proporción introducida debe ser mucho mejor calibrada al objeto de que la mente se mantenga ágil y el niño pueda continuar aprendiendo.

La cadena de tiendas norteamericana Radio Shack ofrece durante los veranos un programa de *campos de computadores* mediante el cual, en las propias tiendas y por un coste de unos cincuenta dólares semanales, se puede asistir a dos horas diarias de entrenamiento. Obviamente, este campo no tiene nada que ver con los anteriores.

Al llevar los hijos a un campo de verano que enseñe computación, los padres desean que los jóvenes tomen contacto con el computador, como valioso elemento tecnológico con el que deberán convivir el resto de sus días, y que aprendan a ver en él solamente una máquina, a la que pueden dar órdenes, con la que pueden dialogar y a la que acabarán dominando.

Cómo aprenden los niños

Generalmente los niños tienen una manera de aprender el manejo de los computadores que se aparta de la metodo-

En los campos de verano convencionales el deporte ocupa un lugar privilegiado.



A.P.



Gamma - Liaison

Los modernos campos de verano buscan un equilibrio entre deporte y computación.

logía convencional. Les gusta jugar con el teclado, los gráficos y el cursor hasta tener la sensación de que dominan la máquina. El monitor deberá tener la habilidad de intervenir únicamente en los momentos justos. Conviene verificar que el campo no se limita a disponer de libros y revistas sobre computadores, sino que existen los equipos y un plan de formación serio.

Existen partidarios de iniciar la enseñanza de la informática con el lenguaje BASIC, mientras que otros prefieren el LOGO. Los que abogan por el BASIC argumentan que queda muy fuerte el concepto de número y que es la puerta de entrada a otros lenguajes. Los que prefieren empezar por el LOGO, también tienen sus razones: para ellos, el BASIC enseña malos hábitos al joven, por ser demasiado críptico y poco estructurado. El joven entiende mejor los símbolos, como una aproximación más natural, con los conceptos subsiguientes de recursión y llamadas a sí mismos.

Otros enfoques metodológicos se parecen más al concepto de *pasar del problema al programa*. Aquí se empieza por introducir los diagramas de flujo y luego plasmarlos en instrucciones concretas. También puede iniciarse el tema distribuyendo programas fuente confeccionados previamente y dejar que los jóvenes los prueben y modifiquen.

Otras enseñanzas aconsejables

Es aconsejable dedicar algún tiempo al manejo de los programas de productividad, especialmente editores de textos, hojas electrónicas y pequeñas bases de datos. También resulta provechoso dispensar una atención preferente a las aplicaciones gráficas que, en definitiva, son las que más interesan a los niños.

Dado que la calidad de los programas educativos ha aumentado mucho en los últimos tiempos, pueden incluirse en los planes de estudio algunos planteamientos sobre la forma de aprender asignaturas completas a través del ordenador.

Número de equipos por niño

Obviamente, cinco o seis niños por equipo representan un obstáculo importante para el aprovechamiento práctico de las sesiones. Generalmente se acepta que lo mejor es un equipo por alumno. También es aceptable la teoría de disponer de una máquina para cada dos alumnos. Ello reduce a la mitad el presupuesto y se beneficia de hecho de que muchos niños encuentran más motivador el trabajo por parejas.

Resultados

Generalmente el ritmo de aprendizaje supera las previsiones. Al finalizar su estancia en el campo de verano, muchos de los participantes tienen o desean comprar un ordenador para uso personal e inician caminos para profundizar en sus conocimientos. En todo caso, al año siguiente, todos quieren volver.

La nueva inteligencia

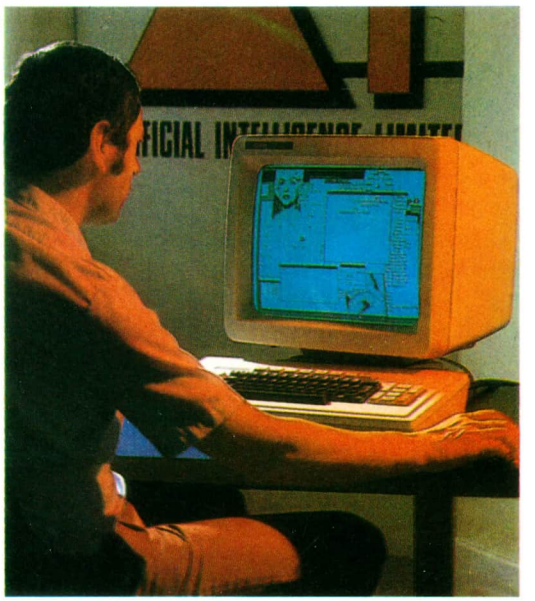
1 Inteligencia natural
2 Inteligencia artificial
3 Inteligencia natural amplificada
4 Sistemas expertos
5 Pilotos del futuro

El siglo XX se caracteriza por la aparición de numerosas ciencias nuevas e interdisciplinarias. Las antiguas fronteras que separaban entre sí la física, la química, la biología y las restantes ciencias clásicas de la naturaleza desaparecieron ante la acometida de la cibernética, la biónica y otras disciplinas que surgieron, inesperadamente, cuando individuos de distintas profesiones comenzaron a pensar juntos para resolver los problemas planteados por el avance de la tecnología moderna.

Una de estas ciencias interdisciplinarias es la inteligencia artificial. En su forma moderna (pues cuenta ya con tres décadas de historia) suele plasmarse en la forma de un sistema experto, que trata de incorporar a un programa de ordenador los conocimientos (y la forma de aplicarlos) de un experto humano en un campo determinado, a veces muy diferente de la informática (por ejemplo, la medicina). Para construir el programa es preciso recurrir a la colaboración de dicho experto, de un informático y, a veces, de un sicólogo, que aporta sus modelos respecto a cómo piensa el hombre y cómo procesa los conocimientos que adquiere a lo largo de su vida. Por último, los lingüistas tienen algo que decir respecto al problema del análisis y la comprensión automática del lenguaje natural, que también debe ser parte integrante de un sistema experto bien construido.

Las páginas que siguen contienen una breve descripción de la situación actual de nuestros conocimientos en el ámbito de esta ciencia, y de algunas de las técnicas de la inteligencia artificial que se utilizan en la actualidad.

A.P.



Para construir un programa de inteligencia artificial es preciso recurrir a la colaboración de un experto en un determinado campo del conocimiento con un experto informático.

Inteligencia natural

Tradicionalmente se ha definido la inteligencia como la «facultad que posee un individuo de adaptar conscientemente su comportamiento a situaciones nuevas». La palabra clave en esta definición es «conscientemente». Ha sido introducida para eliminar del campo de acción del término todos aquellos procesos de adaptación que puedan considerarse automáticos, por ejemplo, los reflejos condicionados. Sabemos desde los experimentos de Iván Petróvich Pávlov (1849-1936, premio Nobel de medicina y fisiología en 1904) que si se acostumbra a un perro a recibir el alimento a la vez que oye el sonido de un timbre, después de cierto tiempo comenzará a segregar saliva con sólo oír dicho sonido, aun en ausencia de la comida. Experimentos semejantes realizados con seres humanos permitieron comprobar que este tipo de adaptación es inconsciente, y la actividad que los produce no puede considerarse inteligente.

Consideremos ahora un caso algo más complicado: introducimos todos los días una rata en un laberinto, siempre en el mismo lugar de éste, y colocamos cierta cantidad de alimento en un punto determinado. Las primeras veces que se encuentra en esta situación, el animal explora el laberinto al azar hasta dar con la comida. Sin embargo, pasado cierto tiempo se da cuenta de que las posiciones relativas del punto de partida y del objetivo son siempre las mismas, y a partir de entonces se dirige directamente hacia el lugar donde está el alimento: ha aprendido el camino que debe recorrer para encontrarlo.

¿Ha actuado la rata con inteligencia? Un ser humano, en las mismas circunstancias, es desde luego consciente de sus actos y del hecho del aprendizaje. De acuerdo con la definición dada anteriormente, tendríamos que llegar a la conclusión de que su comportamiento ha sido inteligente, tanto más cuanto más de prisa aprenda. Parece difícil, por consiguiente, negarle el mismo carácter a la conducta del animal.

Los investigadores modernos hablan de conducta «inteligente» en muchas especies de animales, incluso invertebrados (moscas o caracoles). Generalmente, sin embargo, es muy difícil discernir si se trata de reflejos condicionados o de verdadero aprendizaje consciente. No obstante, pocos serían capaces de negar que la mayor parte de los mamíferos, así como muchas aves, actúan a menudo con cierta inteligencia. En algunos casos (como en los cetáceos y los monos antropoides) se han logrado resultados espectaculares. Hoy se piensa que existen diferencias cualitativas importantes en el comportamiento adaptativo de los animales superiores.

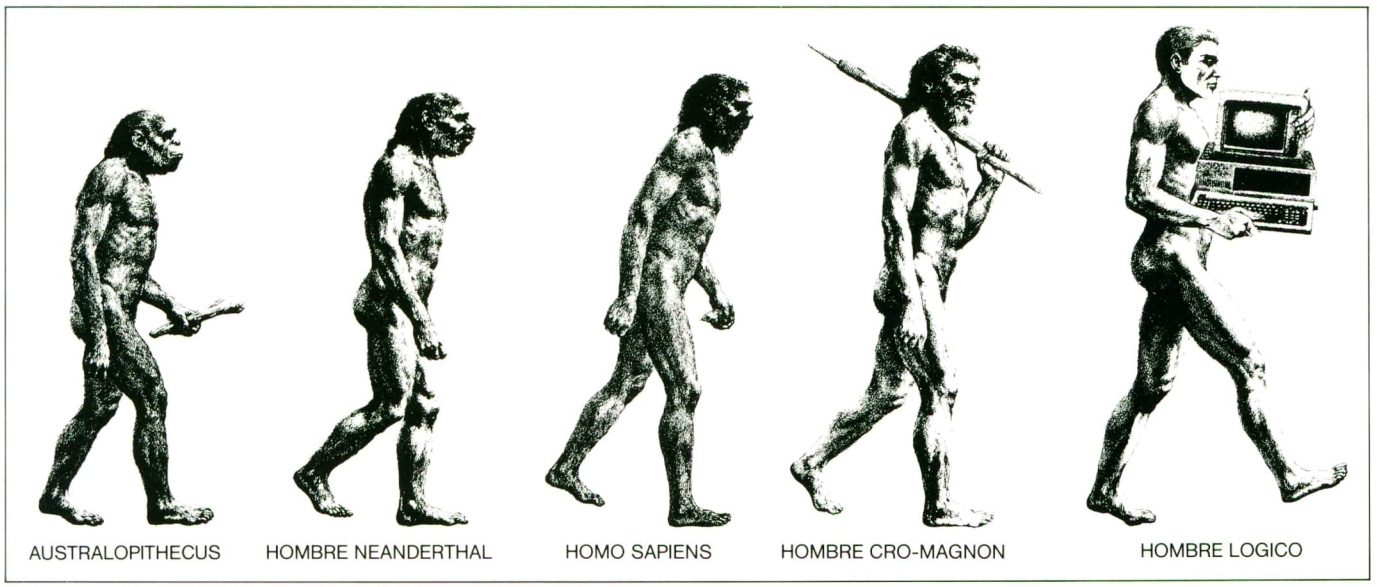
«El hombre que sabe»

Sin embargo, es evidente que la especie viva más inteligente sobre la Tierra es el hombre. El propio nombre científico que nos hemos aplicado a nosotros mismos hace referencia a esta cualidad: *Homo sapiens*, «el hombre que sabe». Aunque quizás habría sido mejor denominarnos *Homo discens*, «el hombre que aprende», pues nuestro conocimiento no es genético, sino adquirido. Y es precisa-



Tabuteau - Zardoya

Los investigadores modernos hablan de conducta «inteligente» en muchas especies de animales. Sin embargo, es muy difícil discernir si se trata de reflejos condicionados o de verdadero aprendizaje. En la fotografía, la rata en un laberinto puede «aprender» el camino más directo a su alimento.



Planeta - Logic

Del estudio de los antropoides y de los antecesores directos del hombre actual, es fácil comprobar que el tamaño del cerebro aumenta a medida que se avanza en la línea evolutiva que conduce al hombre.

mente su enorme capacidad de aprender (o sea, su inteligencia) lo que convierte al hombre en la especie más adaptable y flexible del planeta y la que le ha permitido dominar el mundo.

Existe una relación incuestionable entre el tamaño del cerebro y el grado de inteligencia de una especie dada. En general, cuanto más grande es el cerebro, mayor es la capacidad de aprender del animal. Sin embargo, esta ley no siempre se cumple. Si nos apoyáramos en ella al pie de la letra, deberíamos llegar a la conclusión de que los elefantes y las ballenas son más inteligentes que el hombre, lo que evidentemente es falso. Es preciso, por tanto, establecer correcciones.

Es obvio que un animal muy grande necesitará más cantidad de masa cerebral para controlar su cuerpo. Su cerebro puede ser, pues, considerable sin que la mayor parte de sus células se apliquen a la realización de actividades especialmente inteligentes. En consecuencia, el cociente entre el peso del cerebro y el peso del cuerpo (es decir, la proporción del peso corporal que corresponde al cerebro) puede ser una medida mejor de la inteligencia. Y así es, en efecto: si utilizamos este criterio, el hombre queda en primer lugar, con una masa cerebral igual a un dos por ciento de su peso total, seguido a bastante distancia por el delfín y el chimpancé. En la actualidad se tiende a pensar que el cociente anteriormente mencionado elevado a determinada potencia (sobre la que no todos los investigadores se ponen de acuerdo) nos daría una medida aún más perfecta.

La capacidad cerebral

Del estudio de los antropoides y de los antecesores directos del hombre actual, es fácil comprobar que el tamaño del cerebro va creciendo a medida que se avanza en la línea evolutiva que conduce al hombre:

Especie	*Capacidad cerebral (cm^3)*
Gibón	90
Chimpancé	400
Australopiteco	450
Homo habilis	700
Homo erectus	850-1 100
Homo sapiens	1 200-1 600

En efecto, los australopitecos se remontan a hace unos cuatro millones de años. *Homo habilis*, nuestro primer antecesor directo, a hace dos millones y medio de años. *Homo erectus* (el antiguo pitecántropo) a hace un millón y medio de años. Finalmente nuestra propia especie apareció hace unos cien mil años, primero en la forma Neanderthal y luego en la forma actual.

Es de suponer (aunque, lógicamente, no podemos demostrarlo, pues nuestros antepasados han desaparecido) que la inteligencia de las diversas especies humanas iría aumentando progresivamente. Desde luego, la tecnología se ha complicado cada vez más. Pero, en su momento, el descubrimiento de que los objetos inanimados podían utilizarse como armas o herramientas para extender las capacidades físicas del hombre, debió de suponer una revolución comparable a otras más modernas y espectaculares. Se supone que, al igual que los chimpancés actuales, los australopitecos sabían utilizar ocasionalmente palos o huesos que encontraban al azar. Más tarde, *Homo habilis* sería ya capaz de fabricar pequeños instrumentos (o armas) con piedrecitas toscamente talladas. En cuanto a *Homo erectus*, su habilidad en el trabajo del sílex se ha hecho provervial: las famosas hachas de mano de forma de almendra, los cuchillos cortantes de pedernal, etc. Sin olvidar que éste fue el primer hombre que alcanzó la capacidad de dominar y aprovechar el fuego.

La evolución humana

Nuestra propia especie, *Homo sapiens*, partió del punto alcanzado por *Homo erectus* sin solución de continuidad. Al principio se limitó a mejorar y perfeccionar la técnica de tallado del pedernal, construyendo numerosos tipos de herramientas cada vez más perfeccionadas. Después desarrolló la nueva técnica del pulimento de la piedra. También es responsable de las primeras actividades artísticas, cuyos ejemplos (pinturas rupestres) todavía perduran.

A partir de entonces, los acontecimientos se precipitaron. Hace unos diez mil años se produjo una gran revolución tecnológica, tan sólo comparable a la que coincidió con la aparición del hombre, más de dos millones de años atrás. En un tiempo tan asombrosamente corto como cinco mil años, el hombre descubrió la forma de trabajar los metales, domesticó a numerosos animales, aprendió a cultivar la tierra, fundó ciudades, desarrolló religiones cósmicas e inventó la escritura.

Esta vez, el hombre no se limitó a mejorar su adaptación al medio, sino que modificó el medio para que se adaptara al hombre. Con la invención de la agricultura se facilitó la obtención de alimentos, mientras que la ganadería puso a nuestra disposición un nuevo tipo de herramienta o máquina (el animal doméstico) que permitía a su poseedor realizar más trabajo con menos esfuerzo. Además, la escritura hizo posible el desarrollo del cálculo y, sobre todo, introdujo al hombre en una nueva era: había nacido la historia.

La era agrícola y ganadera se ha prolongado casi hasta nuestros días. Pero hace poco más de doscientos años se inició una nueva revolución, en cuyas primeras fases nos encontramos y cuyas posibilidades aún no hemos agotado. La revolución industrial ha supuesto la eliminación de los animales-herramienta, que habían dominado el ambiente tecnológico durante diez milenios, sustituyéndolos por máquinas inanimadas que utilizan nuevas fuentes de energía capaces de propulsar instrumentos cada vez más potentes y perfeccionados: la energía térmica, la electricidad, la energía química en estado latente en los combustibles naturales y, por último, ya en el siglo XX, la energía nuclear, cuya existencia ni siquiera se sospechaba a finales del siglo pasado.

Todos estos avances se han producido precisamente cuando la evolución intelectual del hombre parece haber alcanzado su límite. Es verdad que cien mil años no es mucho tiempo, en la escala de la evolución biológica, para poder asegurar que no van a producirse nuevos desarrollos. Pero el tamaño de la cabeza humana no puede crecer más sin hacer imposible el nacimiento, y la forma del cráneo se ha hecho casi esférica, optimizando así la relación entre el volumen y la superficie. También el espesor del cráneo se ha reducido de tal manera, para dejar el máximo espacio al cerebro, que no parece posible avanzar más en esta dirección.

Pero, aunque el nivel normal de inteligencia de la especie se estabilice, existen grandes diferencias individuales. Para medirlas se han ideado técnicas como las discutidas pruebas de inteligencia, y escalas como la del cociente intelectual. Sin embargo, aún no sabemos gran cosa sobre este campo. Los investigadores no han logrado siquiera ponerse de acuerdo respecto a las causas que hacen a unas personas más inteligentes que otras: ¿dominan los factores ambientales (la educación) o los genéticos (la herencia)? La controversia continúa.



Adelantos tecnológicos tan importantes como la electricidad o la energía nuclear se han producido precisamente cuando la evolución intelectual del hombre parece haber alcanzado su límite. Sala de mandos en la central nuclear de Ascó (Tarragona).

Aisa

Inteligencia artificial

En plena revolución industrial, y coincidiendo con el comienzo de la segunda mitad del siglo XX, apareció un nuevo tipo de máquinas (las computadoras electrónicas) que ya no tratan de complementar el esfuerzo físico humano y extender el campo de acción de sus miembros, sino que trasladan su ámbito de aplicación a la imitación de las actividades mentales del hombre. Estas máquinas son capaces de realizar cálculos complicados a velocidad muy superior a la que nosotros podemos alcanzar (se han logrado ya cientos de millones de operaciones por segundo). Sin embargo, se afirma con frecuencia que las computadoras son demasiado rígidas, que es preciso especificárselo todo claramente, pues en caso contrario podemos encontrarnos con resultados insospechados. Dicho de otra manera: su comportamiento no es inteligente.

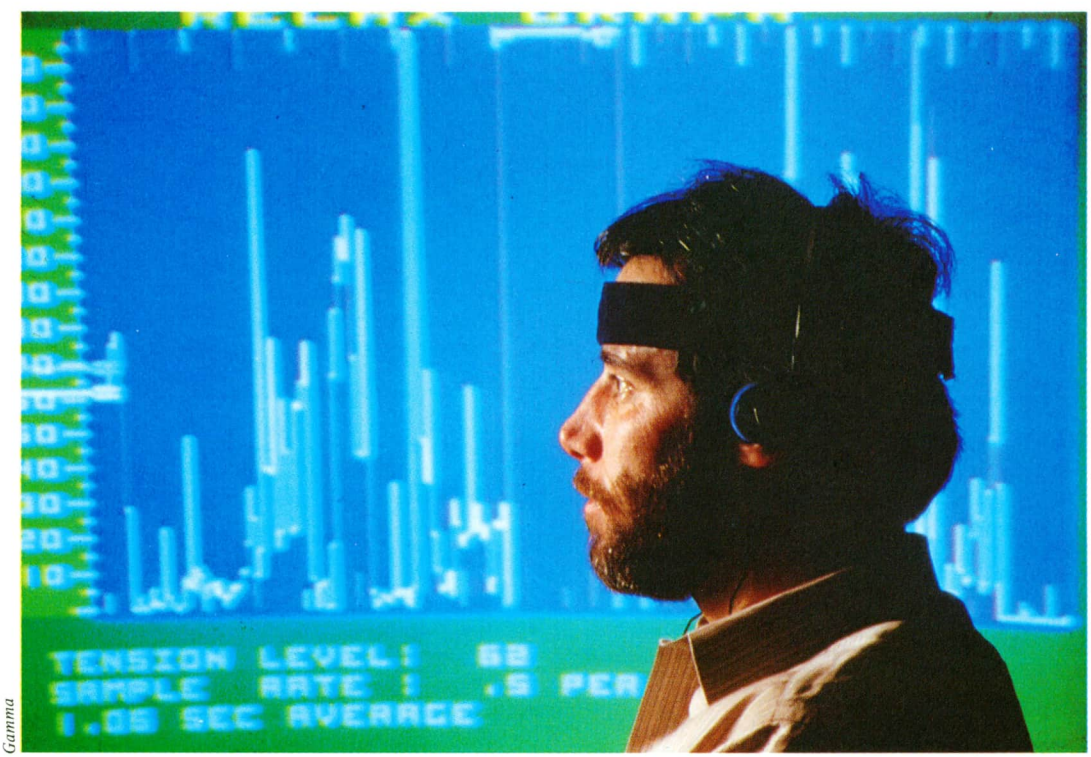
En su famoso libro *Cybernetics (Cibernética)*, que dio nombre a una nueva ciencia, el norteamericano Norbert Wiener advierte de los peligros de entender mal el comportamiento literal de las computadoras con un ejemplo que las compara con la acción ciega de la magia y que puede resumirse así:

«Un inglés destinado en la India consiguió allí una pata de mono dotada del poder de conceder tres deseos a su poseedor. Una vez de regreso a su país, murió. La pata de mono quedó en manos de un pariente, quien decidió aprovechar la oportunidad y comenzó pidiendo la cantidad de cien libras esterlinas. Al día siguiente le comunicaron que su hijo había muerto en un accidente laboral, y la empresa concedía a los padres la citada cantidad como indemnización. Abrumado por la catástrofe, formuló entonces el segundo deseo y pidió que su hijo volviera a la vida. Poco después, el cuerpo destrozado del hijo llamaba a la puerta de la casa, como un muerto ambulante. El horrorizado padre tuvo entonces que emplear el último deseo para conseguir que su hijo regresara definitivamente a la tumba.»

La moraleja que Wiener extrae de esta historia es la siguiente: como la magia, las computadoras responden literalmente a las órdenes que reciben, sin tener en cuenta numerosos datos de que nosotros disponemos, y que ordinariamente damos por supuestos. Se ha hablado en ocasiones de la posibilidad de que alguna de las grandes potencias decida emplear computadoras para planificar y ejecutar la guerra. Pero antes de decidirse a ello valdría más que los responsables recuerden el cuento de la pata de mono, y no sobrestimen la inteligencia de sus instrumentos, pues, en caso contrario, tal vez lleguen a encontrarse con el fantasma llamando a su puerta.

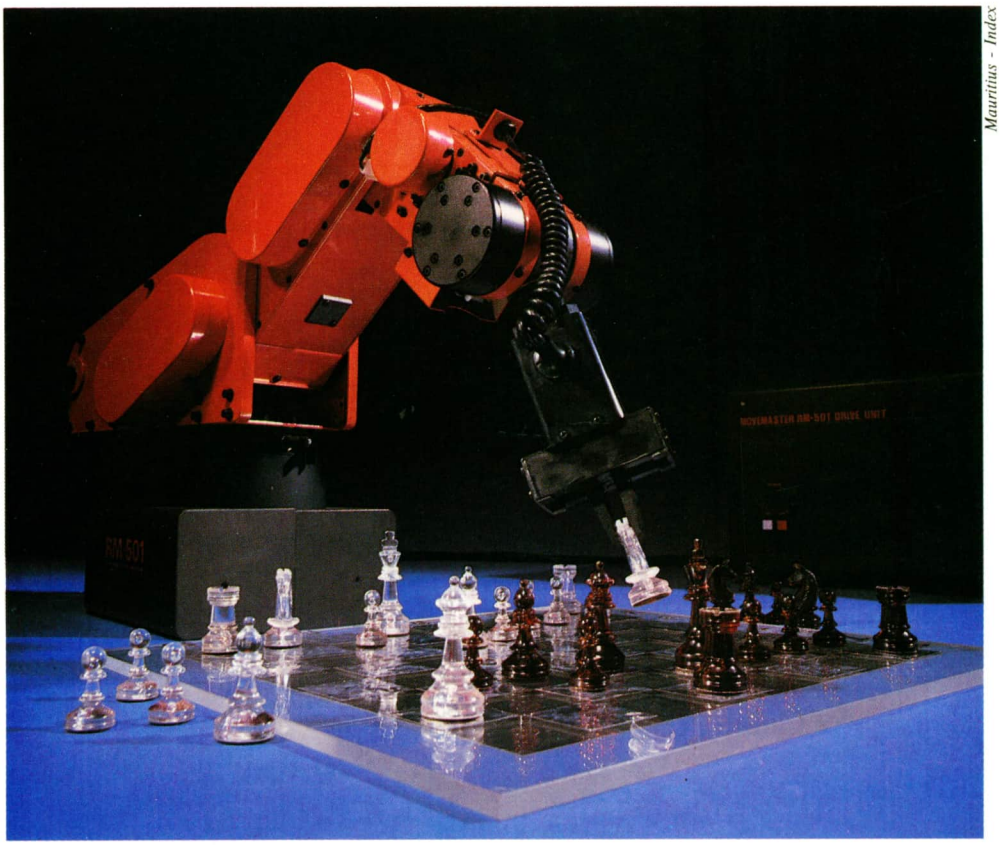
¿Son inteligentes las computadoras?

Es preciso reconocer que la mayor parte de los programas de ordenador que hoy existen no hacen gala de un comportamiento que se pueda llamar inteligente. Y, sin embargo, casi desde el principio de su historia ha sido posible programar computadoras para actuar, en un campo muy restringido, de una manera que en un ser humano calificaríamos de inteligente. Ya en 1956, cuando las compu-



Los extraordinarios logros conseguidos por los pioneros de la inteligencia artificial a mediados de los cincuenta, les hicieron creer que el viejo sueño de construir hombres artificiales podrá hacerse realidad.

Gamma



Mauritius - Index

Los resultados en el campo de la inteligencia artificial han sido mucho más lentos y modestos de lo que en un principio se pensó. Por ejemplo, existen máquinas capaces de jugar al ajedrez mejor que la mayoría de las personas, y, sin embargo, ninguna podría inquietar, hoy por hoy, al campeón del mundo.

tadoras se encontraban tan sólo en su primera generación, el norteamericano Herbert Gelernter construyó un programa capaz de resolver teoremas de geometría plana, que puede considerarse uno de los primeros ejemplos de inteligencia artificial, y que fue realmente sorprendente para su época.

Ante este ejemplo, y otros que surgieron por entonces, los pioneros de la inteligencia artificial lanzaron las campanas al vuelo. En una década, se decía, tendremos programas capaces de jugar al ajedrez mejor que el campeón del mundo. Podremos traducir textos de un idioma a otro automáticamente. Y esto no será más que un primer paso. Una vez consigamos máquinas capaces de comportarse con inteligencia igual o superior a la nuestra, entraremos en una vía totalmente nueva en la evolución de la sociedad humana: el viejo sueño de construir hombres artificiales se habrá hecho realidad.

Pero las cosas no sucedieron como aquellos optimistas preveían. Es cierto que, todavía en los años cincuenta, se construyeron programas capaces de jugar a las damas y al ajedrez. Sin embargo, desde los comienzos de la inteligencia artificial hasta nuestros días han pasado tres décadas, y los resultados han sido mucho más lentos y modestos de lo que en un principio se pensó. Desde luego, ha habido avances: en la actualidad existen máquinas del tamaño de un tablero de ajedrez ordinario que juegan al ajedrez mejor que la mayor parte de nosotros. Otros programas escritos para supercomputadoras rápidas juegan ya a nivel de campeonato (alguno ha alcanzado la categoría de «maestro» y ha ganado torneos). Pero no existe ninguno que, hoy por hoy, pueda poner en dificultades al campeón del mundo. Tampoco la traducción automática ha respondido a lo que se esperaba de ella.

La consecuencia del fracaso de las espectativas de los años cincuenta fue el abandono de gran parte de las investigaciones que se estaban llevando a cabo en el campo de la inteligencia artificial, y el estancamiento de esta rama de la informática aplicada. Durante diez años, pareció que el telón había bajado definitivamente y que sólo unos pocos teóricos seguirían estudiándola en el futuro.

Lograr deducciones inteligentes

Sin embargo, en 1965, los norteamericanos Edward A. Feigenbaum y Joshua Lederberg decidieron aproximarse al objetivo de llegar a las máquinas pensantes por un medio diferente. Se trataba de construir un programa capaz de realizar deducciones inteligentes a partir de los datos del análisis químico (espectrogramas de masas, cromatografía de gases y líquidos) para obtener la fórmula desarrollada de compuestos orgánicos desconocidos. Después de bastantes años de trabajo, los investigadores terminaron su estudio con éxito. Hoy su programa, llamado Dendral, puede considerarse como un sistema experto en la estructura de las moléculas químicas.

Durante los años setenta y ochenta, la investigación en el campo de los sistemas expertos ha continuado, y ya existen varias decenas de ejemplos de esta nueva categoría de programas, que se aplican en campos muy varios: diagnósti-

co médico, matemáticas, física, prospecciones mineras, genética, fabricación automática, etc.

Los sistemas expertos

Pero ¿qué es un sistema experto y en qué se diferencia de los programas ordinarios? Pues bien: así como estos últimos organizan el conocimiento en dos niveles fundamentales (las instrucciones y los datos), en los sistemas expertos se diferencian tres componentes distintas. En primer lugar, un sistema de inferencia capaz de hacer deducciones lógicas sobre los datos de que dispone. En segundo lugar, un conjunto de reglas de deducción de la forma siguiente: «si se cumplen tales condiciones, será preciso sacar determinada conclusión o realizar cierta acción». Estas reglas serán utilizadas para deducir información nueva a partir de los datos, y su conjunto recibe el nombre de base de conocimientos del sistema experto. Finalmente, habrá también un determinado número de datos sobre el problema concreto para el que se pide la ayuda del sistema experto.

Pongamos un ejemplo. Supongamos que hemos construido un sistema experto en obtener las relaciones de parentesco entre los personajes de la mitología griega. Los datos del sistema experto podrían ser afirmaciones como las siguientes:

Zeus es varón
Atenea es mujer
Ares es varón
Zeus es padre de Atenea
Zeus es padre de Ares
Hera es madre de Ares.

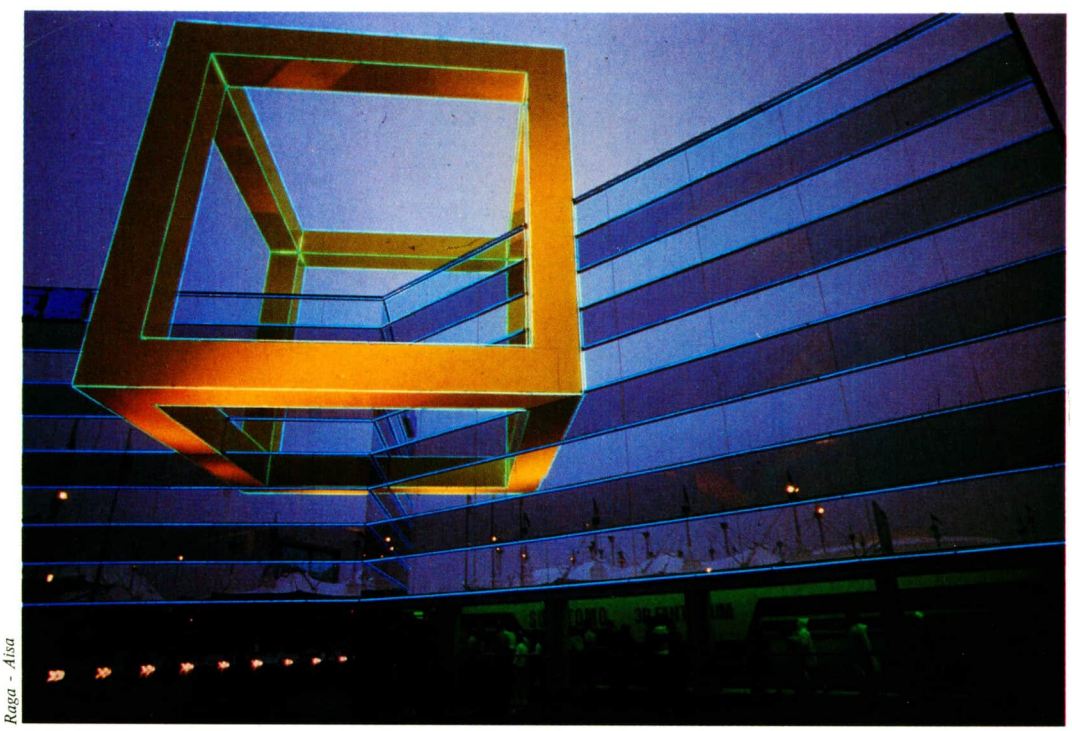
Los datos anteriores contienen tan sólo información sobre el sexo y la paternidad de cada uno de los personajes. Si deseamos responder a la pregunta «¿quién es hijo de Zeus?» necesitamos más información. Recuérdese que las computadoras tienen mentalidad literal, y nadie le ha dicho a este programa qué significa la palabra «hijo».

Vamos ahora a hacerlo, introduciendo la siguiente regla: «X es hijo de Y si X es varón e Y es padre de X o Y es madre de X», donde X e Y son *variables*, es decir, términos que pueden sustituirse en la práctica por cualquier palabra o *valor*. En estas condiciones, el sistema de inferencia (el tercer elemento del sistema experto) será capaz de utilizar la regla indicada, junto con los datos dados anteriormente, para responder a la pregunta «¿quién es hijo de Zeus?» con la respuesta correcta: Ares.

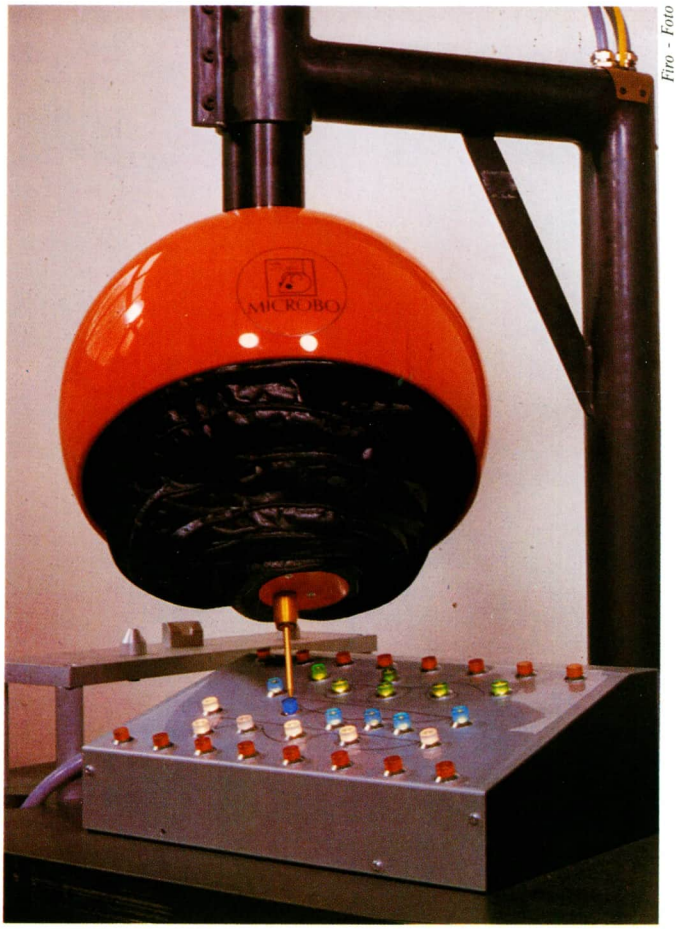
Como es natural, necesitaríamos otra regla parecida a la anterior para poder obtener la respuesta a la pregunta «¿quién es hija de Zeus?». Pero obsérvese que estas reglas son independientes de los datos concretos a los que se apliquen. En efecto, si cambiamos los datos de los dioses griegos por otros equivalentes sobre los reyes de las dinastías europeas, el mismo sistema de inferencia será también capaz de responder preguntas sobre las relaciones de parentesco entre estos nuevos personajes.

Una componente adicional de los sistemas expertos, que no es esencial para su funcionamiento pero sí para facilitar su utilización, es un programa que permita al utilizador comunicarse con el sistema experto de la manera más natural posible: con frases pertenecientes a su propia lengua. El problema del análisis del lenguaje natural no ha sido resuelto todavía satisfactoriamente, pero se ha convertido en uno de los campos de investigación más importantes en inteligencia artificial, y ya se han obtenido algunos resultados relativamente aceptables.

El proyecto japonés de la «quinta generación de ordenadores» trata de conseguir máquinas que apliquen al máximo los principios de la inteligencia artificial. En la foto, la Expo'85 en Tsukuba, Japón, donde se han expuesto los últimos logros en aplicaciones informáticas.



Raga - Aisa



Firo - Foto

Con la aplicación de la inteligencia artificial puede preverse que la mayor parte de las fábricas del futuro trabajarán por medio de robots automáticos inteligentes, casi sin intervención humana.

Los lenguajes de programación

Los lenguajes de programación utilizados para construir sistemas expertos no suelen ser los mismos que se usan tradicionalmente para la realización de otro tipo de programas. Los más utilizados hasta el momento son LISP, PROLOG y APL. Este último es un lenguaje de uso general, que promete ser muy útil en el campo de la inteligencia artificial.

Una consecuencia del éxito relativo de los sistemas expertos ha sido que, por segunda vez en la historia de la inteligencia artificial, se hayan echado las campanas al vuelo. De nuevo se anuncia la inminencia de máquinas capaces de entenderse con nosotros en nuestra lengua o la desaparición de profesiones enteras: ¿para qué van a servir los médicos, los maestros, los expertos en cualquier rama del saber, si van a poder ser sustituidos por programas mucho más baratos, capaces de remplazarlos con eficacia?

Esta propaganda de la inteligencia artificial ha recibido nuevo impulso como consecuencia del proyecto japonés de la quinta generación de ordenadores, que trata de conseguir máquinas que apliquen al máximo los principios de la inteligencia artificial y que sean capaces de realizar millones de deducciones lógicas por segundo. Los japoneses tienen la esperanza de conseguir sus objetivos para principios de la década de los noventa, y creen que sus máquinas provocarán una nueva revolución tecnológica que cambiará la estructura de la sociedad tan drásticamente como las anteriores. Tanto en Estados Unidos como en Europa occidental (con el proyecto ESPRIT de la CEE) se esfuerzan por imitar su ejemplo.

Aunque siempre es arriesgado predecir el futuro, parece que muchos de los avances que se anuncian con ligereza como inminentes están aún bastante lejanos, si es que son posibles. Por otra parte, los expertos humanos no desaparecerán nunca. Los sistemas expertos tendrán siempre menos conocimientos que el hombre que proporcionó la información para construirlos, además de que sólo éste será capaz de investigar y extender su campo en nuevas direcciones. No es de temer que, por causa de los sistemas expertos, se extingan profesiones como las de médico o maestro, al menos de forma inmediata.

Campos de aplicación

Sin embargo, es posible que la aplicación de la inteligencia artificial revolucione algunos campos de la actividad humana. Por ejemplo, se puede prever que la mayor parte de las fábricas del futuro trabajarán por medio de robots automáticos inteligentes, casi sin intervención humana. También es probable que la educación del futuro sea bastante diferente de la actual: cada alumno dispondrá de un ordenador personal (o un terminal conectado a máquinas más grandes, o ambas cosas a la vez) y avanzará en sus estudios paso a paso, supervisado por sistemas expertos educativos. Por primera vez, la enseñanza individualizada estará al alcance de todos. Los maestros humanos se convertirán en supervisores y animadores, interaccionando con el alumno de una forma mucho más personal y directa. Debido a ello, la proporción de alumnos por profesor tendrá que reducirse, por lo que el número de maestros necesario será mayor.

Y, entretanto, ¿qué sucederá a corto plazo con la investigación en inteligencia artificial? Es de temer que, cuando se compruebe que los resultados obtenidos en la próxima década han sido menos ambiciosos de lo esperado, vuelva a repetirse la decepción de los años sesenta. La causa de estas alternancias debe buscarse en el nombre mismo de la disciplina: «inteligencia artificial» sugiere con demasiada facilidad los conceptos de «hombre artificial» y de «hombre superado por la máquina», que pertenecen más bien a la controversia filosófica que a la informática. Se trata de una denominación cargada de contenido emotivo que despierta fuertes rechazos o adhesiones casi fanáticas, lo cual no sucede con otras técnicas como la de los bancos de datos o la de simulación, que por tener nombres neutrales no están sujetos a estos altibajos emocionales. No cabe duda de que cada nuevo avance en inteligencia artificial será útil y valioso. Pero corre el riesgo de ser menospreciado porque el listón está demasiado alto.

Inteligencia natural amplificada

1 Cálculo
2 Simulación
3 Ayuda a la decisión

La inteligencia artificial (entendida como un conjunto de técnicas informáticas) no constituye más que una proporción muy pequeña de las aplicaciones a las que se dedican las computadoras electrónicas. En la inmensa mayoría de los casos, el ordenador no es más que un instrumento de proceso de datos, ya sean numéricos o alfabéticos.

En realidad, deberíamos reconocer que el mero hecho de sumar dos números es una actividad mental del hombre, que no comparte con ninguno de los animales. Por lo tanto, podría calificarse como actividad inteligente. Estrictamente hablando, por consiguiente, cualquier programa de ordenador, e incluso una simple calculadora mecánica, son instrumentos de inteligencia artificial. En la práctica, sin embargo, nos resulta difícil calificar de inteligente la mera acción de sumar dos números. En realidad, lo que ocurre es que hace mucho tiempo que aprendimos las reglas que rigen la operación de sumar, hasta el punto de que ya las aplicamos inconscientemente, sin tenerlas presentes en la mente cada vez que sumamos. Además, sabemos muy bien cómo lo hacemos, y es por eso por lo que hemos podido construir máquinas que imitan nuestro comportamiento mental en este caso concreto.

Por el contrario, sabemos muy poco de los procesos mentales que acompañan al hecho de «aprender», en el que se basa la conducta típicamente considerada inteligente. En consecuencia, tropezamos con grandes problemas para emular mediante máquinas este tipo de comportamiento. Ésta es la causa de las dificultades que encuentra la investigación en inteligencia artificial, y de la indefinición misma del término.

Intuitivamente resulta más lógico reservar el nombre de inteligencia artificial para las actividades discutidas en el apartado anterior, mientras que sería mejor agrupar las restantes aplicaciones de los ordenadores bajo la denominación de *inteligencia natural amplificada*, pues efectúan las mismas cosas que el hombre de la misma manera que él, pero con una rapidez mucho mayor.

Veamos un ejemplo: el concepto de logaritmo fue ideado por el matemático británico John Napier (o Neper) en 1614, y resulta muy útil para abreviar determinados cálculos aritméticos. Para obtener el logaritmo de un número dado, es necesario realizar un conjunto de operaciones (sumas, restas, multiplicaciones y divisiones) sobre dicho número, tanto más engorrosas cuantas más cifras decimales exactas deseen obtenerse del logaritmo en cuestión. Durante más de dos siglos, los valores de los logaritmos se extraían de tablas laboriosamente calculadas, cuyo perfeccionamiento exigía a menudo bastantes años de trabajo y que no resultaban demasiado sencillas de utilizar. Sin embargo, en la actualidad muchas calculadoras de bolsillo permiten obtener el logaritmo de un número sin más que apretar una tecla, en una fracción de segundo y con más cifras decimales que las proporcionadas por las tablas de logaritmos más utilizadas en el pasado.

En las páginas que siguen daremos una ojeada a algunos campos donde la aplicación de las computadoras electrónicas ha amplificado las posibilidades de la inteligencia humana, acelerando la realización de ciertos trabajos que, hasta hace poco tiempo, habrían exigido mucho más esfuerzo e incluso podrían haber resultado imposibles en la práctica.

Hoy en día nos resulta difícil calificar de inteligente la mera acción de sumar dos números. Las reglas de la suma se aplican inconscientemente en nuestra mente como consecuencia de un sólido proceso de aprendizaje. El dominio de éste ha permitido idear máquinas, como el ábaco de Napier, que imitan nuestro proceso mental en este caso concreto.



Montoro - Aisa

Cálculo

La necesidad de contar, de calcular, que hoy nos parece evidente, no siempre fue imprescindible para el hombre. Sólo a partir de la revolución agrícola comenzaron a realizarse operaciones aritméticas no triviales. Entre los restos arqueológicos más antiguos que muestran señales de un cálculo incipiente destacan dos mangos de hueso cubiertos de muescas, encontrados en Ishango (Zaire). Se cree que las muescas representan números, y que los pobladores de la región utilizaban un sistema decimal de numeración y conocían las multiplicaciones más sencillas y los números primos desde hace casi diez mil años.

Los egipcios y los habitantes de Mesopotamia introdujeron también avances notables en las técnicas de cálculo y en la aritmética. Disponían de sistemas de numeración relativamente complejos y eran capaces de realizar operaciones con números fraccionarios y de resolver ecuaciones de segundo grado. Pronto se hizo conveniente disponer de herramientas que facilitaran el cálculo, y así fue como algún genio desconocido, un hombre que probablemente vivió en el Próximo Oriente durante el segundo milenio antes de Cristo, inventó el ábaco, un instrumento revolucionario para aquella época, que alcanzó su forma definitiva en China, dos mil años después de su origen.

En Grecia, desde el segundo milenio antes de Cristo, se disponía de un sistema para realizar operaciones aritméticas basado en la utilización de piedrecitas. Este método fue adoptado más tarde por los romanos, quienes denominaban *calculi* a los guijarros, de donde proviene el nombre de nuestro *cálculo*.

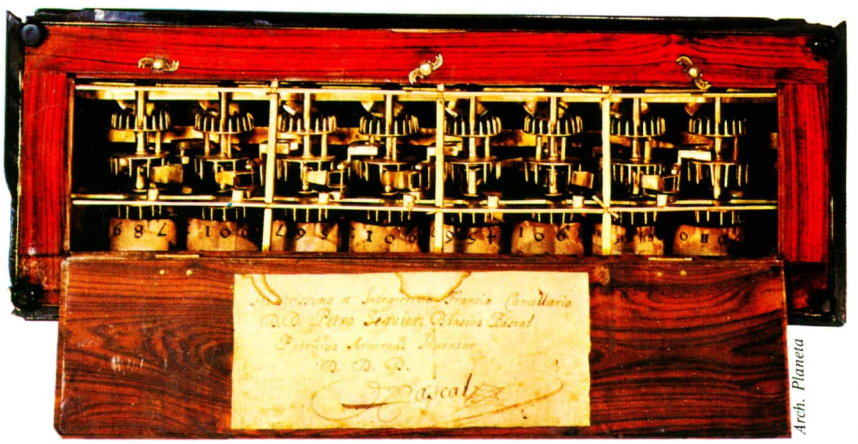
Hasta hace pocas décadas se creía que la técnica grecorromana no había alcanzado grandes avances en el campo del cálculo automático. Sin embargo, en 1901 se descubrió un extraño instrumento entre los restos de un naufragio de la época romana, cerca de la isla de Antikythera, próxima a Creta. Las investigaciones realizadas a partir de la mitad de este siglo llevaron a la conclusión de que se trataba de un calculador astronómico extraordinariamente avanzado, que permitía obtener las posiciones del Sol y de la Luna de acuerdo con el calendario de diecinueve años de ciclo que se utilizaba en la Grecia clásica. Lo más interesante del aparato era un engranaje diferencial, capaz de sumar o restar rotaciones, que calculaba de forma automática el ciclo de las fases de la Luna. La técnica de este tipo de engranajes no se conoció en Occidente hasta el siglo XVI, y su descubrimiento en una herramienta del siglo I antes de Cristo causó considerable sorpresa.

Después de la caída del Imperio romano, y a partir del siglo VIII, los árabes tomaron la antorcha de los descubrimientos científicos. Entre los primeros matemáticos de esta nacionalidad destaca Muḥammad ibn Mūsā al-Juwārizmī (siglo IX), a partir de cuyo nombre se formó la palabra *algoritmo*, término que se aplica a todo sistema de reglas que permita obtener un resultado a partir de ciertos datos, a través de un conjunto de pasos perfectamente definido. En realidad, los algoritmos no fueron inventados por el científico que les legó su nombre, pues ya se utilizaban en Mesopotamia dos mil años antes de Cristo.

Antecedentes

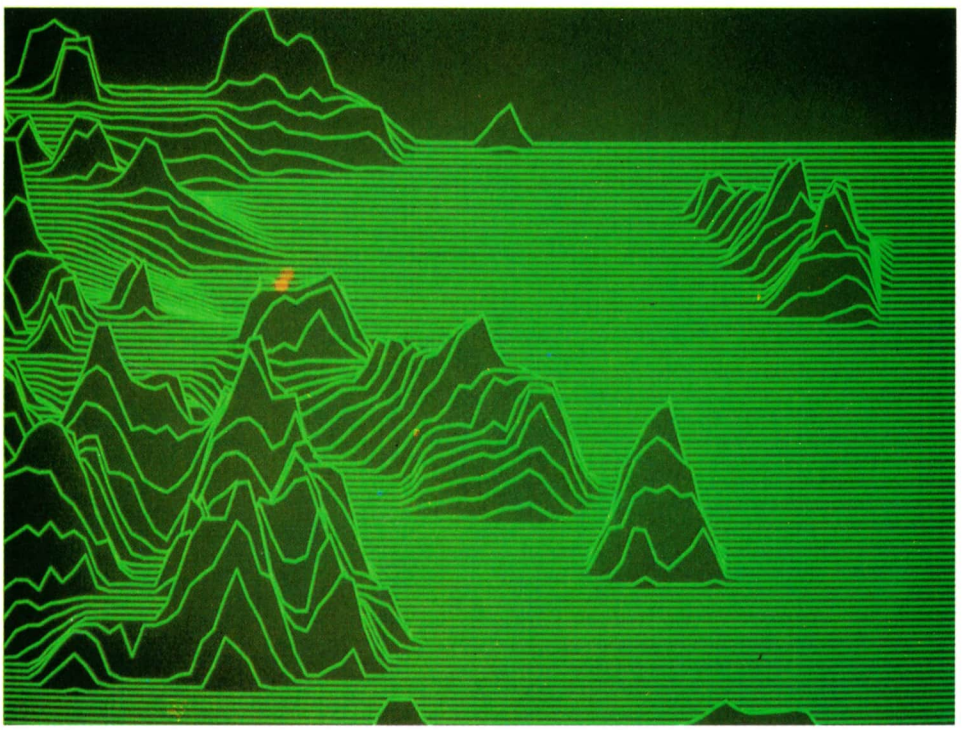
A partir del comienzo de la alta edad media, la civilización occidental va tomando la delantera en todos los campos de la técnica y de la ciencia. En 1272, Ramón Llull ideó la *máquina lógica universal*, un dispositivo provisto de ruedas y engranajes que, según su autor, debía ser capaz de resolver un algoritmo universal, un conjunto de reglas mediante las cuales podría realizarse cualquier cálculo y, por ende, responder todo tipo de cuestiones respecto al cosmos que nos rodea. No es necesario aclarar que tal máquina jamás llegó a construirse.

A partir del siglo XVII, coincidiendo con la revolución científica, en cuyas últimas fases aún nos hallamos, la cadena de descubrimientos en el campo del cálculo automático avanzó sin tregua. En 1617 el escocés John Napier, el inventor de los logaritmos, ideó las varillas de Napier, que permitían realizar fácilmente operaciones sencillas, como multiplicaciones y divisiones. Cincuenta años después, y



Arch. Planeta

La máquina de calcular de seis cifras, ideada por Pascal en 1642, fue la primera en incorporar un procedimiento automatizado en el proceso de cálculo tradicional.



Hartmann - Zardoya

La aportación de los ordenadores ha sido decisiva en campos como el de la cartografía. La imagen tridimensional animada o la coloración de un mapa plano con sólo algunos de los aspectos más renovadores en este sentido.

basándose en estas varillas, William Oughtred inventó la regla de cálculo.

En 1642, Blaise Pascal construyó la primera máquina calculadora automática, que disponía de diez ruedas y permitía realizar únicamente sumas y restas. Algunas mejoras introducidas por Gottfried Wilhelm Leibniz en 1673 hicieron posible efectuar también multiplicaciones, divisiones y raíces cuadradas. El camino estaba abierto para el gran auge de las calculadoras mecánicas, eléctricas y electrónicas, que en el siglo XX abrieron paso a las computadoras.

En la actualidad, la capacidad de cálculo de las máquinas más modernas es enorme. Su velocidad se mide ya en cientos de millones de instrucciones por segundo (Mips). Una computadora de 100 Mips, por ejemplo, es capaz de obtener la suma o la resta de dos números enteros en una cienmillonésima de segundo. (La multiplicación y la división son operaciones más complicadas, que suelen exigir un tiempo unas diez veces mayor.) En comparación, piénsese que un ser humano normal necesita tres o cuatro segundos para sumar dos números enteros de cuatro cifras, y treinta o cuarenta para multiplicarlos. Tenemos, pues, máquinas capaces de realizar las mismas operaciones que el hombre, cientos de millones de veces más de prisa.

El efecto de esta enorme capacidad de cálculo lo percibimos con facilidad en la vida diaria. Los ordenadores realizan operaciones de contabilidad con mucha más eficiencia que los seres humanos, y sin equivocarse nunca (siempre que estén bien programados). Además, la combinación de las computadoras con el gran desarrollo que han alcanzado en estas últimas décadas las telecomunicaciones, ha permitido construir redes de teleproceso que ponen la capacidad de cálculo a disposición de puntos de trabajo muy distantes entre sí. Por último, la proliferación de los ordenadores personales permite disponer en el hogar de máquinas capaces de realizar más de un millón de operaciones por segundo.

Sin estas elevadas velocidades no habría sido posible resolver ciertos problemas que exigen un gran número de cálculos engorrosos. En 1977, por ejemplo, los matemáticos Kenneth Appel y Wolfgang Haken demostraron, con ayuda de computadoras, que bastan cuatro colores para colorear un mapa, de modo que dos países adyacentes tengan siempre distinto color, conclusión que jamás se había podido demostrar de forma rigurosa. El procedimiento de Appel y Haken exigió 1 200 horas de cálculo de tres grandes ordenadores y habría sido totalmente irrealizable manualmente.

Las calculadoras de bolsillo han puesto a nuestro alcance unas posibilidades insospechadas hace tan sólo algunas décadas. Su gran capacidad de cálculo permite realizar operaciones matemáticas de cualquier tipo con mayor eficiencia.



Magnum - Zardoya

Simulación

El universo es un todo coherente, constituido por innumerables partes interrelacionadas, cada una de las cuales afecta a todas las demás. Sin embargo, tanto en la vida diaria como en la investigación científica, es imposible tener en cuenta todos los factores que nos afectan en un momento dado. Es preciso simplificar. Afortunadamente, muchas de aquellas influencias son despreciables en la práctica. Cuando nos encontramos con un problema concreto que hemos de resolver, resulta muy útil aislar mentalmente una parte del universo, la parte que concierne más directamente a nuestro problema o experimento, que llamaremos *sistema*, reuniendo el resto del cosmos en un todo indiferenciado al que daremos el nombre de *ambiente* o *entorno* del sistema.

Como vemos, sistema y ambiente son conceptos artificiales, separados entre sí por la inteligencia humana para facilitar su comprensión y estudio, aunque existen interacciones entre ellos. Debido a esto, lo que en un caso es un sistema completo, puede en otro convertirse en una parte muy pequeña de otro sistema mayor. Por ejemplo, para un médico el cuerpo del enfermo es el sistema que debe considerar y cuyo funcionamiento e interacciones con el ambiente (efectos de las medicinas, etc.), constituyen los datos del problema que debe resolver. Sin embargo, para un sociólogo que analiza el comportamiento de una agrupación social, un hombre solo no puede constituir un sistema válido, sino tan sólo una parte de un conjunto mucho más vasto.

El ambiente ejerce sobre el sistema diversas influencias, cuyo origen no vamos a considerar, cada una de las cuales recibe el nombre de *estímulo* o *entrada* del sistema. Inversamente, también el sistema será capaz, en general, de ejercer ciertas influencias sobre el entorno que le rodea, a las que se da el nombre de *respuestas* o *salidas* del sistema.

A lo largo del tiempo, tanto los estímulos que el sistema recibe del ambiente como las respuestas de éste varían. La sucesión temporal de los estímulos constituye la historia de las entradas del sistema. De igual manera, habrá una historia de las salidas, formada por la sucesión de las correspondientes respuestas.

Dos sistemas distintos son equivalentes si ambos responden a la misma historia de las entradas con historias de salidas idénticas o muy semejantes. Es decir, si son, hasta cierto punto, intercambiables. La equivalencia entre dos sistemas puede no ser absolutamente general, restringiéndose a un conjunto más o menos reducido de sus funcionamientos posibles.

Se llama *modelo* de un sistema a cualquier sistema equivalente a él, dentro de un cierto campo de funcionamiento. En cuanto a *simulación*, es el proceso de la construcción de un modelo de un sistema.

La utilidad de la simulación en la investigación científica es enorme. De hecho, el hombre ha venido haciendo uso de ella desde que por primera vez puso sus ojos en el mundo que nos rodea (nuestro ambiente) y formó una imagen mental para explicar el comportamiento de éste (un modelo).

La utilidad de la simulación en la investigación científica es muy amplia. En la fotografía, aplicación de procesos de simulación en el diseño de la nave espacial Columbia.

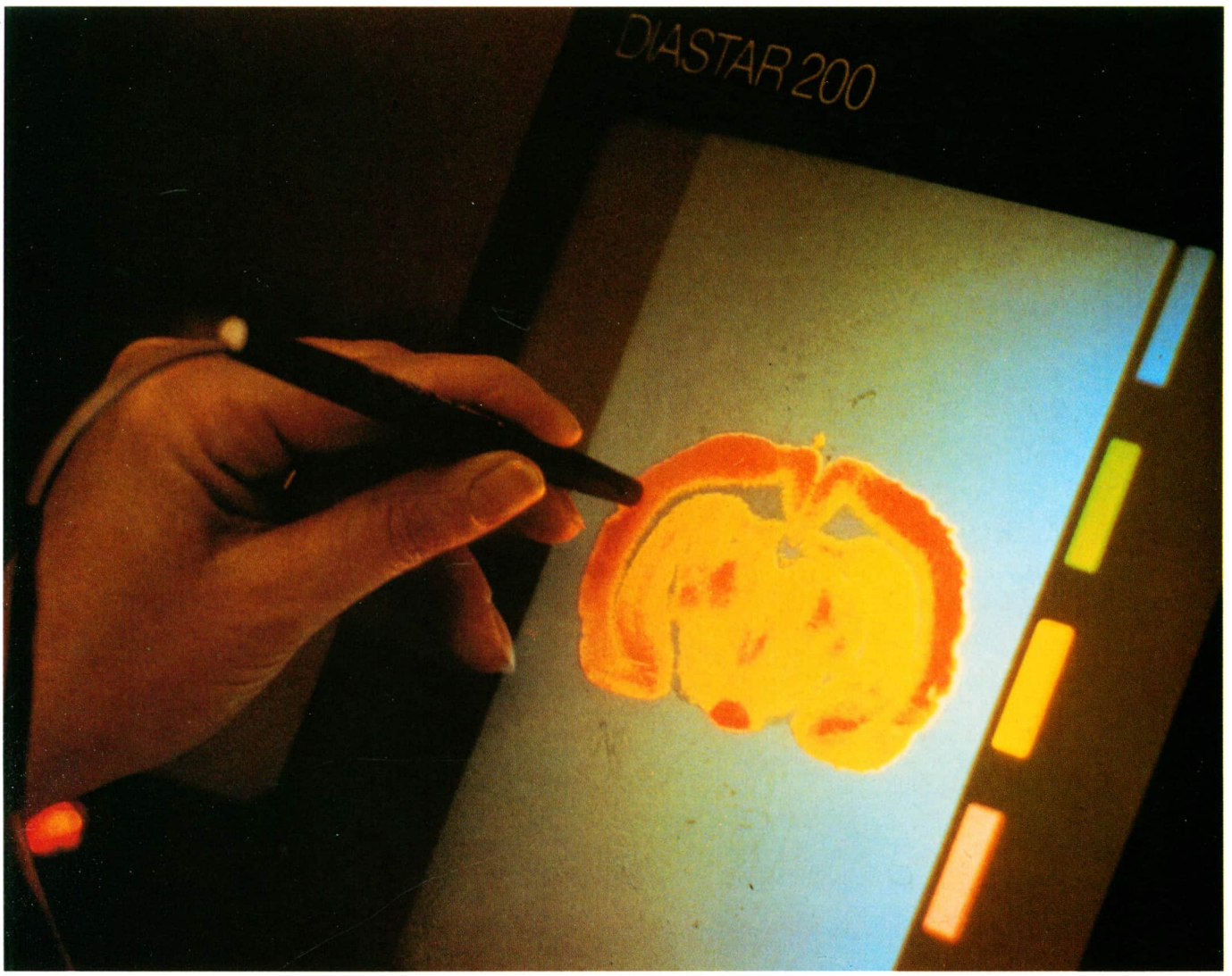


Magnum - Zardoya

Un ejemplo

Veamos un ejemplo: cuando Isaac Newton estudiaba los movimientos de la Luna alrededor de la Tierra y tuvo la inspiración de que la causa de aquéllos debía de ser la misma que hacía caer del árbol las manzanas (la atracción de nuestro planeta), enunció una ley muy sencilla que expresaba la intensidad de la fuerza con que cualquier cuerpo atrae a otro situado en sus proximidades: «esta fuerza es proporcional al producto de las dos masas, e

Tabuteau - Zardoya



Las técnicas de simulación pueden ser también útiles para el conocimiento de los procesos cerebrales, mediante la creación de modelos informáticos del tipo estímulo/respuesta.

inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros». O, en la notación matemática ordinaria:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot M'}{d^2}.$$

Esta expresión (o aquel enunciado) no es otra cosa que un modelo matemático del comportamiento real de los cuerpos. La experiencia ha demostrado que, dentro del campo de aplicación de la teoría gravitatoria de Newton, se trata de un modelo razonablemente exacto. Esto quiere decir que podemos simular el comportamiento de planetas lejanos (con los que no podemos experimentar directamente) escribiendo fórmulas matemáticas en un papel y realizando operaciones sencillas con datos (números) conocidos. El éxito más espectacular de la teoría fue la predicción de la existencia y la posición del planeta Neptuno por el francés Leverrier, cuando dicho planeta aún no había sido descubierto.

El ejemplo anterior nos permite ver cuáles son los pasos que debe seguir toda simulación de un sistema para ser válida. Se trata de los siguientes:

1. Se propone un modelo tentativo del sistema.
2. Se pone en práctica el modelo, simulando para ello el funcionamiento del sistema real, es decir, obteniendo las salidas que produce como respuesta a determinados estímulos.
3. Se compara la respuesta del modelo con la que produce el sistema real al recibir los mismos estímulos (validación del modelo).
4. Si la validación es satisfactoria para un número suficientemente amplio y diverso de estímulos diferentes, el modelo queda aceptado. En caso contrario, es preciso modificarlo y volver al paso segundo.

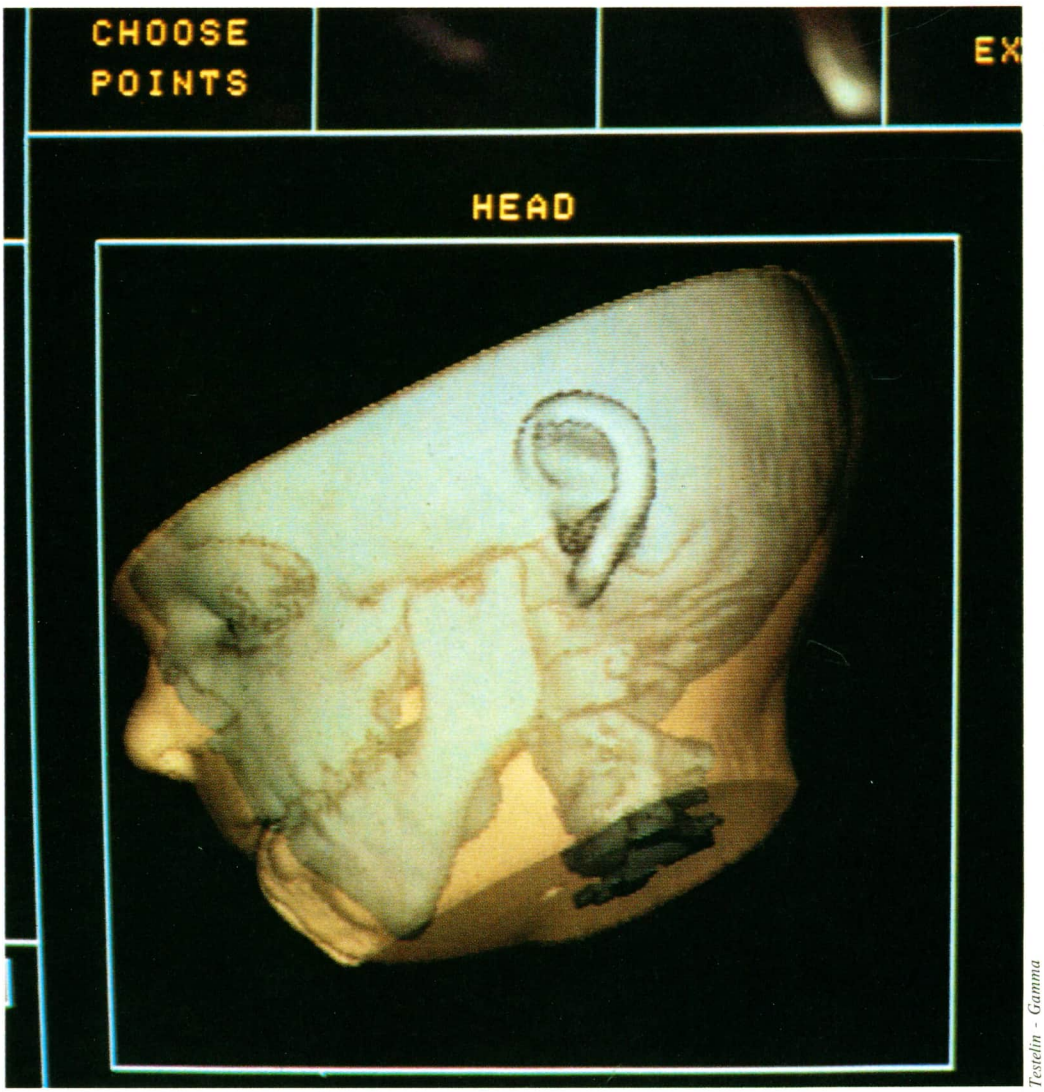
Como se observará, el proceso de la simulación es idéntico al método científico, puesto que éste trata de obtener leyes físicas, que no son otra cosa que modelos del universo.

Un modelo sustitutivo

La simulación puede emplearse también con eficacia cuando el sistema que se desea estudiar es muy difícil de manejar, o cuando resultaría muy caro o muy arriesgado hacer experimentos con el sistema real (como en el caso de la exploración espacial o el adiestramiento de los pilotos de aviación) o cuando el sistema resulta inaccesible en la práctica (un órgano del cuerpo humano vivo, la evolución del universo primitivo). En todos estos casos resulta muy conveniente disponer de un buen modelo que permita realizar con gran facilidad experimentos que quizá sean imposibles en la realidad, disminuyendo el tiempo y el coste de la operación. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que para que este método sea correcto es preciso disponer de un modelo que haya sido validado previamente en múltiples circunstancias.

En general, en cuanto el sistema a simular es relativamente complejo, la simulación debe llevarse a cabo con ayuda de un ordenador. Existen dos métodos fundamentales de simulación por computadora, que dependen de la forma en que se simula el transcurso del tiempo en el modelo. Debe recordarse que los ordenadores digitales funcionan a intervalos de tiempo fijos y discontinuos (los ciclos de la máquina), por lo que el tiempo no puede transcurrir continuamente, como en la realidad, dentro de nuestros modelos, sino que tendrá que avanzar a saltos. Es verdad que en los años cuarenta y cincuenta tuvieron cierto auge los computadores analógicos o analizadores diferenciales, que permitían construir modelos con circuitos electrónicos sencillos y que simulaban el paso del tiempo de forma continua, pero estas máquinas presentan una flexibilidad mucho menor que la de los ordenadores digitales, y han caído en desuso.

Si el transcurso del tiempo se simula mediante su división en intervalos iguales (es decir, si el tiempo avanza a saltos fijos), la simulación se llama *digital continua*. Por el contrario, si el avance del tiempo se produce a saltos desiguales e impredecibles, la simulación se llama *discreta*. Ambos tipos de simulación conducen a técnicas y aplicaciones muy diferentes entre sí.



La simulación se revela eficaz cuando el sistema que se desea estudiar es muy difícil de manejar o inaccesible desde el punto de vista práctico, como en este caso, el estudio del cráneo y su entorno muscular.

Testelin - Gamma

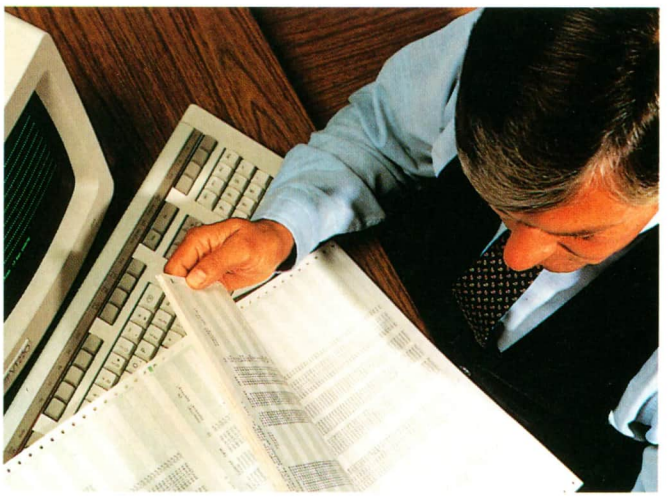
Ayuda a la decisión

La toma de decisiones, tanto en la dirección y planificación de las empresas como en la previsión y realización de proyectos técnicos, se ha apoyado tradicionalmente en la experiencia y la imaginación de los responsables de tomarlas. En la práctica, casi nunca había tiempo para considerar seriamente muchas alternativas a las soluciones propuestas, cuyo estudio profundo habría requerido la utilización de recursos considerables. En los mejores casos, se confiaba el estudio del problema a un grupo de expertos, cuya opinión razonada se convertía en la base de la decisión definitiva.

En las últimas décadas, la posibilidad de utilizar ordenadores potentes casi en cualquier empresa y lugar ha modificado sustancialmente el panorama. Las técnicas de simulación, que permiten construir modelos de la situación concreta con la que nos enfrentamos y analizar rápidamente varias alternativas; la aplicación de métodos estadísticos y de optimización; la inteligencia artificial; la presentación de gráficos, y otras muchas herramientas de que hoy disponemos, nos permiten construir conjuntos integrados de programas de ordenador (los sistemas de apoyo a la decisión), que facilitan sustancialmente la resolución de problemas reales en casos concretos.

¿Cómo se utiliza en la práctica un sistema de ayuda a la decisión? En primer lugar, la persona que ha de tomarla debe identificar con claridad el problema que ha de resolver, pues sólo así podrá explicárselo correctamente al programa cuya ayuda requiere. En segundo lugar, debe detallar el problema al sistema de ayuda a la decisión de la forma máa natural posible (en esta fase pueden emplearse las técnicas de análisis del lenguaje humano desarrolladas en relación con los trabajos en inteligencia artificial). En tercer lugar, el programa construye un modelo del problema propuesto y trata de resolverlo. Esta parte del trabajo suele ser altamente interactiva: el sistema solicita la información que necesita a la persona que le consulta y le permite elegir entre varios caminos de acción posibles. En caso necesario, presenta gráficos y tablas de los resultados obtenidos y pide su opinión sobre la validez de los mismos. Los modelos pueden construirse sobre la marcha, adaptándose al máximo al problema concreto, o proceden de una biblioteca de modelos previamente construida e incorporada al sistema de ayuda a la decisión. El sistema debe explicar con claridad los datos de partida que ha dado por supuestos, pidiendo la aprobación del usuario. Una vez resuelto el modelo y estudiados los resultados, será necesario validarlo. Puede que, después de todo, no sea éste el modelo óptimo para el problema de que se trata. En caso necesario, el sistema debe estar dispuesto a rechazarlo y a tratar de construir otro que se adapte mejor a la situación que estamos tratando de analizar. Supongamos que hemos aceptado un modelo determinado y que hemos decidido utilizarlo. A partir de ese momento podremos simular los efectos de las diversas alternativas de que disponemos, que conducirán a resultados diferentes. Del análisis de estas diferencias nos será posible deducir cuál es la alternativa más adecuada y tomar en consecuencia una decisión razonada.

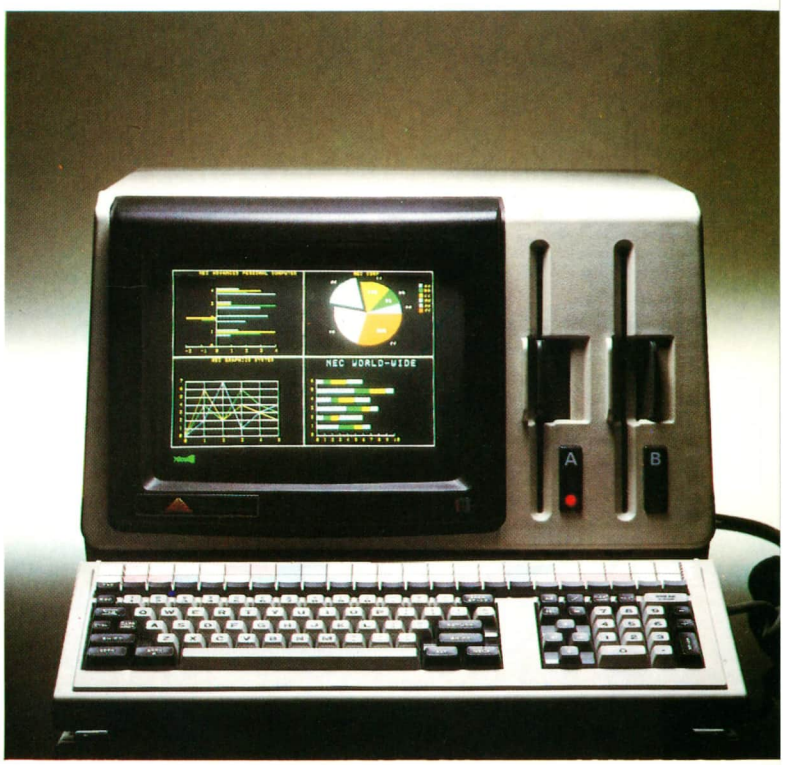
A.G.E.

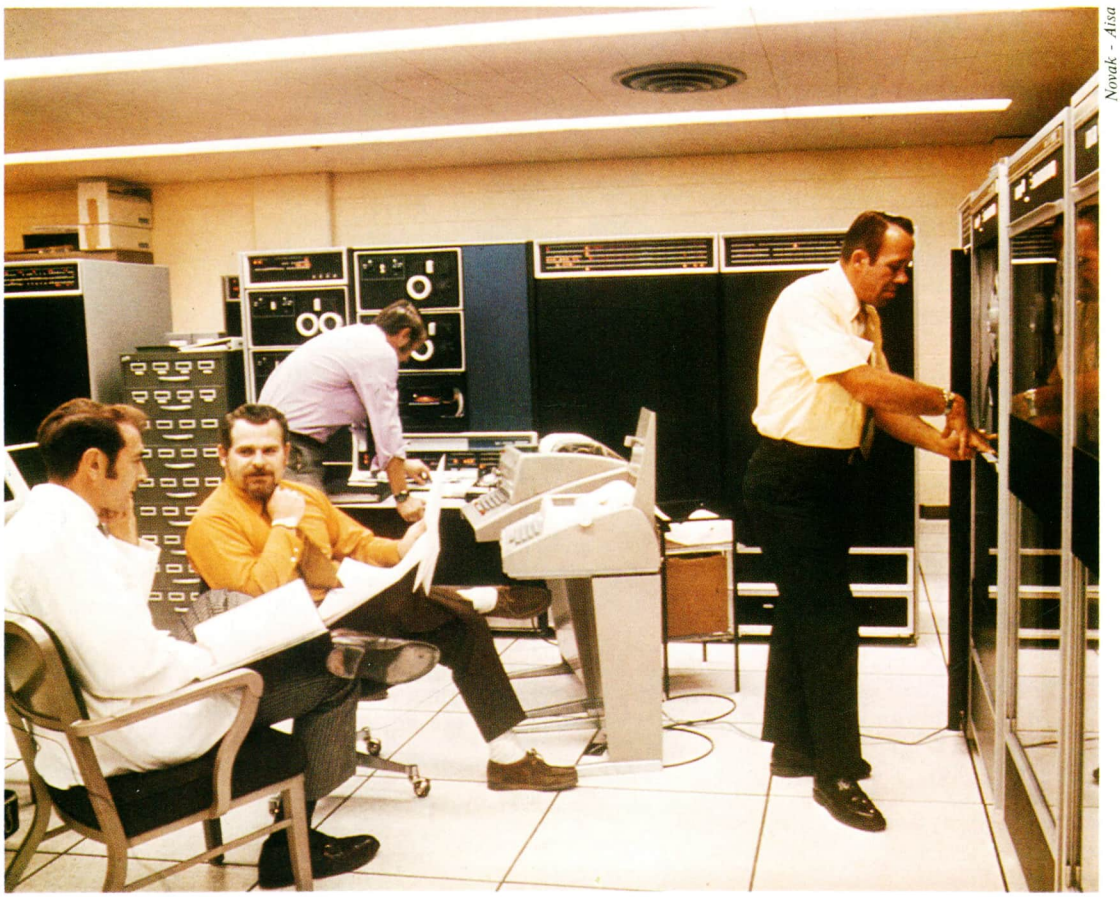


En las últimas décadas, la posibilidad de utilizar ordenadores potentes está al alcance de la mayoría de empresas. La presencia creciente de la informática modifica de forma sustancial el proceso ordinario en la toma de decisiones.

Los sistemas de apoyo a la decisión son conjuntos integrados de programas que reúnen, por lo general, aplicaciones diversas en la simulación de situaciones reales, en procesamiento estadístico o presentación gráfica de resultados.

A.P.





Novak - Aisa

La elaboración informática de modelos econométricos se apoya de forma importante en las posibilidades que ofrecen las técnicas de simulación.

El sistema descrito constituye un sistema óptimo o ideal de ayuda a la decisión. En la práctica, muchos de los conjuntos de programas que se presentan como sistemas de ayuda a la decisión no merecen ese nombre. En la mayor parte de los casos, sólo sirven para analizar un tipo de problemas muy restringido o tienen posibilidad de construir una sola clase de modelos. La flexibilidad que permiten obtener es muy reducida y a veces no se gana gran cosa con su utilización frente al uso de métodos tradicionales. Sin embargo, también existen algunos sistemas muy complejos que se aplican a varios tipos de problemas y utilizan técnicas muy diversas para su resolución.

Aplicaciones

Los sistemas de ayuda a la decisión basados en la construcción de modelos encuentran una importante aplicación en la ciencia macroeconómica. La evolución de la economía mundial y las interacciones crecientes entre unos países y otros hacen que sea prácticamente imposible comprender y planificar la evolución económica de un territorio como si éste fuera autárquico e independiente del resto del mundo. Por ello, es preciso desarrollar modelos econométricos globales, que permitan prever las tendencias futuras y ayuden a tomar las decisiones justas.

Ya existen varios centros de estudio de este tipo, que hacen un uso considerable de las técnicas descritas y algunos de los pioneros en este campo han visto reconocido su trabajo con la concesión del premio Nobel de economía: el primero en recibir este galardón fue el holandés Jan Tinbergen (premio Nobel 1969), cuyos primeros modelos estadísticos, resueltos sin ayuda de ordenadores, se remontan a 1937; especial mención merece el máximo especialista mundial, el norteamericano Lawrence Klein (premio Nobel 1980), que viene construyendo modelos econométricos desde 1947, cuyas predicciones han conocido éxitos notables y cuyas actividades tienen ya ramificaciones y encuentran colaboración en gran parte del mundo, sin excluir España.

Una rama de la simulación continua, especialmente aplicable a la construcción de modelos econométricos por computadora e inventada por el norteamericano Forrester, es la dinámica de sistemas, ampliamente aireada con ocasión de los informes del Club de Roma, que se apoyan considerablemente en su utilización.

Por último, como otra de las grandes aplicaciones globales de los sistemas de ayuda a la decisión, es preciso citar los trabajos de simulación de la situación mundial después de una hipotética guerra nuclear, que han recibido tanta publicidad en los medios de comunicación y que presentan un panorama realmente pesimista e inesperado de los efectos de una conflagración que ni siquiera tiene que ser generalizada y total. Esperemos que, con estos avisos apocalípticos, la simulación por computadora ayude a evitar una situación tan catastrófica.

Sistemas expertos

Los sistemas expertos, o sistemas basados en el conocimiento, son aplicaciones nacidas en torno a las investigaciones sobre inteligencia artificial y pertenecen al ámbito de actuación de lo que se ha dado en llamar ingeniería del conocimiento, cuyo propósito es establecer las bases teóricas de dichos sistemas. Tales sistemas son un conjunto de técnicas computarizadas aplicadas para ofrecer apoyo y consejo en la toma de decisiones, dentro de unos límites bien definidos que marquen el campo del problema. Dicho de otra manera, los sistemas expertos tratan automáticamente conocimientos en un área bien definida de la actividad humana.

La mayoría de los mencionados sistemas expertos actualmente se componen de tres partes. La primera es la base de conocimientos, constituida por el conjunto de conocimientos relativos al campo de que se trate y generalmente estructurada como reglas y hechos. La segunda parte es la estructura de control o motor de inferencia, gestor de la base de conocimientos. Este gestor intentará emular el proceso de razonamiento de la inteligencia humana, facilitando la consecución de las conclusiones. La tercera parte está compuesta por una interfase hombre/máquina encargada de facilitar el uso del sistema en un lenguaje natural (español, inglés, etc.).

Los sistemas expertos más populares utilizan para la representación del conocimiento reglas de producción de la forma:

SI condición, ENTONCES acción.

Éste es un método declarativo que presenta la ventaja de poder modificarse y actualizarse mediante la sustitución o alteración de las reglas y los hechos que componen su base de conocimientos. No se precisa modificación alguna de la estructura de control o motor de interferencia, lo cual facilita su mantenimiento. Estos sistemas expertos también tienen la facilidad de explicar la línea de razonamiento seguida para llegar a una conclusión determinada.

Algunos sistemas expertos, durante su construcción, se encargan de comprobar los datos introducidos en la base de conocimientos, detectando errores de incoherencia (como por ejemplo que dos condiciones contengan conclusiones contrapuestas), o errores de redundancia.

La heurística

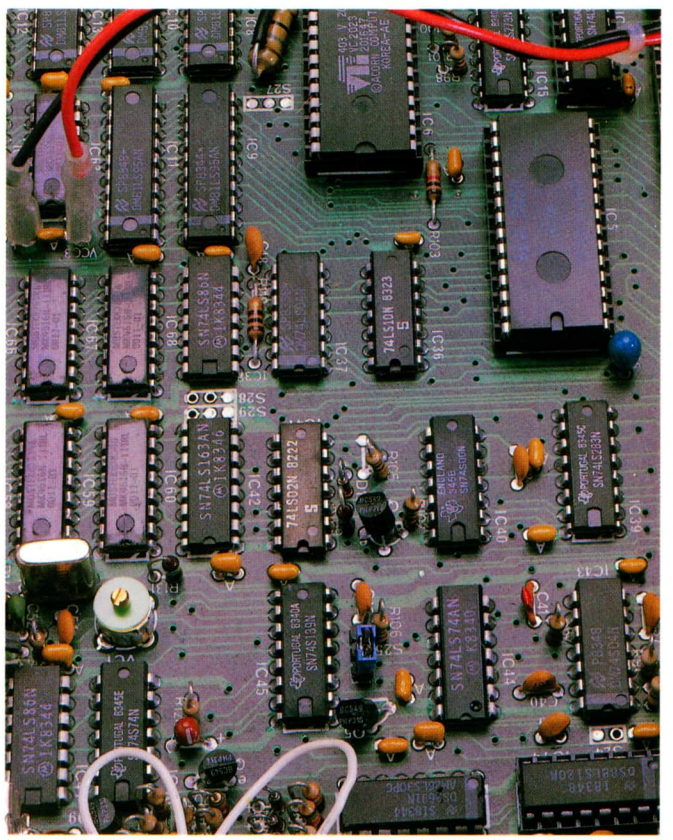
La técnica de un experto no sólo se compone de reglas y datos. Utiliza el instinto y el sexto sentido en sus deducciones, el cual se adquiere con una experiencia de años. Estas reglas especiales constituyen lo que se conoce como heurística, una estrategia o simplificación que limita drásticamente la búsqueda.

La diferencia entre el experto y un individuo hábil y adiestrado suele radicar en la calidad de la heurística del experto. Un sistema experto deberá, en consecuencia, captar tanto sus reglas como su heurística. La identificación y la extracción de conocimientos del experto es la parte crucial en la construcción de un sistema experto y se suele invertir en ella una cantidad de tiempo considerable. Este proceso de destilación tiene varias ventajas. Puede darse el caso de que por primera vez se analicen los conocimientos del experto y puede ayudar a localizar inconsistencias en los conocimientos o en el método. Puede también facilitar la consolidación de las técnicas de diversos expertos en un único sistema coherente. Los sistemas expertos son rigurosos y sólo llegan a conclusiones después de un extenso análisis de información: se diferencian del ser humano en que no olvidan datos y siempre están disponibles.

En ámbitos empresariales los sistemas expertos son un medio para imponer la estandarización en los campos en que los expertos se distinguen por su metodología no standard.

Los sistemas expertos actuales no pueden aprender de su propia experiencia. Son válidos únicamente los conocimientos del experto en la máquina. Sólo pueden renovarse si se modifican con este fin. No sustituyen al experto; simplemente duplican sus conocimientos en un campo determinado. Los sistemas expertos liberan al experto de gran parte de su trabajo, lo que le permitirá disponer de más tiempo para dedicarse a nuevas técnicas.

Los sistemas expertos intentan emular el proceso de razonamiento de la inteligencia humana.



A.G.E.

Pilotos del futuro

¿Seres humanos u ordenadores?

El avión es uno de los medios de transporte más seguro, pero aun así, ocurren accidentes de vez en cuando que ocasionan grandes pérdidas, tanto humanas como materiales. Por este motivo, no tan sólo los científicos, sino incluso muchos de nosotros, seguimos con gran interés las noticias que hablan de accidentes de avión y nos preocupamos cada vez más por el funcionamiento y la evolución que siguen estos sistemas de vuelo con algo más que un interés meramente pasivo.

Hoy en día, ¿quién no se pregunta si la potencia del ordenador influirá de forma fundamental para mejorar la seguridad y capacidad de los viajes en avión?

Diariamente ocurren accidentes de coche y pérdidas de vidas humanas a las que parece que no prestamos interés, mientras que si ocurre un accidente de aviación, el eco del accidente es mucho mayor.

Remitiéndonos a fuentes norteamericanas, la National transportation safety board (NTSB) desarrolló y publicó una revista que analizaba la seguridad de la aviación en el año 1980. Después de muchos estudios, se observó que el piloto era el principal factor/causante (broad causa/factor) de los accidentes de ese año en un 27,8 % (frente al 41,3 % de los cinco años anteriores). El resto de la tripulación estaba involucrada en el 44,4 % de los accidentes ocurridos en dicho año (frente al 60 % de los últimos cinco años). Aunque los porcentajes son menores que en años anteriores, son más altos que los previstos.

Los errores humanos son una de las mayores causas de accidentes, tanto en el área de la aviación como en otras muchas áreas (minas, industrias). Podríamos decir que los accidentes de aviación tienen más eco, ya que ocasionan muchas pérdidas de vidas, incluyendo las vidas de los tripulantes, de forma que muchas veces no nos queda una información clara de lo que ha sucedido.

Ante esta evidencia, la N.A.S.A. y la F.A.A. crearon en 1976 la A.S.R.S. (Aviation safety reporting system), que se encarga principalmente de proporcionar un lugar en el cual los pilotos, controladores de vuelo y demás personal del avión, pueden voluntaria y confidencialmente contar incidentes que les han ocurrido, sin miedo a una posterior sanción. Así, estos reportajes son de una gran ayuda para aquellas personas implicadas directa o indirectamente en el vuelo de los aviones.

Se ha comprobado que más del 70 % de los accidentes o incidentes contados contienen errores humanos, y pode-

El avión es uno de los medios de transporte más seguros, pero aun así los accidentes que de vez en cuando ocurren ocasionan grandes pérdidas, humanas y materiales.



Uzan - Gamma

mos añadir que en más de un 75 % de los casos se debe a problemas en la transferencia de información.

La información que se transfiere del avión a los tripulantes es necesaria y por tanto los errores cometidos tienen gran importancia.

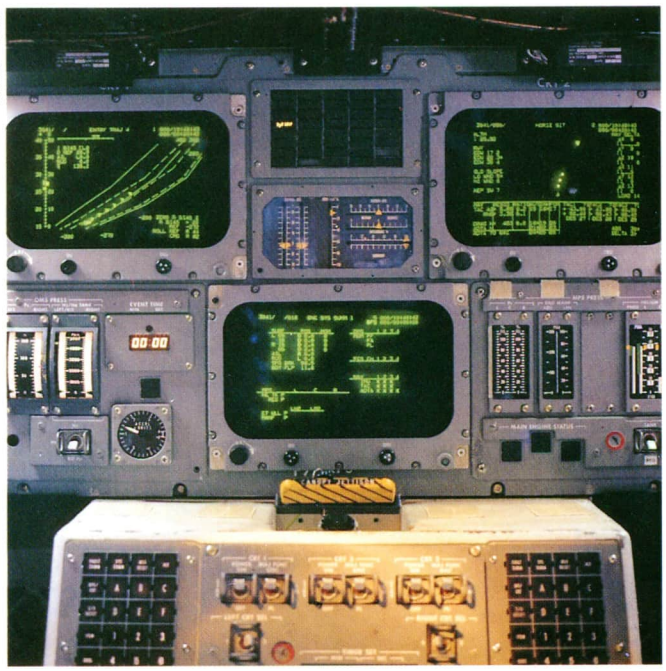
En términos de accidentes o incidentes, el «error del piloto» es un término controvertido. La cuestión está en si el piloto es el causante del error o es tan sólo un agente, es decir, si el piloto es el error fundamental o sencillamente es el último paso de una secuencia de sucesos ocurridos entre el avión y los sistemas de éste.

Las estadísticas efectuadas hasta ahora han determinado que tanto en los accidentes como en los incidentes, una automatización mayor sería un buen camino para encarrilar esta situación.

Los factores humanos son la causa fundamental de la mayoría de los accidentes. Por lo tanto, si a los hombres se les aleja de las situaciones de control, los accidentes catastróficos se podrán reducir y la seguridad de vuelo será mayor.

Pero esta idea no está clara y además está muy lejos de ser realidad, aparte de que las consecuencias que puede comportar se desconocen, ya que existen datos interesantes de los que se desprende que se han evitado accidentes catastróficos debido a la habilidad de la tripulación y su rapidez de improvisación ante sucesos inesperados.

Novak - Aisa



Cabina del Columbia STS durante un simulacro.

Automatización de los vuelos

Es verdad que muchas operaciones pueden ser realizadas por un ordenador en lugar de una persona humana. El ordenador no se equivoca, ni se distrae, ni recuerda con error, y con un buen diseñador de ordenadores éste puede sustituir en muchas ocasiones a la actividad humana.

Pero la tecnología de los ordenadores no ha evolucionado tanto como para que el ordenador tenga poder para improvisar ante situaciones imprevistas, o en ocasiones donde la información es demasiado concreta.

La mente humana tiene poder para elegir entre una situación ambigua o ante casos inesperados. Los conocimientos y experiencias adquiridas por un piloto, con miles de horas de vuelo, está muy lejos de cualquier concepción de la tecnología actual.

Se están concibiendo y desarrollando con gran rapidez nuevas clases de vuelo automatizado, y últimamente se ha conseguido automatizar virtualmente el funcionamiento normal de un piloto.

El incremento de la fiabilidad de los sistemas de los aviones creció vertiginosamente al desarrollarse e introducirse las máquinas turboventiladoras y las turbinas para el uso del transporte, a finales de los años cincuenta y principios de los sesenta.

El incremento de la revolución electrónica y el desarrollo de la propulsión en los años setenta ha beneficiado el campo de la fiabilidad, y los aviones actuales, junto con los sistemas de control, son mucho más completos y más fiables que muchos de los aviones de transporte anteriores (tales como el Boeing 707 y Douglas DC-8).

El avión Boeing 767, que incluye grandes avances de la tecnología, goza de una mayor fiabilidad que sus predecesores. Por ejemplo, la F.A.A. prohibió durante muchos años el vuelo de aviones que tuvieran menos de tres motores para vuelos largos sobre el mar; sin embargo, el Boeing 767 obtuvo el permiso para realizar vuelos trasatlánticos equipados tan sólo con dos motores, ya que la posibilidad de un fallo era menor.

Los nuevos sistemas de aviación permiten una mayor precisión en el manejo de rutas de vuelo y son bastante más eficientes en el gasto de combustible. Para vuelos comerciales, por ejemplo, el hecho de reducir el gasto de combustible en un 1 % en un vuelo, puede llegar a representar 100 millones de dólares al año.

Los nuevos pilotos

El papel que desempeña el piloto también ha sufrido un cambio significativo. Ha dejado de ser un manejador de palancas para convertirse en un director. Mucha parte de su tiempo la emplea controlando los sistemas automáticos, los cuales ocupan cada vez más el tiempo de vuelo.

No nos sorprende, por tanto, que los pilotos actuales cometan errores diferentes a los de sus antecesores. La mayoría de los errores se producen por mala interpretación

de la información o por haber manipulado un control equivocado cuando otro está todavía activo. Esto ha desarrollado una nueva disciplina que recibe el nombre de *factores humanos* en E.U.A. y *ergonomía* en el resto del mundo.

El primer paso que se dio para evitar los errores cometidos por los pilotos fue el diseño de unos paneles mayores para que tuviesen mayor legibilidad y unos sistemas de control que no fuesen fáciles de olvidar.

Renwick Curry, de la N.A.S.A. y Earl Wiener, profesor de la Universidad de Miami, estudiaron experiencias de pilotos con dos de los transportes más modernos: el Boeing 767 y el McDonnell-Douglas MD-80. Intentaron, en la medida de lo posible, aprender acerca de otros tipos de errores cometidos por los pilotos de estos nuevos aviones.

La mayoría de los pilotos estaban interesados en estos nuevos sistemas, pero se sentían un poco recelosos ante la idea de poder perder sus habilidades de vuelo. Los paneles de estos aviones eran muy claros para que se pudiesen detectar de una forma precisa los errores, pero la tripulación todavía era un poco reacia y no confiaba del todo en el buen funcionamiento de estos sistemas automáticos.

Wiener examinó los accidentes ocurridos y la experiencia de Korean Airlines, en el vuelo 007. Se pensaba que uno de los factores que podía haber influido en el accidente podía ser una mala programación por parte de la tripulación en el control del vuelo y sistemas de navegación al despegar, por lo que el avión habría realizado un despegue fatal dentro de todo su plan de vuelo.

Otra característica son los errores automáticos, producidos muchas veces en situaciones de emergencia —errores realizados en interacciones con sistemas automáticos—. Este hecho provocaba que la detección y corrección de tales errores fuera muy difícil.

Análisis de los errores

El resultado obtenido tiene dos vertientes. Por un lado, los aviones automatizados son más fiables y capaces de realizar acciones por sí solos, pero por otro lado, el error humano no se ha solventado, ya que sigue existiendo, y sólo ha variado en el tipo de error y el momento de producirse.

La tripulación de un avión ha sido disciplinada y seleccionada para este trabajo. Se les instruye con el objeto de minimizar al máximo los errores cometidos por otros pilotos, pero aun así, los errores cometidos por éstos no se pueden reducir mucho más, ya que tanto los pilotos de aviones comerciales como los de aviones militares están altamente instruidos a la vez que son muy hábiles profesionalmente.

Los fallos humanos son la causa fundamental de la mayoría de los accidentes; los investigadores coinciden en afirmar que una mayor automatización contribuirá a evitarlos; en la foto, la cabina del Boeing 747.



Campion - Gamma

Está claro que hoy por hoy los pilotos no se pueden eliminar, pero intentar conseguir una interactividad entre el piloto y los sistemas sería un punto muy importante, de forma que los sistemas permitiesen de alguna forma ciertos errores a los pilotos, manteniendo un diálogo entre ambos.

El avance de la tecnología se ha manifestado tanto en el área de la aviación como en otras áreas. En los años setenta se desarrollaron con mucho éxito nuevos conceptos en el diseño para el transporte aéreo, con estaciones de vuelo altamente digitalizadas y sistemas de control de vuelo con un incremento de tráfico mucho mayor. Estos avances siempre se han desarrollado primero en la aviación militar, pasando luego a la aviación civil.

La reducción del tamaño, peso y coste de los ordenadores ha motivado que la automatización de los aviones sea más sencilla. Existen medios de control muy avanzados que pueden reducir el coste de combustible en un vuelo. En la actualidad la automatización digital es más fiable y barata de mantener que los equipos electromecánicos anteriores.

Las cabinas de los aviones han experimentado un fuerte cambio hacia la automatización, y se realizan mecánicamente muchas funciones que antes estaban asignadas a la tripulación.

Los sistemas automáticos de tierra son capaces de mandar señales a través de sistemas de transmisión de radio y sistemas de propulsión, conduciendo a los aviones por un camino preestablecido.

Muchos sistemas tienen capacidad para realizar aterrizajes en el momento oportuno con una fiabilidad y precisión asombrosa, sin dar opción a equívoco, pero no hay que olvidar que en ningún momento igualarán a la inteligencia humana, ya que estos sistemas son capaces de resolver situaciones que anteriormente se les había asignado, pero en ningún momento pueden prever situaciones nuevas.

Cronología de la automatización

En los años cincuenta ya empezaron a aparecer cabinas con rudimentos de automatización. Llevaban incorporadas lo que hoy se conoce como piloto automático, capaz de pilotar el avión durante una buena parte del viaje, pero el piloto era todavía el responsable de tomar cualquier tipo de decisión durante el vuelo.

En los años sesenta aparecieron técnicas más sofisticadas de vuelo, incluyendo sistemas de navegación inercial. Esta primera fase se conoce como la primera generación de vuelo y durante ella se dieron a conocer algunos controladores de vuelo (CFIT, GPWS).

Lo que podríamos llamar segunda generación se caracteriza por la cantidad de mejoras realizadas, más que por la calidad de las mismas. Proliferan los indicativos de aviso en las cabinas (en el Boeing 747 existen hasta 455 indicadores, y en el DC-10, 418).

Las consecuencias que trajeron estas mejoras a la tripulación no fueron del todo buenas, ya que ante el aviso de un accidente o incidente, las alarmas y las luces se ponían en funcionamiento provocando un ruido espantoso, de manera que la tripulación quedaba aturdida y su capacidad para encontrar una solución, mermada.

La tercera generación, con el Boeing 767, MD-80 y Airbus Industrie A310, disponen de unos paneles electróni-



Magnum - Zardoya

Los sistemas automáticos de control en tierra son capaces de mandar señales a través de sistemas de transmisión de radio y sistemas de propulsión, conduciendo a los aviones por un camino preestablecido. Sala de control en el aeropuerto de Orly, París.

Los paneles y pantallas de la cabina de un avión simulan las incidencias de un vuelo por encima de las ventanas, de forma que el piloto no tiene que distraer su atención entre la ventana y el panel de instrumentos.



A.P.

cos que representan una notable mejora frente a los paneles anteriores, que eran electromecánicos. Estos nuevos paneles pueden ser configurados durante el vuelo, dependiendo de la situación del momento. En esta generación también existen unos sistemas prioritarios de información, que antes eran llevados por la tripulación, gracias a los que un olvido de información desde tierra es menos importante. Esta optimización de la información ha llegado hasta puntos en los que, dependiendo de la situación en la que se encuentre el avión, puede marcar guías de conducta a seguir por la tripulación.

La última generación dispone de pilotos automáticos muy sofisticados y sistemas de control de vuelo muy complejos implementados con procesadores digitales, los cuales mandan la información a través de buses especiales. Algunos aviones cuentan con más de dos docenas de procesadores independientes.

Como consecuencia de los sistemas de navegación más precisos, éstos tienen mejores sensores y controladores y unos sistemas de ordenadores distribuidos supercapacitados. Estos sistemas explotan las capacidades y rendimiento de combustible por computarización numérica. Dichos sistemas pueden incluso detectar fuertes vientos, y cuando la altitud, distancia, rutas y otros factores alcanzan ciertos límites, se activan unos sistemas de alerta para la tripulación. Cuando la visibilidad es pobre, también son capaces de prever órdenes de información para subir, descender o mantenerse a la misma altura, evitando así una posible colisión. Estos sistemas representan un gran avance en la automatización y un desarrollo en el mantenimiento del tráfico de vuelo.

La transferencia de la información también ha tenido un empuje muy grande. Los paneles y pantallas simulan vuelos simbólicos por encima de las ventanas, de forma que el piloto no tiene que distraer su atención para cambiar la mirada entre la ventana y el panel de instrumentos. Ya se ha instalado en aviones de transporte (los primeros que experimentaron con éstos fueron los aviones militares).

Los nuevos sistemas

El control de las rutas de vuelo se extenderá a todas las fases del vuelo y operaciones de tierra. Los sistemas automáticos permitirán una interactividad con la tripulación (incluso interactividad de voz) para dirigir y diagnosticar todos los sistemas y situaciones.

Estas cabinas experimentales con otras características avanzadas han sido diseñadas por la N.A.S.A. y la Lockheed Georgia Company.

Ya se están diseñando cabinas con inteligencia artificial. Sistemas para generación y ejecución de planes completos de vuelo y sustitución de esos planes cuando el avión o las condiciones de vuelo varíen. Aunque todavía no hay sistemas preparados, están empezando a ser evidentes tales



Zardoya

La N.A.S.A. ha estudiado los efectos de la automatización en los pilotos, analizando su conducta mediante observaciones de vuelo directas durante varios años: Laboratorio espacial NASDA, dependiente de la N.A.S.A.

tecnologías, las cuales tendrán en el futuro un impacto muy grande en el mundo de la aeronáutica.

Estos nuevos sistemas requieren avances en la tecnología de los ordenadores, con un incremento en la rapidez de los procesadores. Los requerimientos específicos para implementar interfases efectivas con los pilotos no son todavía muy claros ni conocidos.

Aunque podamos imaginar un avión automático capaz de volar sin la intervención humana (excepto en casos en lo que el sistema falle), hoy en día aún no está al alcance de la mano. La industria de la aviación está ganando pasos parciales y lentos en lo que se refiere a la automatización.

La N.A.S.A. ha estudiado los efectos de la automatización en los pilotos, analizando su conducta en observaciones de vuelo directas durante varios años. Los estudios demuestran que los pilotos aceptan, usan y favorecen la automatización.

Ya existen sistemas de control de rutas de vuelo muy avanzados, como por ejemplo sistemas automáticos que pueden tomar tierra perfectamente en condiciones de poca visibilidad durante todo el aterrizaje.

La función del nuevo piloto

Al igual que se está implantando la automatización inteligente, la pauta del piloto va variando en su comportamiento. El piloto es el requerido para controlar los recursos del avión, y por este motivo la naturaleza del error del piloto va cambiando de forma sustancial al variar la automatización. Por consiguiente, hoy en día se requerirán nuevas formas de disciplina que se hallen en concordancia con estas técnicas.

La responsabilidad del funcionamiento del vuelo está basada en dos conceptos: por una parte existe el grado de autonomía dado al sistema automatizado, de forma que los copilotos electrónicos asumen las responsabilidades para todo el control virtual de la actividad que se requiere durante el transcurso de un vuelo.

Por otra parte, los pilotos humanos primero introducen sus intenciones en los procesadores, y luego ceden el control a los sistemas automáticos. Por tanto, la labor del piloto es ahora más parecida a un dirigente activo que pasivo. El sistema automático es capaz de dirigir funciones de la tripulación humana y recomendar ciertas acciones al cometerse un error humano o cuando existe un precario funcionamiento del sistema.

Existen varias razones para sugerir que la disciplina de los pilotos, en lo que se refiere a asistencia, debe ser examinada, ya que al estar en muchos momentos como meros observadores, están sujetos a lapsos de atención y sensibilidad.

No hay que olvidar que cuando los sistemas automáticos fallan, los pilotos sustituyen su trabajo. Si el fallo que se ha producido es tenue, el problema que se presenta es de detección de ese error. El criterio según el cual un fallo del sistema se llegue a detectar es función de un número de variables incluidas en la información de cada momento.

La información transferida y el control del avión dependen de la mayor o menor automatización. Ésta empieza a ser cada vez más compleja, más autónoma y más capacitada.

A.P.



Aunque se pueda imaginar un avión capaz de volar con control total automático, actualmente no es técnicamente posible. Para lograrlo sería necesario el esfuerzo conjunto de todas las áreas implicadas en el mismo proyecto.

Las motivaciones históricas existentes para incrementar los niveles de automatización continuarán en el próximo siglo. La aviación ha experimentado un significativo avance, en el que los diferentes grados y tipos de automatización de los sistemas son posibles.

El control total automático no será técnicamente posible ni tampoco tendría una buena aceptación social. Los sistemas parciales de automatización, es decir, automatizar ciertas funciones del avión sin dejar todo el funcionamiento en manos de las máquinas, pueden incluir mejoras en el sistema y la aprobación por parte de los pilotos será mayor. Tales sistemas podrían poseer grandes recursos que anulasen la automatización autónoma.

El desarrollo de estos modelos tan sofisticados de pilotos automáticos representa un cambio tan grande que probablemente sólo encontraría colaboración en ingenieros especialistas y científicos de ordenadores.

Para lograr esta nueva generación de aviones hace falta que todas las áreas implicadas se unan para trabajar sobre el mismo proyecto, con objeto de lograr aviones automáticos que reduzcan enormemente el error humano, con la ventaja de ser más económicos y más seguros que sus antecesores.

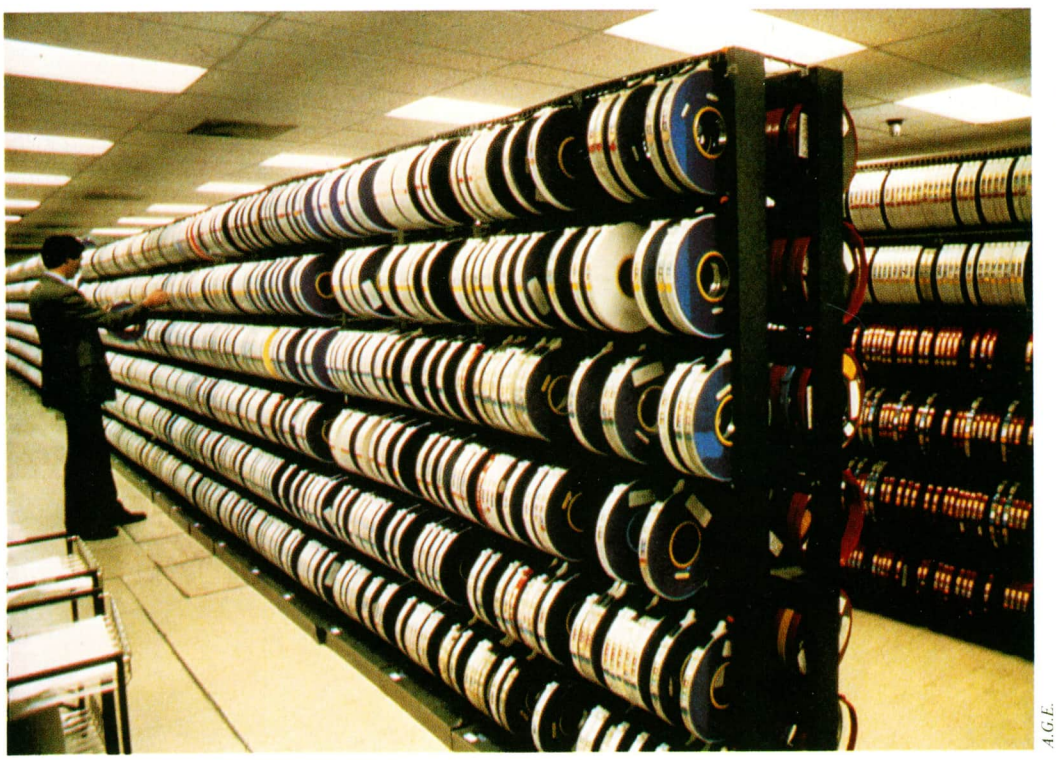
Proceso de datos

1 Datos numéricos
2 Proceso de textos
3 Traducción automática
4 Proceso de imágenes
5 Proceso de sonido
6 Tecnología de la información
7 El ordenador en la empresa

Desde su origen, hace más de dos millones de años, hasta la actualidad, la humanidad ha ido teniendo acceso a un número creciente de datos. En la prehistoria, la transmisión de la información sólo podía llevarse a cabo a través de la palabra hablada y de forma directa. El número de datos que un hombre podía transmitir a otro en una conversación era relativamente limitado. Ésta puede ser una de las causas principales, si no la más importante, de la lentitud de la evolución cultural durante los dos primeros millones de años de nuestro desarrollo.

Hace unos cinco mil años, y como consecuencia de la nueva forma de vida social que se originó en la revolución agrícola y ganadera de Oriente Medio, se produjo la invención de la escritura. Gracias a ella, el hombre dejó de depender exclusivamente de su memoria para recordar los datos que necesitaba en sus actividades cotidianas: podía realizar anotaciones, en un lenguaje de signos adecuados, y guardarlas para refrescar sus conocimientos con posterioridad. También le fue posible, de pronto, transmitir información a sus semejantes a distancias a las que la voz humana no podía llegar de forma directa. Por esa razón, la aparición del correo siguió de cerca a la de la escritura.

Con la invención de la imprenta en el siglo XV, se produjo una nueva revolución en la acumulación y transmisión de



A.G.E.

La capacidad de recogida de datos y su posterior almacenamiento han experimentado un espectacular desarrollo.

A.G.E.



El procesamiento y comprensión de la información acumulada hace necesario el auxilio de los grandes ordenadores.

los conocimientos humanos. La imprenta no era otra cosa que un dispositivo técnico que permitía reproducir de forma abundante y barata los escritos que antiguamente resultaba tan laborioso copiar. Es indudable que el acceso generalizado y rápido a los datos disponibles que este invento provocó, fue uno de los gérmenes que desencadenaron, pocos siglos más tarde, la revolución industrial.

El desarrollo desmesurado de las telecomunicaciones durante el siglo XX ha facilitado la diseminación casi instantánea de la información a todo lo largo y ancho del globo. Al mismo tiempo, la invención de nuevos y complejos aparatos de medida ha permitido al hombre rebasar las limitaciones impuestas por sus sentidos corporales, aumentando así la capacidad de recogida de datos hasta extremos increíbles. Asistimos hoy en nuestras sociedades a un verdadero diluvio de datos. Pero éstos, en sí, no significan mucho; es preciso asimilarlos, comprenderlos, procesarlos. Nuestra capacidad intrínseca ha quedado ampliamente superada. Se sabe, por ejemplo, que en los sistemas bancarios se producen cada día decenas de miles de transacciones comerciales; que algunos de los ingenios espaciales que enviamos a planetas lejanos transmiten tanta información, que serán precisos muchos años de estudio para desentrañarla. Para poder seguir adelante al ritmo que imponen nuestros propios descubrimientos, necesitamos el auxilio de nuevas herramientas que nos permitan llevar a cabo con mayor rapidez el proceso de datos. Estas herramientas son las computadoras electrónicas.

Datos numéricos

Desde que, en 1812, el británico Charles Babbage diseñó la máquina analítica, que, de haber llegado a construirse, se habría convertido en la primera computadora mecánica, la capacidad de procesar datos numéricos de forma automática ha crecido continuamente. Todavía en el siglo XIX, aunque ya en sus últimas décadas, la oficina del censo de Estados Unidos propuso la construcción de alguna máquina que facilitase su labor. El problema era realmente grave: el censo se efectuaba cada diez años, y los datos de cada uno tardaban de siete a nueve años en procesarse a mano. Además, como el número de datos aumentaba cada vez más, se preveía que los del censo de 1890 tardarían más de diez años en procesarse, con lo que no estarían listos ni siquiera para el año 1900, fecha de la realización del censo siguiente.

El ingeniero norteamericano Hermann Hollerith resolvió el problema inventando una máquina, llamada *tabuladora*, que trabajaba con fichas perforadas y era capaz de realizar operaciones estadísticas y de clasificación relativamente complejas sobre dichas fichas. Con su ayuda, el recuento del censo de 1890 se hizo en menos de siete años. «Por primera vez en la historia del mundo —dijo el superintendente del censo, Robert Porter— se ha contado la población de una gran nación con ayuda de la electricidad.»



A.P.

El ingeniero norteamericano Hermann Hollerith inventó una tabuladora de fichas perforadas para la realización del censo de población de Estados Unidos en 1890.

La tabuladora de Hollerith fue la primera percursora práctica de los ordenadores electrónicos modernos, y la empresa de tabuladoras fundada por él se convirtió, con el tiempo, en la multinacional IBM, que medio siglo más tarde construyó la primera computadora eléctrica propiamente dicha: MARK I. Se trataba de una máquina que funcionaba con relés, se programaba con interruptores y recibía los datos a través de cintas de papel perforadas.

Sin embargo, los tubos de vacío eran herramientas mucho más rápidas y eficaces que los relés para la realización de circuitos de conmutación. Por eso, en 1945, John W. Mauchly y J. Presper Eckart, de la Universidad de Pensilvania, construyeron la primera computadora electrónica, ENIAC, compuesta por 18 000 válvulas de vacío, que también se programaba mediante interruptores y tableros de conexión desmontables.

En 1946, John von Neumann y su equipo publicaron sus famosos informes *(Preliminary discussion of the logical design of an electronic computation instrument)*, donde introdujeron el concepto de *programa*, considerado como una parte de los datos contenidos en la memoria de la máquina, idea que revolucionó la técnica de la programación de las computadoras y se ha mantenido, casi sin cambios, hasta nuestros días. El primer computador de programa almacenado, construido de acuerdo con las indicaciones de von Neumann, fue EDSAC, realizado en 1949 por la Universidad de Cambridge (Gran Bretaña).

El primer computador comercial, UNIVAC I (universal automatic computer), obra también de Mauchly y Eckart, salió a la venta en 1951. Se trataba, todavía, de una máquina basada en el cálculo decimal. Tres años más tarde, IBM presentaba los sistemas 650 y 701, que ya utilizaban el cálculo binario. Todas estas máquinas constituyen la primera generación de los modernos computadores electrónicos.

En los últimos veinte años se han sucedido tres generaciones más. La segunda fue consecuencia de la aplicación de un descubrimiento realizado tan sólo doce años antes. En 1948, los norteamericanos John Bardeen y Walter Houser Brattain, de los laboratorios de la Bell Telephone, apoyándose en trabajos anteriores de William Bradford Shockley, descubrieron que la introducción de pequeñas cantidades de impurezas (boro, arsénico o indio) en plaquitas de germanio o de silicio da lugar a curiosas propiedades eléctricas, como la transmisión de corriente en un solo sentido y la aparición de fenómenos de conmutación, mucho más rápidos y eficaces que los de las válvulas de vacío. Había nacido el transistor.

Los tres investigadores recibieron el premio Nobel de física en 1956. Dieciséis años más tarde, John Bardeen se hacía de nuevo merecedor del codiciado galardón, esta vez por sus trabajos en la teoría de la superconductividad, convirtiéndose así en el primer científico que recibió dos premios Nobel en la misma rama de la ciencia.

A finales de la década de 1950 surgen las primeras máquinas construidas con transistores, lo que permite disminuir en algunos órdenes de magnitud el tamaño y la complejidad de las computadoras. En 1965 irrumpe la tercera generación, cuyo primer representante es la serie IBM 360, que ya posee circuitos integrados (es decir, pastillas que contienen miles de transistores microscópicos), elementos de comunicaciones y sistemas operativos capaces de realizar varias operaciones simultáneamente (multiproceso). En 1970, con la introducción de la serie 370,

Arxa



Con la introducción de la serie 370 de IBM comienza la cuarta generación de máquinas microprogramables dotadas de memoria.

comienza la cuarta generación, la de las máquinas microprogramables dotadas de memoria virtual.

Cada una de las cuatro generaciones ha supuesto también notables mejoras en la capacidad de cálculo de los ordenadores. A medida que los elementos de los circuitos se hacen más pequeños y están situados a menos distancia unos de otros, pueden comunicarse entre sí con mayor rapidez, lo que acelera los cálculos. El número de sumas, restas, o comparaciones numéricas que una de estas máquinas podía realizar en un segundo aumentó continuamente, desde unos pocos cientos, hasta cientos de millones. Y, además de su velocidad mayor, las capacidades de las máquinas de hoy no serían factibles con las tecnologías de las generaciones anteriores: los tubos de vacío o los transistores aislados serían necesarios en tal número, que el ordenador completo tendría demasiados elementos (lo que disminuiría su fiabilidad) y su funcionamiento ocasionaría un consumo exagerado de energía.

Campos de aplicación

El proceso de datos numéricos encuentra aplicación en múltiples campos: estadística, economía, control de procesos industriales, teoría matemática de números, cálculos científicos de todo tipo, contabilidad, proceso de actividades comerciales, control de depósitos bancarios, etc. Prácticamente, no existen hoy día tareas relacionadas con el uso de números donde no se utilicen los ordenadores. Veamos algunos ejemplos.

Criptografía

Se dice que un número es primo si no puede expresarse como producto de otros dos menores que él. Por ejemplo, 13 es primo, pero 14 no lo es, pues igual a 2 por 7. Todo número entero es primo, o puede expresarse como producto de dos o más números primos más pequeños. En matemática pura, es frecuente la necesidad de saber si un número concreto es primo o no. Si el número no es muy grande, existen métodos que permiten demostrarlo mediante la realización de cierto número de operaciones aritméticas (divisiones). Pero si se trata de un número de muchas cifras (cien, por ejemplo), es prácticamente imposible descubrir si es primo o no sin la ayuda de un ordenador.

¿Tiene alguna utilidad saberlo, o se trata de una lucubración matemática sin base práctica? Pues bien, existe una ciencia —la criptografía— cuyo objetivo es el estudio de las diversas claves secretas que pueden construirse, su decodificación y el diseño de claves perfectas, que permitan escribir mensajes que no puedan ser descifrados por quien no debe tener acceso a su significado. Además de su aplicación obvia en las cuestiones de espionaje entre las naciones, la criptografía extiende cada vez más su área de influjo, como consecuencia de la explosión de información que estamos sufriendo y de la necesidad de impedir el acceso de personas no autorizadas a los datos confidenciales. Piénsese en el secreto bancario, en el espionaje industrial, etc.

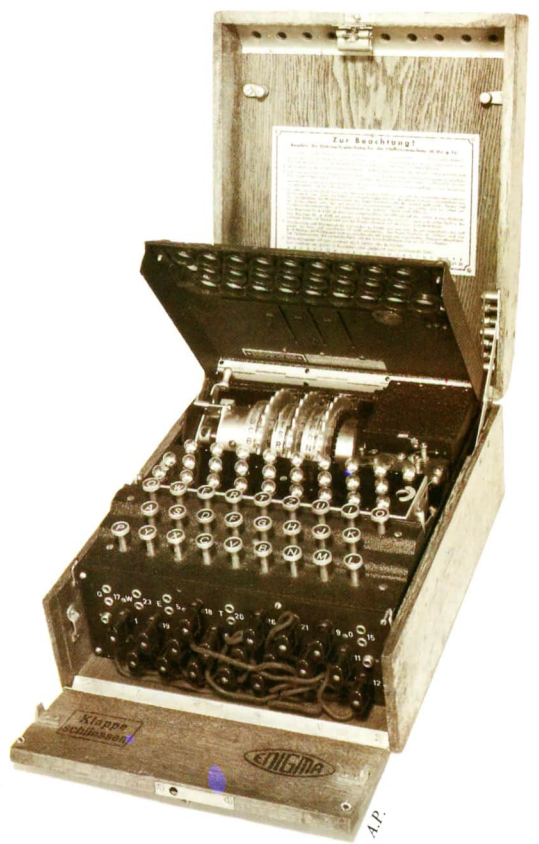
Se ha discutido recientemente la posibilidad de que la teoría de números primos proporcione la posibilidad de

construir claves perfectas, indescifrables. En efecto, hoy es posible (con ayuda de un ordenador) saber si un número muy grande es primo o no. Sin embargo, el problema de descomponer un número no primo en sus factores primos es mucho más complejo, y en la actualidad no es resoluble, en general. Supongamos que formamos un número muy grande, multiplicando dos números primos de cien cifras, y utilizamos este producto como base para la codificación de mensajes, y sus dos factores primos como herramienta de decodificación. Entonces, el producto podrá hacerse público y ser utilizado por cualquiera para formar mensajes cifrados, que sólo podrán ser decodificados por quien conozca los dos factores primos originales. Si alguna persona no autorizada intercepta el mensaje, no podrá descifrarlo, pues le será imposible descomponer el número clave en sus factores correspondientes.

Investigación operativa

La investigación operativa, o programación dinámica, es una de las ramas de las matemáticas con más aplicaciones prácticas, especialmente en economía, y para la planificación de recursos en organizaciones y empresas muy grandes. A su vez, esta ciencia se divide en una serie de disciplinas, cada una de las cuales se aplica a la resolución de problemas concretos: así, la teoría de redes se ocupa de la búsqueda de caminos mínimos (mínimo coste, mínimo tiempo, etc.) en situaciones donde pueden presentarse muchas alternativas entrecruzadas entre sí; la teoría de juegos trata de predecir las acciones futuras más favorables cuando existen factores incontrolables que se oponen a nuestros intereses; la programación lineal intenta hallar una solución óptima (según un determinado criterio) a un sistema de ecuaciones o inecuaciones, que a veces rebasan un millar, y que expresan las limitaciones de los recursos disponibles. Todas estas disciplinas dan lugar a problemas muy complejos que, en general, deben resolverse con ayuda de un ordenador.

Criptoanálisis. Una de las primeras utilizaciones del ordenador fue la de romper los códigos de sustitución de claves múltiples empleados durante la segunda guerra mundial. En la foto, la máquina alemana, denominada ENIGMA.



Algoritmos

Se llama algoritmo a todo sistema de reglas que permite obtener un resultado a partir de ciertos datos, a través de un conjunto de pasos perfectamente definido. Existe una búsqueda continua de algoritmos mejores y más rápidos, que nos ayuden a resolver problemas tan complicados como la programación lineal o la comprobación de si un número es primo o no. Pues no basta con saber que un problema es resoluble: es necesario que su resolución sea factible en un tiempo razonable. Existen problemas tan complejos, que los algoritmos que nos permiten llegar a su solución exigirían la utilización de un gran ordenador durante años, milenios e incluso, a veces, millones de años. Es obvio que, en las condiciones actuales, podemos actuar como si dichos problemas fueran irresolubles en la práctica. Y no es preciso buscar muy lejos para hallar ejemplos de problemas de este tipo. El análisis de todas las jugadas posibles en una partida de ajedrez, para encontrar una estrategia ganadora invencible, es uno de ellos. Por esta razón sigue sin ser factible que el campeón mundial de ajedrez sea destronado por un ordenador.

Control de procesos industriales

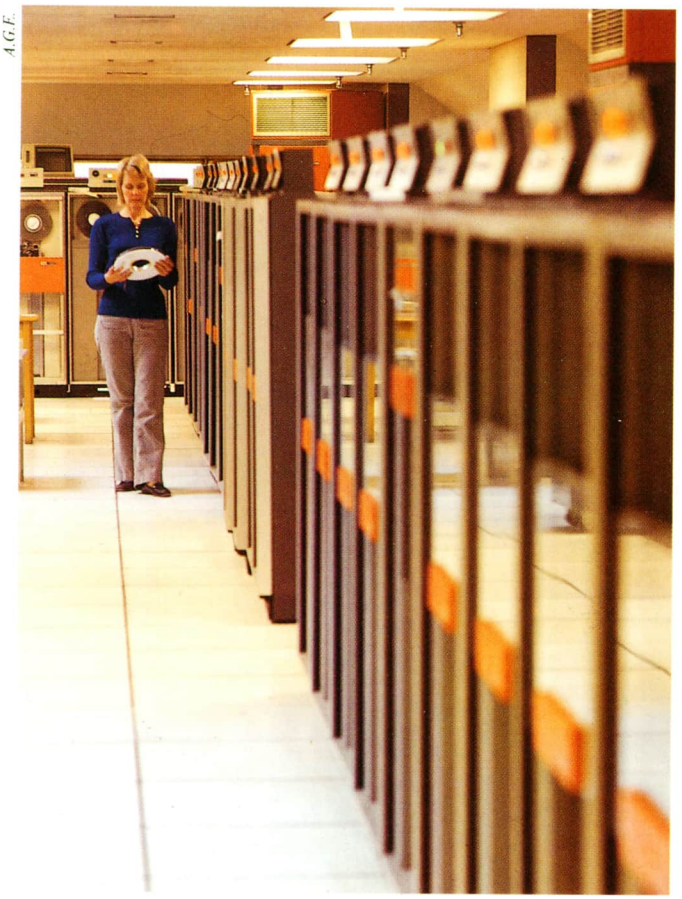
El control de procesos químicos, biológicos e industriales es otra de las ramas donde se emplea en abundancia el proceso de datos numéricos. Veamos un ejemplo concreto: se tiene un conjunto de invernaderos conectados a un ordenador, en cada uno de los cuales se está cultivando una planta diferente. En cada invernadero existen sensores que miden la temperatura, la humedad del aire y del suelo, la concentración de anhídrido carbónico, la cantidad de sustancias nutritivas que pueden ser aprovechadas por las plantas, la intensidad de luz disponible, etc. Además, hay también una serie de motores y elementos de acción, que permiten abrir y cerrar ventanas, subir y bajar persianas, encender unidades de calefacción, distribuir agua y abonos a las plantas, y así sucesivamente.

El ordenador recibe información respecto a las medidas de los sensores, que le permite conocer la situación en que se encuentra cada uno de los invernaderos. Dispone también de datos, proporcionados anteriormente, que le indican cuáles son las condiciones óptimas para cada cultivo. Estas condiciones pueden no ser tan simples como «manténgase la temperatura lo más próxima posible a 20 grados



Maons - Gamma

Invernadero con sensores conectados a un ordenador central.



A.G.E.

El volumen de operaciones en las aplicaciones contables y bancarias requiere el empleo de grandes ordenadores y bases de datos.

centígrados». Puede ser necesario definir ciclos (por ejemplo, nocturnos y diurnos) para cada uno de los parámetros del sistema. Además, las plantas requieren condiciones diferentes durante las diversas fases de su vida: germinación, crecimiento, floración, maduración de los frutos. Por último, cada uno de los invernaderos que el ordenador tiene bajo su control tendrá unos ciclos o series de condiciones propias, que dependen del cultivo concreto que le corresponda.

Lo que el ordenador debe conseguir (y, de hecho, consigue, pues la aplicación que describimos no es hipotética) es decidir qué acción debe realizarse en cada momento en cada uno de los invernaderos para mantener la sucesión de condiciones óptimas. Quizá será necesario encender la calefacción en uno, abrir una ventana en otro, etc. La toma de este tipo de decisiones es objeto de una ciencia que se denomina *teoría del control*, y que se apoya considerablemente en el álgebra de matrices, precisando, por consiguiente, del proceso de datos numéricos en gran escala.

Banca y contabilidad

Las aplicaciones contables y bancarias suelen requerir una aritmética menos compleja (sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, cálculo de interés compuesto, amortizaciones, etc.). Sin embargo, el volumen de este tipo de aplicaciones es, probablemente, superior a la mitad del total del proceso de datos numéricos que se realiza en estos momentos en el mundo. Piénsese que las entidades bancarias son aún, y han sido desde el principio, los mayores clientes de las compañías de computadoras y sus más importantes usuarios. También la realización de operaciones estadísticas consume tiempos de ordenador considerables, no tanto por la complejidad de las operaciones realizadas, como por la enorme cantidad de datos disponibles.

Cálculo científico

Finalmente, mencionemos el cálculo científico. Hoy es prácticamente impensable un centro de investigación o una universidad que no disponga de un buen servicio de ordenador. Entre sus aplicaciones más importantes debemos citar la simulación de todo tipo de procesos; el cálculo de trayectorias de satélites artificiales y vehículos espaciales; el estudio de los fenómenos aleatorios; la obtención de soluciones de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias o en derivadas parciales, tan frecuentes en la resolución de problemas físicos o de ingeniería; en fin, las múltiples aplicaciones del cálculo numérico.

Proceso de textos

Si el proceso de datos numéricos por ordenador es importante, el proceso de textos no le va a la zaga. En realidad, en ambos casos se trata de un proceso de números, pues los textos se introducen en la máquina codificando cada letra o cada carácter con un número determinado (que, a su vez, se expresa finalmente en el sistema binario de numeración, el único que la máquina entiende). Pero, como al mismo tiempo disponemos de pantallas alfabéticas, capaces de producir automáticamente los caracteres correspondientes a cada número, podemos trabajar con el ordenador como si éste, en realidad, contuviera en su interior los caracteres deseados.

La reciente aparición de programas de proceso de textos (editores, ajustadores automáticos) en ordenadores personales ha revolucionado la forma de trabajo de la oficina moderna. Ya es corriente ver que todas las secretarias están provistas de su correspondiente «estación de trabajo», que sustituye con éxito a la máquina de escribir y a gran parte de los ficheros tradicionales. Si estas estaciones se combinan con una impresora de textos de suficiente calidad, el resultado es muy superior a lo que antes se conseguía, y requiere un esfuerzo mucho menor. Además, es muy fácil realizar cambios, si es necesario, pues los textos producidos se archivan en medios de almacenamiento magnético (discos o diskettes), pudiendo utilizarse más tarde como punto de partida para una nueva edición, en la que los cambios deseados se introducen directamente sobre la pantalla.

Algunos de estos editores disponen de diccionarios ortográficos que permiten comprobar la corrección de cada una de las palabras del texto que se está componiendo y, en caso de duda, ofrecen al usuario las alternativas más probables para la palabra en cuestión. Estos analizadores de texto distinguen la mayor parte de los errores típicos, como la falta de una letra, la presencia de una letra sobrante, la inversión del orden de dos letras, etc. Algunos de estos programas son capaces de analizar miles de palabras en pocos segundos, con diccionarios que contienen información sobre cientos de miles de formas concretas, y ocupan un espacio relativamente pequeño en la memoria de un ordenador. El análisis ortográfico del inglés y del castellano por medio de estos sistemas es ya factible y se encuentra disponible en el mercado. Se está trabajando en la construcción de sistemas semejantes para otras lenguas.

Los programas más avanzados son capaces, si se desea, de ofrecer sinónimos de una palabra determinada, ayudando así a la corrección del estilo de los documentos producidos. Con todas estas ayudas, el trabajo del escritor es ahora mucho más eficiente que en el pasado, al disminuir conside-



Secretaria frente a su estación de trabajo que sustituye a la máquina de escribir y gran parte de los ficheros.

Aisa



Pantalla de un editor de textos.

rablemente el esfuerzo que antes tenía que dedicar a tareas monótonas y poco creativas, como el mecanografiado de los textos, la repetición de páginas corregidas, etc.

Existen también editores mucho más complejos que los que se utilizan en trabajos de secretaría, que permiten combinar varios tipos de letra diferentes, realizar paginaciones y ajustes casi perfectos, fundir textos con figuras, fotografías y otros elementos gráficos, y obtener los resultados sobre medios de impresión de calidad extraordinaria. Gracias a estos avances, el modo de trabajo en la imprenta y la rotativa modernas ha cambiado también por completo.

Lenguaje natural

Pero los objetivos del proceso de textos son mucho más ambiciosos. La comunicación del hombre con la máquina se haría más fácil para nosotros si pudiéramos utilizar el lenguaje natural, en el que los seres humanos estamos acostumbrados a entendernos, en lugar de tener que utilizar lenguajes de ordenador artificiales o, en el mejor de los casos, menús poco flexibles previamente preparados. No se trata sólo de que la máquina nos garantice la corrección ortográfica de un texto, sino también su corrección sintáctica, y que además sea capaz de extraer, de alguna forma, su significado.

El problema del análisis del lenguaje natural consiste en que nuestros idiomas contienen grandes dosis de ambigüedad, palabras con doble sentido, sintaxis flexibles y otras propiedades que dificultan su comprensión por las computadoras. Los lenguajes de ordenador empleados hasta ahora son, por el contrario, muy rígidos, lo que facilita considerablemente su análisis. Existen, sin embargo, aplicaciones que reducen la rigidez del lenguaje aceptado por el ordenador, haciéndolo aproximarse a alguno de los lenguajes naturales. Pero su sintaxis está constreñida por reglas artificiales, con lo que la comunicación entre el hombre y la máquina dista mucho todavía de poder considerarse «natural».

Algunos de los sistemas expertos que se construyen en nuestros días dan la impresión de que comprenden el lenguaje natural del ser humano que se comunica con ellos, pues en principio no ponen restricciones a la sintaxis ni a las palabras que éste puede utilizar. Sin embargo, se trata en realidad de casos incompletos. En primer lugar, estos sistemas están restringidos a temas muy concretos y específicos (como la medicina cardiovascular o la prospección petrolífera), lo que reduce considerablemente el ámbito del



Penta system

Los editores de textos complejos permiten compaginar y fundir textos con fotografías y otros elementos gráficos.

lenguaje con que el usuario puede dirigirse a ellos. En segundo lugar, y para ganar tiempo, el programa no suele analizar ni siquiera la sintaxis del texto que ha recibido, sino que se apoya únicamente en las palabras más importantes para tratar de deducir el posible significado de la frase, en el contexto de la conversación completa. Por último, si su sentido es aún dudoso después de todas estas restricciones y suposiciones, siempre le queda el recurso de preguntar directamente al usuario, con una frase de la forma «¿es esto lo que quiere usted decir?», a la que aquél se verá obligado a responder con un escueto «sí» o con una explicación más detallada de su frase anterior.

Un problema casi inverso, y evidentemente algo más sencillo que el análisis del lenguaje natural, es la construcción automática de textos correctos por una computadora. El caso más fácil, por supuesto, se reduce a dotar al programa de una biblioteca de frases prefabricadas, que utilizará cuando se presente la oportunidad adecuada. Esto limita las posibilidades del programa al número de frases que contenga su biblioteca, que puede ser tan grande como se desee, pero lo hace poco flexible, y más pronto o más tarde las frases comenzarán a repetirse, como en el caso del famoso programa ELIZA, que trataba de imitar la conducta de un siquiatra ante un enfermo.

En el caso más complicado, se dota al generador de textos de una gramática a la que deben adaptarse las frases producidas por él. Obviamente, no es necesario que esta gramática sea tan compleja como la de los lenguajes naturales para que los resultados de la generación tengan la apariencia de frases normales, de las que todos usamos cada día. Estos programas disponen además de un diccionario, de donde pueden extraerse las palabras más apropiadas para la parte de la oración que se está generando. A veces, la selección de las palabras es aleatoria, se realiza de acuerdo con el azar. Existe una aplicación, escrita en lenguaje APL por el poeta Juan Ruiz de Torres, que es capaz de producir poesías aceptables en lengua castellana.

Traducción automática

La traducción automática de textos de un lenguaje natural a otro diferente ha resultado ser mucho más difícil de lo que se pensó en los años cincuenta, cuando los propagandistas de la inteligencia artificial lanzaron las campanas al vuelo y previeron la aparición de sistemas prácticos de traducción para mediados de los años sesenta. Esta predicción, como todos sabemos, no se ha cumplido.

Como hemos visto al hablar del análisis de los idiomas naturales, éstos son extremadamente complejos, mucho más que los lenguajes de ordenador, para los que ya existen traductores en abundancia. La existencia de sinónimos, homónimos, ambigüedades y dobles sentidos, así como numerosas complicaciones gramaticales, hace muy difícil construir un programa que comprenda el sentido de una frase cualquiera. La cosa se complica aún más cuando debe trabajarse simultáneamente con dos lenguas naturales. Cualquiera que haya estudiado alguna vez un idioma extranjero sabe que la traducción literal, palabra por palabra, no produce casi nunca resultados, no ya aceptables, sino siquiera aproximados.

Una anécdota clásica explica bien las dificultades del caso. Cierto sistema de traducción automática vertía textos ingleses a la lengua rusa, y viceversa. Se le proporcionó, como prueba, la frase «the spirit is ready, but the flesh is weak» (el espíritu está dispuesto, pero la carne es débil), que se tradujo primero del inglés al ruso y de nuevo de éste al inglés, con el fin de comparar la frase original con el resultado de la doble traducción. Éste fue: «the vodka is good, but the meat is spoiled» (el vodka es bueno, pero la carne está estropeada). Naturalmente todo gira alrededor del doble sentido de algunas palabras: «spirit», que en inglés significa a la vez «espíritu» y «bebida alcohólica»; «flesh», que posee los dos sentidos de su equivalente español «carne» (alimento y cuerpo); «weak», que puede significar débil de fuerzas o de calidad.

Estado de las investigaciones

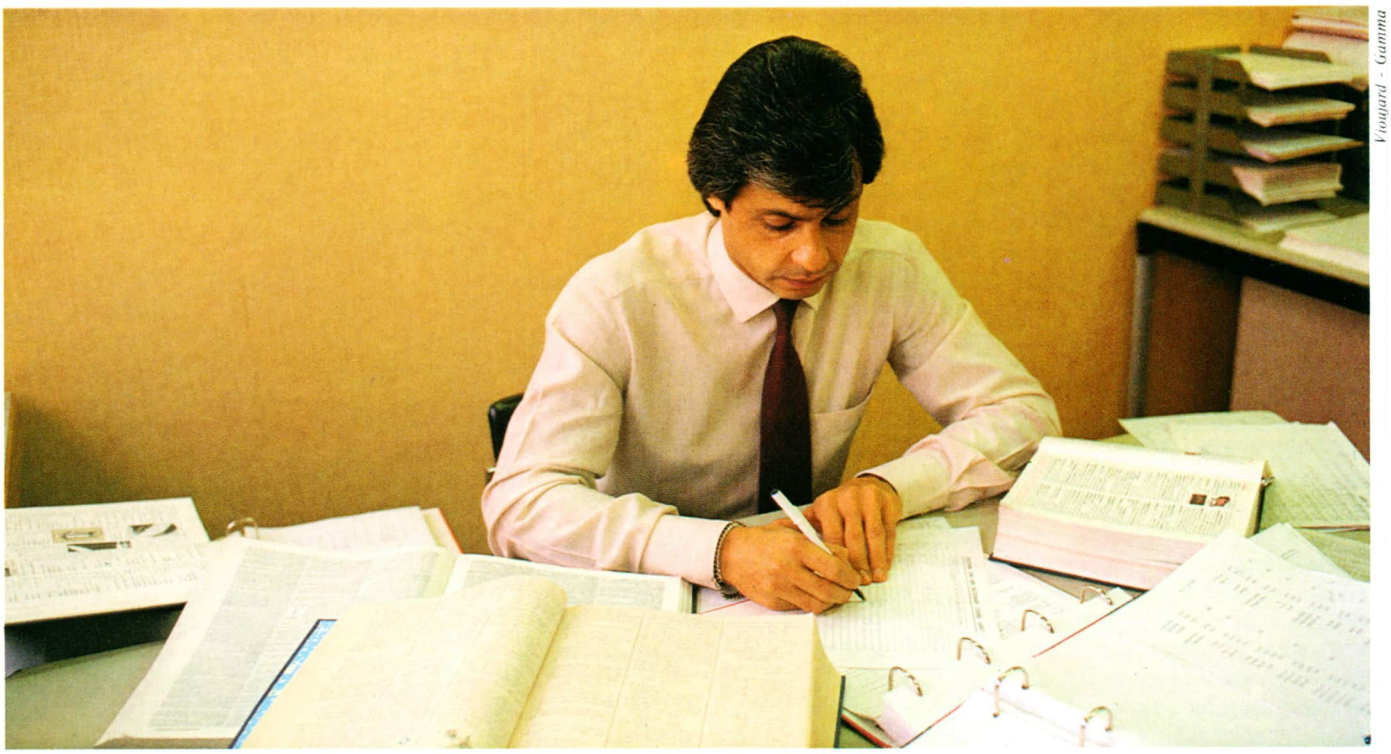
Es evidente que un buen traductor comprende el significado de las frases que traduce y utiliza esta comprensión en el proceso de la traducción. Por lo tanto, el traductor automático perfecto deberá esperar hasta que se haya resuelto el problema previo de conseguir que las máquinas entiendan el lenguaje natural. Como la investigación en este campo no está aún demasiado avanzada, hay que tomar las afirmaciones que se oyen, de vez en cuando, en el sentido de que la traducción automática está casi a la vista, como exageraciones optimistas sin demasiada base.

Los traductores profesionales alcanzan, normalmente, una eficiencia de unas doscientas cincuenta palabras traducidas por hora de trabajo. Teniendo en cuenta las dificultades de la traducción automática, los esfuerzos se encaminan actualmente en otra dirección: se trata de conseguir que las máquinas proporcionen un primer paso de la traducción, un texto que se aproxime lo más posible al resultado deseado, pero sin tener que ser perfecto. Después, un traductor humano podría tomar este texto como punto de partida, junto con el original, para corregir los errores introducidos por el programa y mejorar su estilo, consiguiéndose así eficiencias más altas que en la traducción directa.

Ordenador del sistema de traducción SYSTRAN.



Vioujard - Gamma



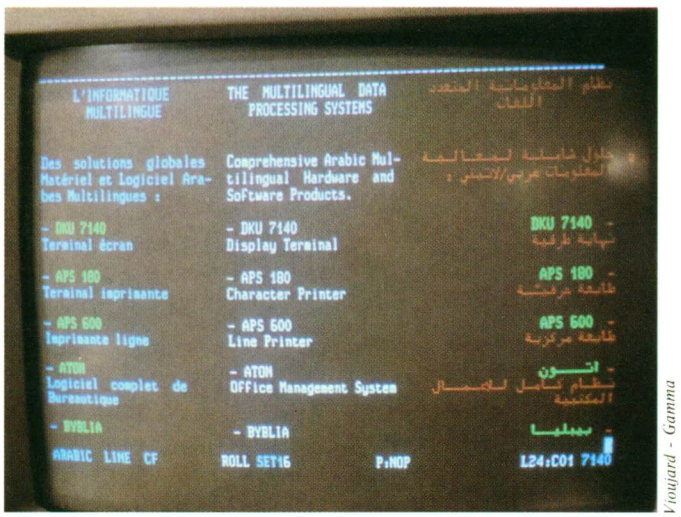
Viouard - Gamma

Preparación de textos para el sistema de traducción SYSTRAN.

De hecho, ya se venden diversos sistemas comerciales, algunos de los cuales traducen hasta 100 000 palabras por hora, mientras que otros (que, por supuesto, no son los mismos) alcanzan una corrección del 90 %. Estos sistemas proporcionan traducciones imperfectas, que después pueden corregirse manualmente. Existen traductores para el inglés, francés, castellano, alemán, italiano y japonés. Sin embargo, todos ellos distan de ser satisfactorios. La calidad de las traducciones resultantes suele ser mala, el estilo abominable, y el esfuerzo que se requiere para arreglar el resultado de la traducción y hacerlo elegante e inteligible es, a veces, mayor que el que habría sido necesario para que un traductor humano experto vertiera directamente el texto original.

En la Comunidad Económica Europea, con sus doce países miembros y sus nueve lenguas oficiales (alemán, castellano, danés, francés, griego, holandés, inglés, italiano y portugués), el problema de la traducción de textos de un idioma a otro alcanza proporciones extraordinarias. Por esta razón, en 1982 se inició un proyecto (EUROTRA) que tiene como objetivo la traducción automática de textos de una cualquiera de las lenguas oficiales a las otras ocho. El procedimiento lógico para llevarlo a cabo (empleado por algunas de las compañías privadas que se dedican a investigar en este tema) sería la creación de una lengua artificial intermedia, desprovista de homónimos y ambigüedades, a la que se traducirían los textos originales desde cualquiera de las nueve lenguas de partida, y a partir de la cual se obtendrían los resultados deseados mediante las correspondientes traducciones secundarias. De esta forma, tan sólo sería necesario construir dieciocho traductores diferentes (de cada una de las lenguas oficiales a la intermedia, y viceversa), relativamente sencillos (pues, en todos ellos, la lengua de partida o la de llegada estaría libre de ambigüedades), mientras que si se abordara la traducción directa de los nueve idiomas entre sí, el número de traductores necesarios sería igual a setenta y dos, y cada uno de ellos sería, además, muy complejo, por tener que habérselas con dos lenguas naturales a la vez.

Programa de ordenador preparado para su utilización en los idiomas francés, inglés y árabe.



Viouard - Gamma

Proceso de imágenes

La palabra y la imagen son las dos maneras fundamentales que utilizamos para recibir información del exterior y comunicarnos con nuestros semejantes. No es, pues, de extrañar que hagamos uso de ellas en nuestras relaciones e intercambios con los ordenadores electrónicos. Hemos visto cómo nos comunicamos con las máquinas a través de la palabra escrita y hablada. Ahora vamos a referirnos al proceso de la información visual.

Existen tres problemas fundamentales relacionados con el proceso de imágenes por ordenador:

1. Cómo hacer llegar a la máquina la información gráfica que debe utilizar.
2. Cómo construir programas que analicen, modifiquen y comprendan dicha información.
3. Cómo conseguir que el ordenador produzca información gráfica propia.

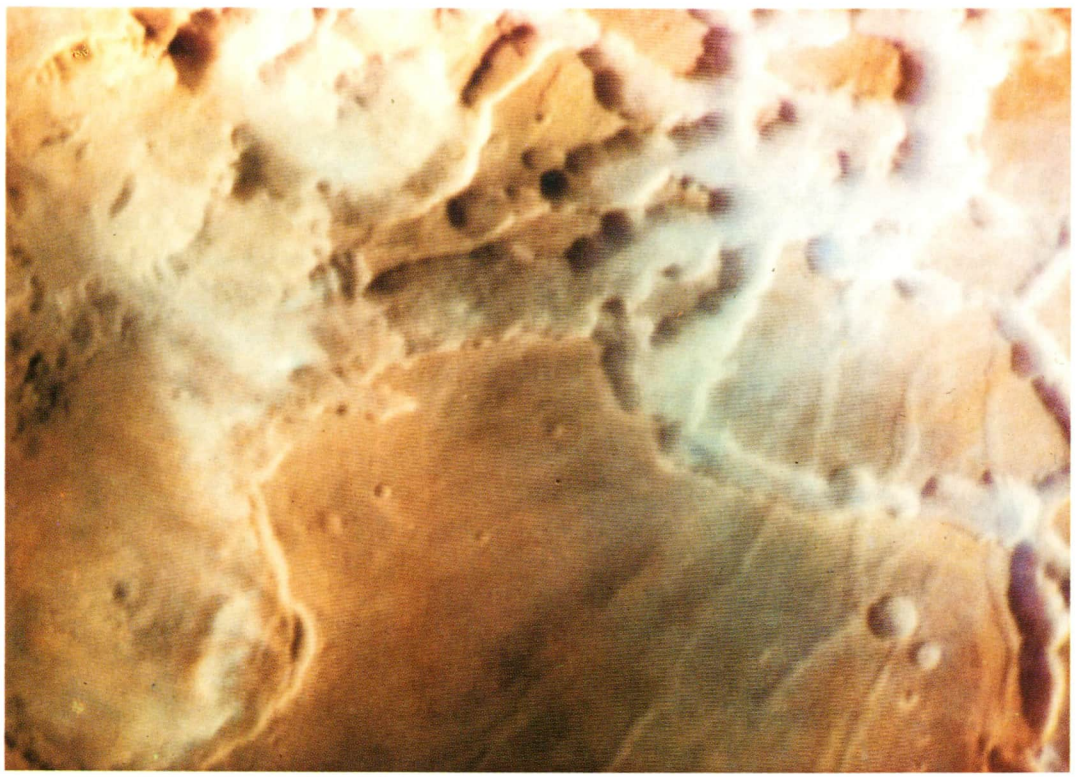
Todas las aplicaciones concretas relacionadas con el proceso de imágenes que podamos imaginar se construirán en la práctica por combinación de una o varias de las etapas anteriores.

Imágenes de los planetas

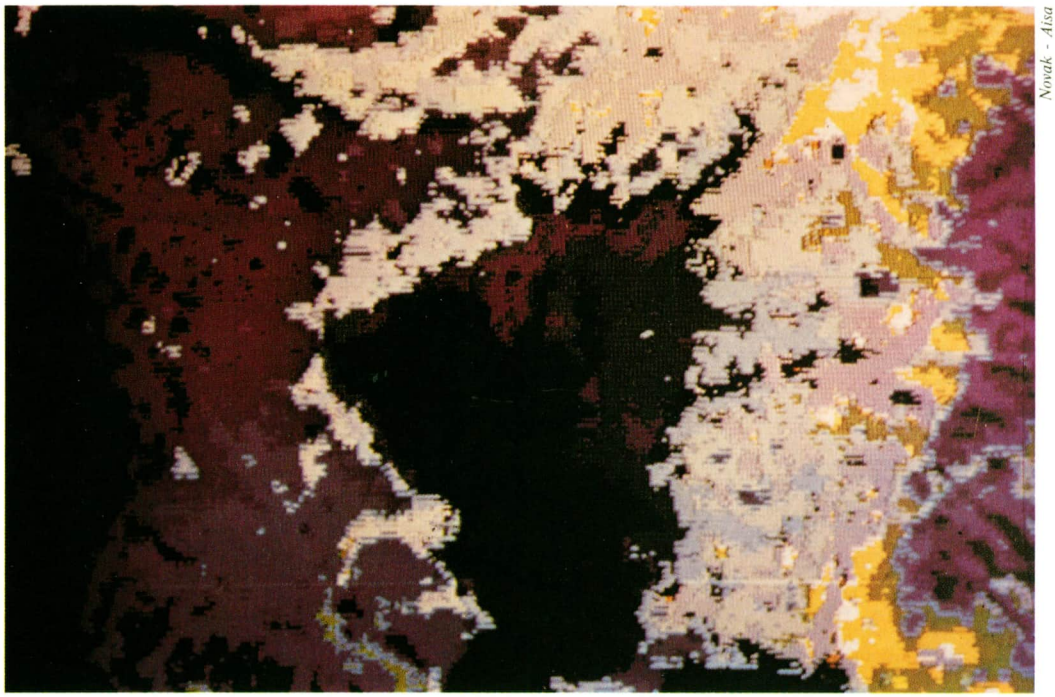
Veamos un caso concreto: los vehículos espaciales (como el Voyager II) visitan los planetas lejanos del sistema solar y obtienen fotografías de aquellos astros y de sus satélites. Antes de que la fotografía pueda ser enviada a la Tierra, es necesario digitizarla, es decir, convertir la información que contiene, de naturaleza continua, en una sucesión de ceros y unos. Para ello se hace uso de aparatos (digitizadores de imagen, microdensitómetros, etc.) que actúan de forma parecida a una cámara de televisión, pero con imágenes fijas: un rayo luminoso barre la fotografía (o la escena a fotografiar, pues a veces el digitizador está incorporado en la propia cámara) en una serie de líneas horizontales, cada una de las cuales se subdivide a su vez en numerosos puntos.

En conjunto, es como si la imagen quedara cuadriculada y constituida por gran número de áreas muy pequeñas. De cada una de estas áreas o elementos de imagen, que, en el argot de estas técnicas se denominan *pixels* (palabra obtenida por contracción de la frase inglesa *picture elements*), el digitizador de imagen extrae únicamente la información de si su aspecto es predominantemente claro u oscuro, clasificando su intensidad luminosa en una escala de valores enteros (niveles de gris). En el caso más sencillo, solamente se apreciarán dos niveles (blanco o negro). Si se trata del primero, se representará, por ejemplo, con un uno, y si es el segundo, con un cero. Repitiendo este proceso para cada uno de los pixels, habremos convertido la fotografía en una sucesión de ceros y unos (o de números enteros, que a su vez podrán expresarse en forma binaria), que puede transmitirse por medios ordinarios de comunicaciones (por ejemplo, por radio), e introducirse en la memoria de un ordenador.

Fotografía de Nocus Labyrinthus, en el planeta Marte, tomada por el módulo orbital del Viking-1.



Novak - Asa



Novak - Aisa

Fotografía de la llanura de Kantō, al este de Japón, transmitida por satélite.

Supongamos que ya tenemos en la Tierra la fotografía de Júpiter, Saturno, Urano o Neptuno enviada por el Voyager II. Nos encontramos ahora con un problema: la onda de radio que ha conducido hasta nosotros ha tenido que recorrer centenares de millones de kilómetros, a lo largo de los cuales se ha visto sometida a interferencias de las radioondas generadas por estrellas lejanas o por el Sol, pérdidas de intensidad, etc. Estos efectos pueden haber sido suficientes para que los ceros y unos que envió la cápsula espacial lleguen a la Tierra muy alterados: algunos unos pueden haberse convertido en ceros y viceversa. En fin: la imagen digitizada se ha superpuesto con grandes cantidades de ruido, hasta quedar casi irreconocible. ¿Es posible recomponerla?

Métodos de recomposición de la imagen

Efectivamente, existen métodos de tratamiento matemático de las imágenes que permiten eliminar una gran proporción del ruido y obtener fotografías nítidas a partir de un original borroso, disminuir o aumentar contrastes, reforzar los contornos, realzar objetos de ciertas características, etc. Por ejemplo, si la imagen está representada por una sucesión de valores de brillo (niveles de gris), cada uno correspondiente a un pixel, podríamos sumar cierto número (siempre el mismo) a cada uno de los términos de la sucesión, con lo que todos ellos se harían más intensos: habríamos aumentado así el brillo o luminosidad de la fotografía. Multiplicando todos los valores por una constante, conseguiremos aumentar las diferencias entre los distintos pixels, lo que significa que el contraste de la fotografía resultante será mayor que el del original. También puede representarse cada nivel de gris por un color diferente (método del falso color), lo que refuerza notoriamente las diferencias y contrastes que se pueden observar.

Los métodos más complejos de eliminación de ruido hacen uso del conjunto de toda la imagen, o al menos de parte de ella, para escoger las modificaciones apropiadas. Al igual que una onda sonora, una imagen bidimensional puede considerarse como una superposición de ondas de distintas frecuencias, mezcladas entre sí. El análisis matemático permite obtener las frecuencias de estas ondas, intensificar algunas y eliminar otras, reforzando así los contornos de las imágenes y haciéndolas mucho más nítidas. Los efectos que se consiguen de esta manera son espectaculares, y tienen aplicación en medicina (para aumentar el contraste de las radiografías), biología y física de los materiales (para mejorar las imágenes obtenidas con microscopios electrónicos), geología (análisis de fotografías de satélites), astronomía, etc.

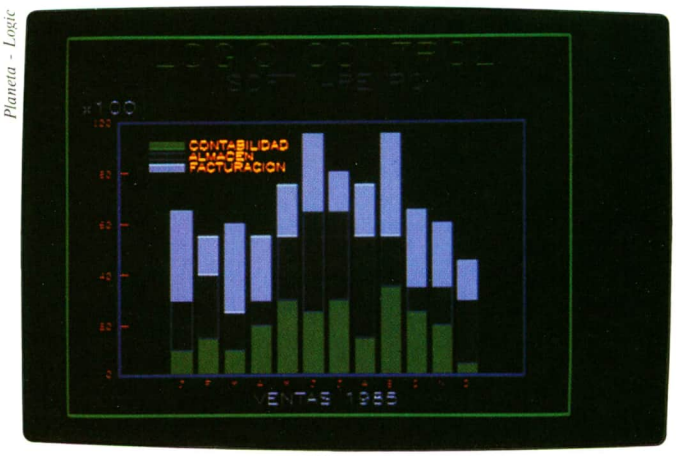
Una vez que el ordenador ha procesado la imagen recibida, es preciso reproducirla de una manera inteligible, ya sea sobre el papel, en una pantalla, diapositiva, etc. Para conseguirlo existen toda clase de instrumentos de presentación de gráficos, algunos de los cuales alcanzan precisiones de millones de pixels y pueden representar miles de colores y matices diferentes. Obviamente, cuanto mayor sea el número de líneas de que dispone la pantalla y el número de pixels por línea, más pequeño será el elemento de imagen y mayor el grado de detalle y la nitidez que se podrá obtener en ella.

Imágenes de la Tierra

Hemos visto que la obtención de fotografías de los planetas lejanos pasa por las tres etapas mencionadas: digitización de la información visual, proceso de la misma por el ordenador y presentación en un dispositivo gráfico adecuado. Una aplicación parecida a la anterior es el análisis de las fotografías tomadas por los satélites Landsat,

que luego pueden aprovecharse para la planificación de los recursos terrestres, hacer estudios geográficos o geológicos de los terrenos, analizar la distribución de los cultivos, etc. En este caso, los satélites obtienen no una, sino cuatro copias de cada fotografía de una región determinada, cada una de las cuales ha sido tomada en una longitud de onda diferente (dos en el espectro visible, y otras dos en el infrarrojo) y, por lo tanto, representarán imágenes ligeramente distintas entre sí.

Supongamos que representamos tres de estas copias de una misma imagen sobre la misma pantalla, la primera en color rojo, la segunda en verde, y la tercera en azul. Estos colores no tienen por qué coincidir con las longitudes de onda correspondientes a las fotografías originales, por lo que obtendremos una representación en falso color al superponer las tres imágenes. Pero ahora los colores nos indicarán de qué manera refleja cada porción del territorio las distintas longitudes de onda, lo que nos permitirá diferenciar entre sí diversas clases de terreno, las cosechas que crecen en ellos, e incluso la aparición de enfermedades en los cultivos agrícolas.



Planeta - Logic

Gráficos para la presentación de datos numéricos.

Representación gráfica y tridimensional

En todos los ejemplos de tratamiento de imágenes que hemos visto hasta ahora, es necesario pasar por las tres etapas del proceso, pues se trata de obtener imágenes mejoradas a partir de otras preexistentes. En otro tipo de aplicaciones, el objetivo es muy diferente. Puede ser, por ejemplo, la presentación de datos numéricos en forma gráfica. Existen muchas aplicaciones de este tipo. Los datos de partida se introducirán directamente o se obtendrán en la propia computadora como resultado de cálculos realizados sobre otros datos previos, resolución de modelos de simulación, análisis estadísticos, etc. Estos datos pueden, a su vez, representarse de múltiples maneras: diagramas cartesianos, logarítmicos o semilogarítmicos; diagramas de barras verticales u horizontales; diagramas de sectores; pictogramas, etc. A veces (si se trata de datos geográficos) es conveniente combinarlos con mapas previamente digitizados.

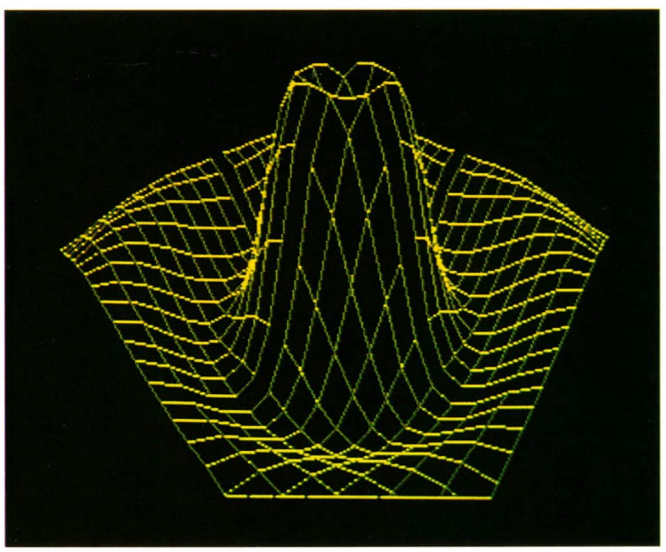
La presentación de dibujos bidimensionales o tridimensionales es un campo totalmente diferente y, en general, mucho más complicado que el anterior. El diseño de ingeniería y arquitectura es su aplicación más importante. Los problemas a resolver en este caso tienen que ver con la construcción interactiva de esquemas, dibujos o diagramas, la selección de partes de la imagen, la aplicación de funciones gráficas o geométricas a dichas partes (translaciones, giros, simetrías, cambios de tamaño, obtención de copias, borrado, coloreado, llenado, dibujo de bordes).

Cuando las imágenes son tridimensionales, el problema se complica aún más. Hay que tener en cuenta, entonces, cuestiones como la localización de líneas ocultas (cuando un objeto tapa a otro), la transparencia, la dirección de la iluminación, si las superficies están llenas o vacías, el sombreado, el matizado de superficies, la perspectiva.

Todos estos métodos pueden utilizarse también para producir imágenes generadas automáticamente por el ordenador, sin intervención humana inmediata. Estas escenas sintetizadas pueden después modificarse para obtener otras muy parecidas, que a su vez se combinan y proyectan en rápida sucesión, para producir efectos de animación. A veces, el propio programa es capaz de presentar la escena en movimiento sobre la pantalla gráfica.

Por último, es preciso citar la visión de máquinas, un campo donde se llevan a cabo importantes esfuerzos de investigación, y que tiene por objeto mejorar las técnicas de proceso de imágenes y reconocimiento de formas, de tal manera que el ordenador sea capaz de recibir una imagen del mundo exterior y reconocer las diversas componentes de la misma. Pensemos en un robot utilizado en fabricación, que debe escoger un tornillo o una herramienta entre varios objetos situados a su alcance. Como en este campo se utilizan las técnicas de la inteligencia artificial, aplazaremos su descripción hasta el capítulo dedicado a las aplicaciones de esta rama de la informática.

Diseño gráfico realizado por ordenador.



A.G.E.

Proceso de sonido

La investigación moderna en proceso de datos intenta hacer cada vez más fácil el intercambio de información entre la computadora y la persona que la utiliza. Hemos visto cómo el análisis del lenguaje natural es uno de los caminos que persiguen este objetivo. Pero hay otro, quizá más ambicioso y estrechamente relacionado con él, que haría posible que los ordenadores electrónicos fuesen utilizados eficazmente por personas que actualmente se sienten imposibilitadas para hacerlo, o al menos en inferioridad de condiciones, por la necesidad de mecanografiar todas y cada una de las órdenes que han de darle a la máquina.

Si resultara posible conseguir que los ordenadores «comprendieran» la palabra hablada (es decir, que fueran capaces de traducirla al texto escrito correspondiente), la relación entre el hombre y la máquina se facilitaría considerablemente. En primer lugar, la voz humana es nuestro medio más rápido de transmisión de información: casi el doble que el teclado, para un buen mecanógrafo, y bastantes veces más para el hombre medio. En segundo lugar, el uso de la voz para dar órdenes a la computadora dejaría a quien la usara considerable libertad de movimientos: no tendría obligación de permanecer sentado delante del terminal (bastaría que se mantuviera al alcance del micrófono), sin contar con que podría utilizar las manos para otros menesteres distintos de la transmisión de datos, o para otras formas de realizarla.

Para comprender el lenguaje hablado habría que construir programas que fueran capaces de analizar la voz humana (recogida mediante un micrófono), separar las distintas palabras de la frase pronunciada, y traducir cada una de ellas a la ortografía correcta. El texto producido por estos programas podría pasar directamente al sistema operativo o a la aplicación de que se trate, exactamente igual que si se le hubiese introducido mediante un teclado, como se hace en la actualidad, o bien podría pasar a un programa de comprensión del lenguaje natural, combinándose con éste para formar un sistema aún más flexible.

Dificultades del análisis de la voz

El análisis de la voz humana presenta dos problemas fundamentales. El primero consiste en que cada persona pronuncia las palabras de manera ligeramente distinta: existen diferencias de timbre (la mezcla de frecuencias que constituye el sonido completo), de tono (la voz puede ser más aguda o más grave) y de intensidad sonora. No sólo esto: una misma persona puede presentar también diferencias considerables en su forma de hablar de un momento a otro. Podemos expresar una frase con más o menos énfasis, subiendo o bajando el tono, gritando o en voz baja, con la voz normal o alterada por las emociones o por un simple resfriado. Estamos acostumbrados (y preparados genéticamente) para tener en cuenta todas estas consideraciones y comprender la misma frase dicha por varias personas o por una sola en diferentes circunstancias. Aún así, especialmente cuando hablamos en una lengua extranjera, nos resulta a veces bastante difícil. De lo que se trata ahora es de conseguir que una máquina sea capaz de hacer lo mismo.

El segundo problema consiste en que, al hablar, unimos las palabras unas con otras y formamos sucesiones continuas de sonidos, que la persona que escucha debe separar mentalmente en sus elementos componentes para poder comprender la frase. Además, muchas veces (como en el caso de las palabras homófonas) hacemos uso de información previa sobre la estructura de la frase (la sintaxis) para



El uso de la voz para mantener contacto con el ordenador deja total libertad de movimientos al usuario.

Viaujard - Gamma

distinguir unas palabras de otras, lo que dificulta aún más el proceso. En este caso, el ejemplo de las conversaciones en lenguas no maternas pone aún más palpablemente al descubierto las dificultades. Tengamos en cuenta que, para un ordenador electrónico, la voz humana es equivalente a lo que para nosotros es una lengua extranjera. Y estamos tratando de enseñarle a comprenderla de una forma que no difiere demasiado de la que utilizamos cuando estamos en el mismo caso.

Los primeros sistemas que enfocaron el problema de la comprensión de la voz humana fueron construidos en los años sesenta, y abordaron tan sólo el objetivo de la comprensión de palabras aisladas. Así podía eliminarse el segundo problema, pero quedaba la cuestión del primero. En principio, se trataba de reconocer palabras pertenecientes a un diccionario muy reducido (de poco más de un centenar de términos), pronunciadas por una persona concreta, a quien se adaptaba el sistema reconocedor.

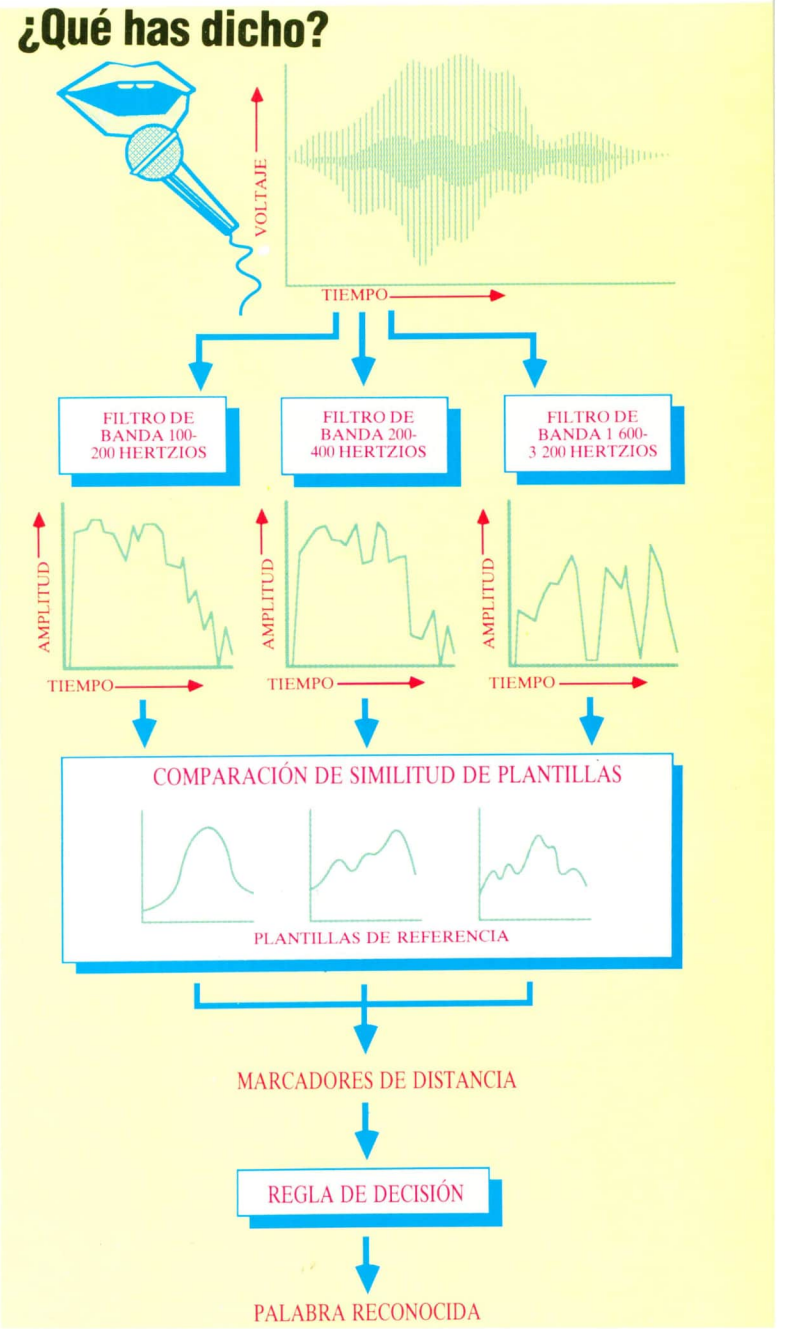
En los últimos años, sin embargo, se ha avanzado bastante. Hoy existen sistemas que utilizan técnicas de inteligencia artificial y que contienen reglas gramaticales, que les ayudan a resolver el problema de la separación de palabras. Estos sistemas son capaces de traducir frases completas, con diccionarios de más de un millar de términos, que pueden ser pronunciados por varias personas diferentes. Pero todavía queda mucho por hacer.

Generación automática de la voz

Para facilitar aún más la relación entre el hombre y la máquina, no nos basta con que ésta sea capaz de entendernos: sería también conveniente que pudiera respondernos en voz alta y en nuestra propia lengua. Este problema, en esencia, está ya resuelto, pero es mucho más sencillo que el anterior. En efecto, es suficiente que la computadora tenga acceso a una pequeña biblioteca de sílabas previamente grabadas por seres humanos, o generadas automáticamente mediante técnicas conocidas desde hace tiempo, para que, combinándolas, pueda generar numerosas frases. El programa podrá complicarse más o menos para hacer la voz resultante lo más agradable posible a nuestro oído, pero como el reconocimiento de las palabras pronunciadas es, en este caso, cuestión nuestra, y somos expertos en ellos, está resuelta la parte más difícil del trabajo.

Una aplicación concreta de la generación automática de la voz, que ha recibido gran difusión en los medios de comunicación durante los últimos años, es la máquina de leer en voz alta. Se trata de un ordenador que es capaz de analizar un texto escrito en una hoja de papel y pronunciar con voz comprensible lo que contiene. La utilidad de este tipo de máquinas es evidente: los ciegos, por ejemplo, podrían tener acceso inmediato a la lectura de todos los libros impresos que existen, sin quedar restringidos a los pocos que se publican en el alfabeto Braille, y sin necesidad de aprender éste.

Una máquina lectora consta de tres componentes. La primera es un dispositivo de entrada de la información visual, que introduce en la memoria de la máquina una imagen del papel donde está escrito el texto que ha de leerse. La imagen puede producirse mediante una cámara de televisión, o por medio de un digitizador por barrido de líneas, semejante a los que se utilizan en las máquinas fotocopiadoras. La segunda componente es un reconocedor de símbolos alfabéticos, que convierte la imagen (que, en definitiva, no es más que una sucesión de puntos negros y blancos) en el texto correspondiente. Por último, la tercera componente es un sistema de generación automática de voz, que pronuncia dicho texto. Existen ya sistemas comerciales que combinan todas estas características y proporcionan resultados aceptables.



Esquema de un sistema de reconocimiento de voz.

Tecnología de la información

Sistemas de información

La continua evolución tecnológica y las demandas crecientes de la sociedad hacen que actualmente nos encontremos a las puertas de una revolución en el mundo de la informática. Esta revolución gira en torno a lo que se ha dado en llamar la tecnología de la información.

Hemos visto que la informática ha ido desplazando el acento desde la mera realización de cálculos al procesamiento de datos. Actualmente se está pasando a un concepto más amplio: el procesamiento de la información. La información se caracteriza por la gran riqueza de datos relacionados entre sí con un alto significado. En el proceso de datos, se dispone de gran abundancia de datos, pero al no estar altamente relacionados entre sí, es el receptor de los mismos quien tiene que interpretarlos.

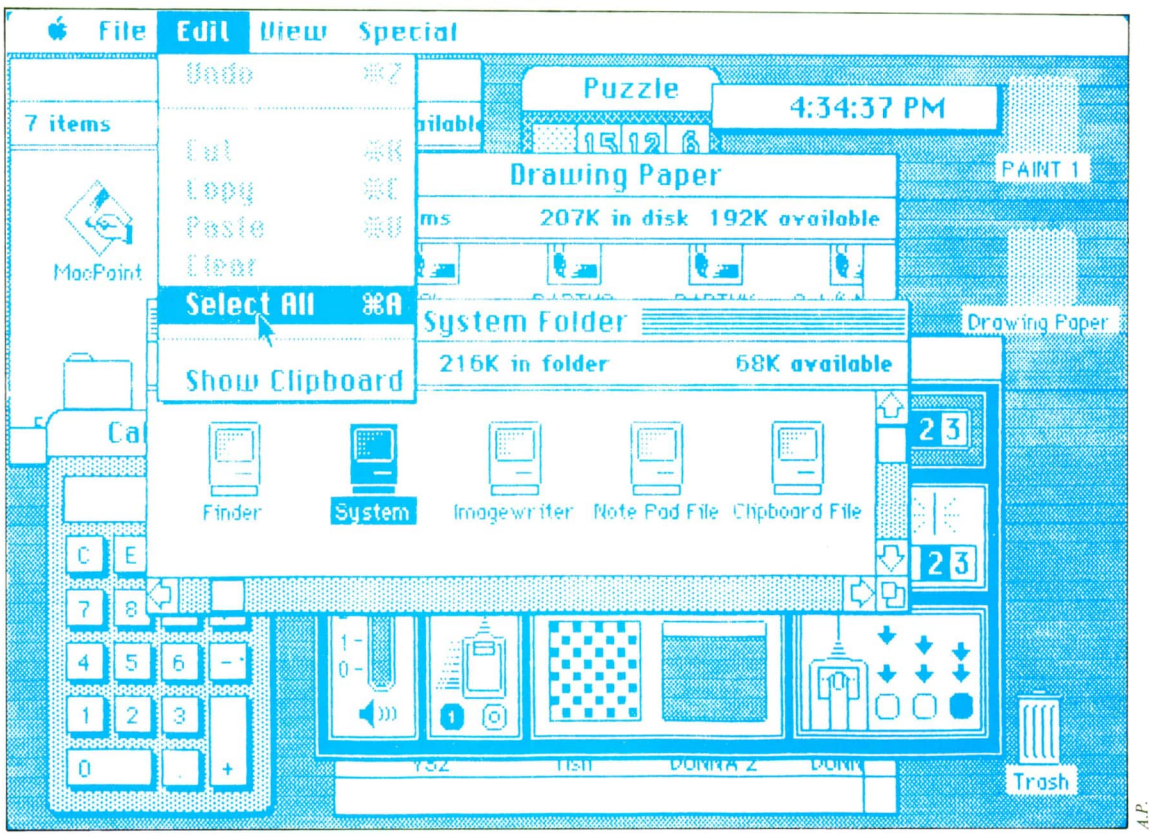
En el procesamiento de datos típico se procesan ficheros compuestos por registros con un mismo formato. Por ejemplo, el fichero de clientes de una empresa se compone de tantos registros como clientes existan. Cada uno de ellos suministra una serie limitada de datos seleccionados: nombre, dirección, saldo, facturación acumulada, etc.

Los sistemas de información ofrecen bloques enteros de datos con alto contenido informativo. Por ejemplo, podemos acceder no sólo a los datos concretos de cada cliente, sino que podemos también obtener en un momento determinado la correspondencia cruzada con ese cliente sobre un tema determinado, los planos del producto suministrado, un gráfico con la evolución de los pedidos mes a mes, etcétera.

La llamada tecnología de la información comprende un conjunto de técnicas informáticas avanzadas para la captura y emisión de la información, y su almacenamiento, comunicación y procesamiento.

En la captura y emisión de la información existe, por ejemplo, la entrada de datos a través de pantallas táctiles, ratones y lápices electrónicos, reconocimiento y generación de voz, lectura automática de textos y documentos, reconocimiento de formas, gráficos, imágenes, etc. Frente al teclado y pantalla, como dispositivos privilegiados, actualmente aparecen nuevos dispositivos y técnicas a través de las que el ordenador puede captar y emitir información más cercana al mundo real y más apta para ser reconocida por el usuario.

En el almacenamiento de la información se camina hacia técnicas revolucionarias tales como el disco digital por láser, capaz de almacenar volúmenes de información muy por encima de los actuales. Aparecen bases de datos y bases de conocimientos de gran amplitud y alto contenido informativo, que ofrecen una serie de facilidades de consulta interactiva.



Nuevos dispositivos, como las ventanas superponibles y los iconos, facilitan la labor del usuario en la captura y emisión de la información.

A.P.

En la comunicación de la información, la unión de los ordenadores y de las líneas de comunicación (telefónicas, por radio y por satélite) da origen a la teleinformática y el teleproceso. Ello permite conectar entre sí varios ordenadores, produciéndose el intercambio mutuo de todo tipo de información. Se están generalizando rápidamente las redes de comunicación de ordenadores, unas de tipo local (por ejemplo, dentro del ámbito de una empresa) y otros de tipo público. La conexión de redes de ordenadores a grandes bases de datos permite la circulación de la información a una escala hasta ahora desconocida.

En cuanto al procesamiento de la información, aparecen los sistemas concurrentes, ordenadores capaces de ejecutar varios procesos a la vez, al estar dotados de múltiples unidades de procesamiento. Ello permite seguir la evolución de cada proceso a través de diversas ventanas en la pantalla que el usuario puede abrir y cerrar a voluntad.

En los nuevos sistemas de información el operador o el usuario ya no tiene que emitir comandos de sintaxis rígida y de sentido más o menos críptico, sino que las diversas opciones de trabajo aparecen en las pantallas en forma de *iconos* o pequeños símbolos gráficos que el usuario puede usar, seleccionar y reconocer con toda facilidad.

La programación de ordenadores tiende a efectuarse a través de los llamados lenguajes de cuarta generación. Mediante estos lenguajes, el usuario no necesita indicar al ordenador la forma en que ha de realizar un trabajo, como sucede con los lenguajes actuales, sino que se limita a comunicarle qué trabajo desea realizar y el ordenador determina cómo hacerlo.

En los nuevos sistemas de información el usuario ya no trabaja con diversos programas, sino que maneja paquetes integrados cada vez más potentes. Con ellos puede hacer procesamientos de texto, cálculos, gráficos o establecer comunicaciones, dentro del mismo programa.

El proyecto japonés de quinta generación de ordenadores es un buen exponente de lo que pretenden ser los sistemas de información del futuro y los propios ordenadores.

A.P.



Los grandes ordenadores comerciales pueden ejecutar cientos de programas simultáneamente y servir a miles de usuarios mediante su conexión a los nuevos sistemas de telecomunicación.

Sistemas de procesamiento de datos

El ordenador no es más que una máquina que ejecuta de forma automática una serie de instrucciones contenidas en un programa suministrado inicialmente por el operador o usuario. Estas instrucciones tienen por objeto, en síntesis, tomar unos datos de entrada, procesarlos internamente efectuando cálculos, ordenaciones y otras manipulaciones y ofrecer los resultados o datos de salida en la forma prevista en el programa.

Un ordenador es un sistema o máquina compleja, compuesta por varios dispositivos cada uno de los cuales realiza una función determinada. Estas funciones son:

- entrada de datos,
- procesamiento de datos,
- salida de resultados,
- almacenamiento de datos.

La entrada de datos, procesamiento de datos y salida de datos finales constituyen las tres funciones principales. La otra función de almacenamiento de datos, con ser muy importante, es de naturaleza auxiliar. Los datos que se almacenan son los datos de entrada, lo que permite su procesamiento en momentos posteriores y los datos de salida o resultados, cuando se prevé que van a ser nuevamente procesados.

Estructura de un sistema de procesamiento de datos

Se compone de dos partes: el sistema físico o conjunto de dispositivos que llevan a cabo las diversas funciones de un ordenador y el sistema lógico o conjunto de programas conteniendo las instrucciones para la realización de diversos trabajos.

El sistema lógico es lo que caracteriza en todo caso al ordenador como máquina universal. El ordenador no es una máquina especializada en un trabajo concreto, como puede ser una prensa hidráulica, sino que es una máquina programable, apta para la realización de trabajos de naturaleza distinta. Basta con suministrarle el programa adecuado para que el ordenador pase sucesivamente a calcular una nómina, imprimir unas facturas, calcular unas fórmulas, elaborar unos gráficos, realizar un procesamiento de textos o controlar una instalación determinada.

El ordenador en la empresa

Sistema informativo y sistema informático

Actualmente se observa una variación significativa en el enfoque que tradicionalmente ha aplicado la informática a la resolución de problemas de tipo empresarial. El enfoque clásico ha consistido en la resolución puntual de las necesidades de procesamiento de datos a medida que dichas necesidades se iban definiendo. Ello ha dado como resultado un desarrollo de sistemas informáticos no planificados, repetitivos e incoherentes, tanto por lo que respecta a la compra de material, como al desarrollo de sistemas lógicos. Este enfoque se traduce igualmente en importantes redundancias de datos y un gran desorden en las bases de datos explotados.

En este sentido, la gestión integrada se entiende sobre todo como una herramienta en manos de la empresa para la gestión y realización de su sistema informático. No se trata tanto de conseguir un buen programa de contabilidad con los aditamentos clásicos de mecanización de almacenes, facturación, etc., sino, sobre todo, de ofrecer un marco o herramienta informática que pueda adaptarse en cada momento a las necesidades de la empresa y evolucionar de modo coherente y manteniendo en todo momento su consistencia interna.

Desde el punto de vista de los datos, los cambios y las ampliaciones que la empresa realice en las sucesivas fases de la implantación y desarrollo de su sistema informático han de operar sobre una misma base de datos perfectamente definida y mínimamente redundante.

Desde el punto de vista de la aplicación o sistema lógico, esto significa adoptar un enfoque modular, que permita la adición o sustitución de nuevos módulos o aplicaciones sectoriales. Cada uno de estos módulos serían sistemas cerrados, mientras que la propia base de datos y el sistema en su conjunto serían sistemas abiertos, fáciles de modificar, ampliar, etc.

El enfoque clásico que la informática ha aplicado a la resolución de los problemas de tipo empresarial ha consistido en la atención puntual a las necesidades de procesamiento de datos a medida que éstas se iban definiendo.



Aisa

Conexión con la ofimática

Actualmente y como resultado del enfoque tradicional, el procesamiento electrónico de datos se realiza desde dos vertientes claramente separadas:

– Gestión integrada, que recoge el procesamiento de datos que se hallan más o menos relacionados con el aspecto contable o con el aspecto cuantitativo: contabilidad, facturación, almacén, etc. (procesamiento de datos en su sentido más clásico).

– Ofimática, que recoge nuevos aspectos del procesamiento de datos. Se trata, en general, del procesamiento de datos con gran significado, es decir, de información a veces resultante de la propia gestión integrada.

Con la gestión integrada se pretende unir ambos aspectos, o, por lo menos, facilitar una futura integración. Se pretende, por ejemplo, facilitar el uso de la base de datos propia de la gestión integrada para preparar un envío de cartas a clientes o proveedores, emisión automática de cartas, o notas, etc., a clientes que cumplen determinadas condiciones, emisión de pedidos a proveedores para artículos de almacén bajo mínimos y acceso a datos contables para su uso en hojas electrónicas sin necesidad de entrada propia de datos.

Igualmente, la gestión integrada debería incorporar en determinados procesos, ciertas capacidades de consulta al estilo de las bases de datos, característica de la que carecen los actuales paquetes de gestión integrada. Igualmente debería facilitar la modificación de salidas de impresora, así como la introducción de otras nuevas. Ello es tanto más importante cuanto que hay estudios que cifran en un 80 % la parte del coste de mantenimiento de programas originado en el deseo del usuario de modificar los formatos de salida.

En cuanto a la entrada de datos, debería ser posible realizar fáciles modificaciones o inclusiones de nuevos datos a entrar, en los módulos de entrada de datos por pantalla.

El objetivo de la gestión integrada consiste en admitir como un hecho central la evolución y la modificación del propio sistema, facilitando los caminos para esa evolución continua de forma interna a la aplicación, no de forma externa, como actualmente sucede, a través de la reprogramación continua de las aplicaciones.

Sistema cerrado o sistema abierto

El desarrollo de un paquete de gestión integrada supone una apreciable movilización de recursos humanos, materiales y, en último término, financieros. Ello hace que la mayoría de los actuales paquetes adolezcan de una serie de



Planeta - Logic

limitaciones, ocasionadas en ese alto coste de desarrollo, como las siguientes:

– paquetes de capacidades y funciones limitadas, de tipo artesanal;

– paquetes que se han desarrollado inicialmente para una empresa o cliente determinado y que luego se comercializan conservando buena parte de los aspectos particulares del cliente para el que se pensó;

– paquetes más potentes desarrollados por empresas fabricantes o comercializadoras de marcas de ordenadores y que no se adaptan a otras marcas;

– paquetes desarrollados por empresas de software completamente cerrados y, aunque muy parametrizados, de difícil ampliación a nuevas necesidades del cliente.

En general, estos paquetes, algunos de ellos de alta calidad, están cerrados y es difícil incluir nuevos procesos. Además, sus estructuras de datos están igualmente cerradas en la medida en que no admiten modificación o en que el



Planeta - Logic

usuario no dispone de su diseño a la hora de usarlos en nuevas aplicaciones.

Exportación de datos

Un aspecto fundamental para la consecución de estos objetivos es la posibilidad de exportar datos propios del sistema de gestión integrada hacia fuera del mismo. Esta exportación puede entenderse de dos maneras, según sea la entidad demandante:

– El propio usuario podrá determinar, desde la propia aplicación de gestión integrada, qué datos necesita y a dónde remitirlos. Este destino podrá ser un archivo que luego utilizará como entrada de datos para una hoja de cálculo, por ejemplo, o hacia un dispositivo periférico, tal como impresora, comunicaciones, etc.

– Un programa externo a la aplicación, pero consistente con ella, podrá requerir el suministro de información de la base de datos de la gestión integrada.

Por ejemplo, una aplicación de mantenimiento de listas podrá obtener los nombres y direcciones de los clientes que cumplen ciertas condiciones. Ello significa considerar, por un lado, la base da datos de la gestión integrada como un depósito o banco de datos de la empresa y los datos particulares de cada módulo o aplicación como subconjunto o vista parcial de la base de datos global.

La conexión entre la base de datos (vista global) y los diferentes módulos (vistas parciales), aplicaciones o usuarios que acceden en cada momento a la base de datos global se realiza a través de un módulo especializado en la recepción de demandas y su localización en la base de datos.

Este módulo gestor tiene como base de datos propia un diccionario de datos, al que el usuario podría acceder en cualquier momento. Este diccionario, además del nombre, descripción y atributos de cada elemento de la base de datos, ha de contener la correspondencia entre los datos del módulo y la base de datos, así como su dirección o forma de localización.

Un mismo dato podría accederse por diferentes programas o módulos con nombres diferentes. Un dato podría modificar su lugar de almacenamiento sin que por ello se viesen afectadas las diferentes aplicaciones que lo usan. De igual manera, podría cambiar de nombre o completarse la base con nuevos datos sin que por ello se modificase el resto de las aplicaciones.

Informes para la dirección y datos primarios

El enfoque anteriormente definido se refuerza al considerar el papel que cumple la gestión integrada dentro del sistema informativo de la empresa y como la debe percibir el director.

La empresa, a lo largo de su actividad diaria, genera multitud de hechos económicos de diverso tipo (compras, ventas, gastos, inversiones, costes, etc.). Estos hechos económicos han de ser debidamente clasificados, cuantificados y registrados de forma ordenada y racional. El tiempo transcurrido entre la aparición del hecho económico y su entrada en el sistema informativo ha de ser lo más corto posible.

La gestión integrada es la parte del sistema informativo de la empresa principalmente encargada de este proceso de captura de datos primarios, clasificación y emisión de informes con los datos primarios sintetizados.

La gestión integrada es la parte de más bajo nivel, ya que su misión fundamental consiste en la captura de datos primarios y un procesamiento inicial de los mismos, consistente básicamente en la emisión de informes de registro detallado, de síntesis y estadístico. De aquí que las características fundamentales de un paquete de gestión integrada han de tener:



Planeta - Logic



Planeta - Logic

– capacidad de entrada de datos fácil para el usuario, elaborada y con posibilidad de modificaciones;
– capacidad de registro de grandes volúmenes de datos y mantenimiento de archivos;
– capacidad de manejo de datos: clasificación, modificación, consultas rápidas, etc.;
– capacidad de emisión de informes previamente definidos y fácilmente modificables, así como de informes definidos por el usuario de forma puntual u ocasional.

Aunque la gestión integrada permite obtener tradicionalmente un buen volumen de información (balances de situación, cuenta de resultados, estadísticas de compras, de ventas, etc.), no es misión básica de la misma la obtención de informes para la gerencia. Este tipo de informes (origen y aplicación de fondos, cash flow, tesorería, etc.) se basan en los datos finales obtenidos por la gestión integrada, pero suponen un nivel mayor de síntesis y ejecutan procesos de datos de tipo diferente.

La mayoría de los paquetes de gestión integrada confunden estos dos niveles ofreciendo, generalmente en la aplicación de contabilidad, algunos informes para la gerencia. Ello va en perjuicio de estos últimos, ya que una buena aplicación de contabilidad general difícilmente puede ser al mismo tiempo una buena aplicación de gestión financiera.

De ello se desprenden ciertas características adicionales para la gestión integrada que proponemos y que debe poder:

– diferenciar y separar claramente la gestión financiera de la contabilidad, proceso de ventas, compras, etc.;
– elaborar una aplicación de gestión financiera mínimamente completa, sobre la base de los datos primarios ofrecidos por las otras aplicaciones;
– facilitar la exportación de datos hacia archivos accesibles por hojas de cálculo, terreno privilegiado para la obtencion de informes de gestión financiera puntuales y particularizados;
– ofrecer una gestión integrada completa, en la que cada tipo de dato primario, cada documento fuente de datos, quede tratado por algún módulo de la aplicación.

Interfase con el usuario

Mientras que el diseño interno de una aplicación permite obtener buenos resultados en cuanto a velocidad de ejecución y aprovechamiento de espacio de almacenamiento auxiliar (discos), el diseño de la interfase entre la aplicación y el usuario permite obtener programas que el usuario puede aprender fácilmente y manejar sin gran esfuerzo.

Además, este diseño permite la introducción de parámetros y modos de funcionamiento particularizados por el usuario lo que genera un mayor rendimiento del mismo ante el producto y una mayor confianza en sus capacidades.

La interfase con el usuario cobra actualmente una importancia creciente, en la medida en que los microordenadores han ampliado el espacio de aplicación de la informática a usuarios no especialistas.

En cada momento se define un nivel alcanzado o *state-of-the-art*. En relación con este punto, aparecen temas tales como el uso de menús particularizados, control del usuario simultáneo por menú y por comandos, tecleo anticipado de la entrada del usuario, hojas de especificaciones para salida de informes y pantallas de entrada, uso de ventanas con procesos concurrentes, particularización del ambiente de trabajo (formato de fecha, horas, decimales, etc.), posibilidad de abrir ventanas para trabajar en modo calculadora de bolsillo, entrada de comandos en modo interactivo, evitando al máximo el aprendizaje de sintaxis, etc.

Igualmente importante es la posibilidad de ofrecer al usuario un ambiente único de trabajo, ofreciéndole todo tipo de utilidades para gestión de discos y archivos (copia, formateo, etc.), evitando con ello el uso del sistema operativo como ambiente extraño a la propia gestión integrada.

Las nuevas telecomunicaciones

1 Correo electrónico
2 Télex
3 Teletex
4 Facsímil
5 Redes digitales
6 Telebanco

A nadie le choca hoy día, al entrar en su casa, dar a un interruptor y que el resultado sea la iluminación del espacio que le rodea. En un futuro no muy lejano y gracias al avance de las telecomunicaciones combinadas con la informática, desde el propio hogar o desde cualquier otro lugar, se podrá acceder desde un terminal a todas las necesidades de información por muy lejana e inaccesible que se halle la fuente.

La revolución que las telecomunicaciones están en curso de experimentar, combinada con la llamada revolución informática, tendrá un impacto previsiblemente mayor que el producido en su momento por la invención de la máquina eléctrica y la electrificación, a que dicha invención dio lugar.

Las máquinas que pueden conectarse a las redes de telecomunicaciones, es decir, los ordenadores, están experimentando un continuo abaratamiento y su manejo será cada vez más fácil; por otro lado, la interconexión de las redes es cada vez mayor.

Las posibilidades de establecer potentes redes de telecomunicación ejercerá un gran impacto en la estructura de la organización de la sociedad. Hasta épocas muy recientes, se ha seguido trabajando con el modelo industrial de la revolución del siglo XVIII, es decir, grandes concentraciones de trabajadores en polos industriales muy localizados, lo que ha dado lugar a una determinada forma de vivir. La revolución experimentada por las telecomunicaciones hace posible que el trabajo pueda ser descentralizado en cuanto al lugar donde se presta, ya que las redes permiten enlazar a los interlocutores cuando éstos necesitan comunicarse.

Asimismo las empresas pequeñas, que disponen de pocos trabajadores, tendrán acceso en el futuro a todas las facilidades que en la actualidad se dan en las organizaciones centralizadas y poderosas de las grandes empresas, porque habrá empresas cuya función primordial será vender información especializada.

Por consiguiente, la explotación y gestión de las redes de telecomunicaciones conformarán y determinarán el modelo de desarrollo de un país y ejercerán su influencia sobre la economía, la industria y la organización territorial, a la vez que es previsible que modifiquen substancialmente los hábitos de vida.

Al igual que pasó con la energía eléctrica, las zonas a las que no llegue la red quedarán subdesarrolladas.

Los elementos básicos que facilitarán esta revolución son:

- los satélites de telecomunicaciones,
- la fibra óptica,
- la digitalización de las señales.

El satélite de telecomunicaciones es el medio más poderoso de transmisión, tanto por la cantidad de datos transmitidos como por su amplio campo de acción. La digitalización de todas las señales hará cada vez más rentable este medio de comunicación. Por otra parte, el avance de la tecnología permitirá que las antenas empleadas actualmente (7 m) puedan ser reducidas a tamaños menores de un metro.

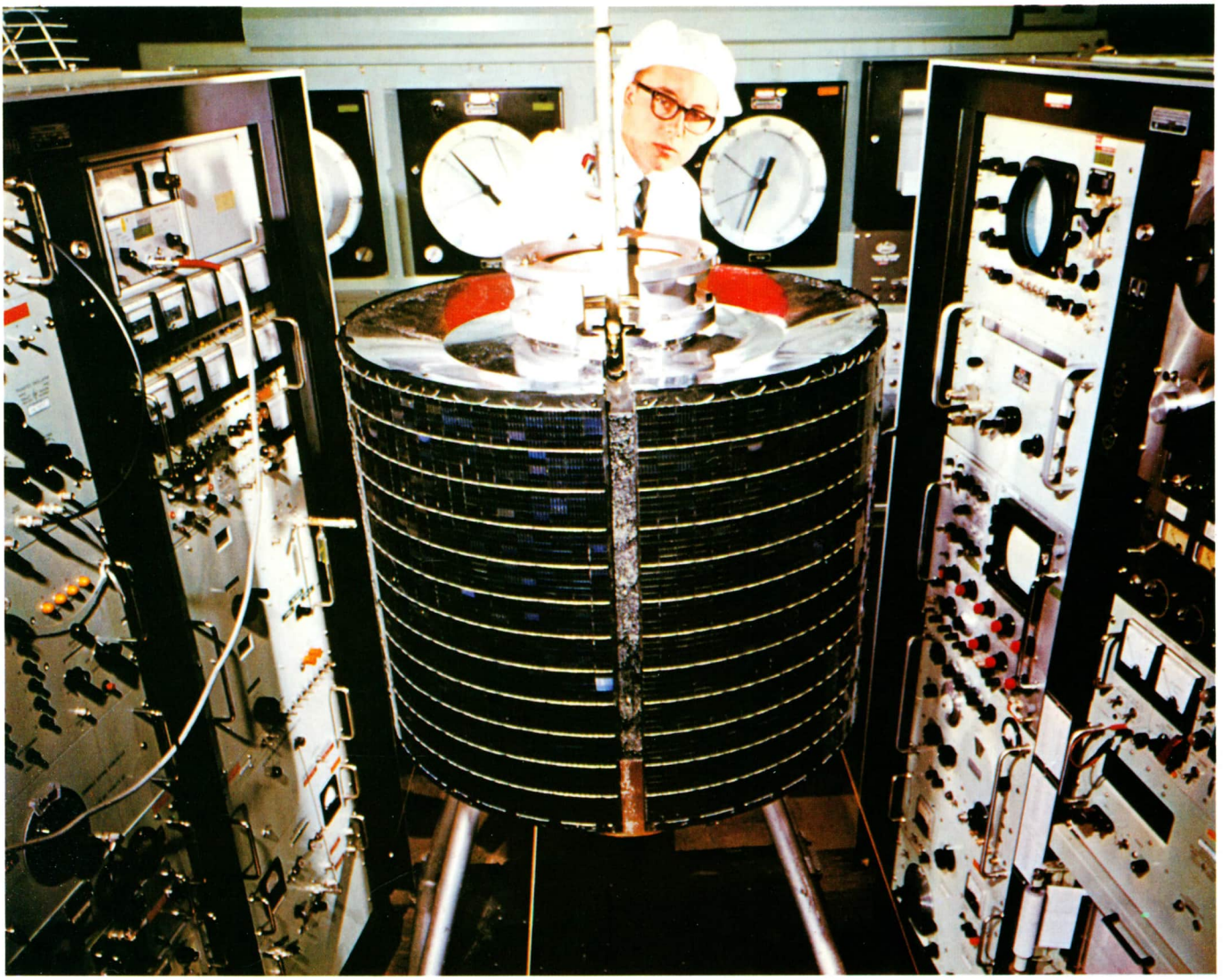
La fibra óptica irá gradualmente reemplazando al hilo de cobre en las comunicaciones terrestres. Para emitir a través de la fibra óptica se emplea un rayo láser. Mediante esta técnica se están alcanzando velocidades de transmisión de 420 millones de bits por segundo, en otras palabras, se puede transmitir el contenido de 50 libros de 500 páginas en un segundo.

La digitalización de todas las señales es lo que posibilita que esta revolución se pueda desarrollar en toda su amplitud, y que la señal no tenga que sufrir transformaciones durante el transporte del emisor al receptor. De lo que se trata, pues, es de convertir cualquier señal, ya sea de voz, sonido, video, etc., al lenguaje que hablan los ordenadores. De todas formas no hay que preocuparse mucho por esta conversión al lenguaje del ordenador, porque éste también podrá hablar nuestro lenguaje, lo cual será también otra revolución: poder hablar a las máquinas y que las máquinas nos contesten.

A lo largo de las páginas siguientes se describirán toda una serie de servicios que en los años venideros serán cada vez más frecuentemente utilizados gracias a la revolución de las telecomunicaciones: correo electrónico, transferencia electrónica de fondos, telecompra, teleeducación y teleseguridad.

No hay que olvidar que gracias a la revolución de las telecomunicaciones ha sido posible uno de los avances más espectaculares de la historia del hombre: la conquista del espacio.

Arch. Planeta



El satélite de comunicaciones es el medio de transmisión más poderoso tanto por la cantidad de datos transmitidos como por su amplio campo de acción. En la foto, el Early Bird, primer satélite comercial de comunicaciones, puesto en órbita en abril de 1965.

Correo electrónico

La recomendación X.400

Definiremos el sistema de mensajería electrónica como un sistema que permite enviar, recibir, distribuir y almacenar cualquier mensaje, ya sea oral o escrito, entre los abonados al servicio, independientemente del lugar, estancia, hora y presencia.

El C.C.I.T.T. (Comité consultivo internacional telefónico y telegráfico), considerando la gran importancia de este servicio de mensajería, lo ha normalizado mediante la recomendación X.400, con el fin de convertirlo en un verdadero servicio público internacional.

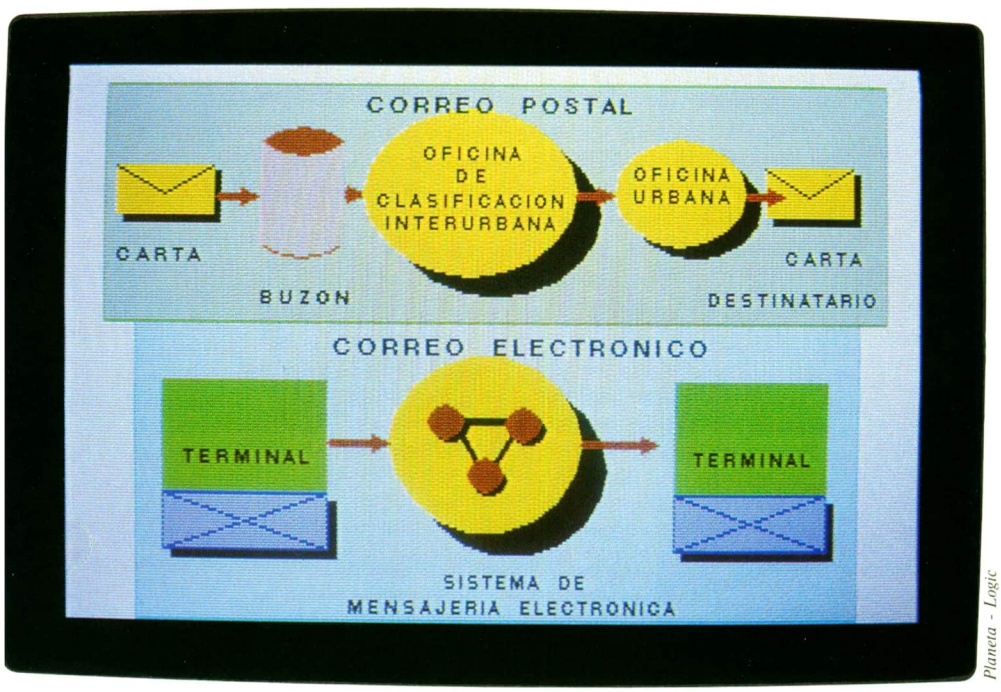
Este sistema normalizado permite el interfuncionamiento de los servicios telemáticos, es decir, el diálogo entre los servicios de télex, teletex, videotex y facsímil.

Sin embargo, muchas veces se confunde el correo electrónico con un servicio concreto, por ejemplo, con el teletex o el telex. La diferencia fundamental entre el sistema de mensajería de acuerdo a la recomendación X.400 y estos servicios es que mientras con el primero se entrega el mensaje al sistema en el punto más próximo a su localización y éste se encarga de llevarlo a su destino, en los otros la comunicación entre la máquina que manda el mensaje y la que lo recibe debe ser directa, es decir, hay que tener contestación del terminal llamado antes de enviar el mensaje. Si el terminal llamado está desconectado o está ocupado el mensaje no se puede enviar.

También muchas veces se emplea la expresión correo electrónico para indicar una comunicación terminal a terminal en un entorno local y con terminales idénticos.

Durante un largo proceso coexistirán los correos públicos con los privados. De hecho, en 1986 no existía todavía un correo público que cumpliera con la norma X.400, ya que ésta es de reciente publicación. Pero como las necesidades de disponer de un correo son tan obvias, se han producido una serie de desarrollos que permiten el envío, recepción, distribución y almacenamiento para un gran número de terminales, aunque no permitan el interfuncionamiento de los servicios telemáticos (teletex, facsímil, videotex). Algunos de estos correos privados que no cumplen con las recomendaciones X.400 van integrándose al mismo. El correo electrónico tiene como fin último la eliminación del papel para intercambiar correspondencia. Su funcionamiento es similar el servicio de correos denominado apartado de correos. En este caso, toda la correspondencia que recibe un abonado, se introduce en el buzón que lleva su número. De igual forma, en el correo electrónico toda la correspondencia que se recibe para un determinado abonado queda memorizada en un buzón electrónico en el ordenador. En el caso del apartado hay que ir a recoger la correspondencia y en el caso del correo electrónico el envío se realiza a través de la red y, por tanto, desde el propio terminal y una vez introducidos en el sistema, aparecen en la pantalla los mensajes recibidos desde la última entrada, pudiendo pasar a papel los mensajes que interesen que queden impresos mediante una impresora y borrar los que no interesen.

La posibilidad de pasar las cartas a formato comprensible para los ordenadores nos da una serie de facilidades como son: envío multidestino, envío a hora y fecha fija, protección de acceso al buzón mediante códigos secretos, etc. También, al permitir el almacenamiento de la corresponden-



Los dos modelos de correo: el postal tradicional y el nuevo sistema electrónico.

Planeta - Logic



Novac - Aisa

El correo electrónico no solamente va a desplazar al correo tradicional, sino que también producirá un gran efecto en el tráfico telefónico.

cia, facilitan su búsqueda por distintos parámetros como: nombres o seudónimos, iniciales, dirección, fecha, organización, cargo, etc.

Algunas aplicaciones de correo electrónico privado son de gran ayuda para el usuario, al que proporcionan editores potentes para componer los textos, así como diccionarios para corregir los errores gramaticales que se hayan podido incluir en los mismos.

Hasta ahora hemos hablado solamente de correo de textos; sin embargo, también existe correo de voz. Es posible almacenar un mensaje verbal en un ordenador y recuperarlo cuando se quiera o distribuirlo a una serie de buzones.

El correo electrónico no solamente va a desplazar al correo tradicional de correspondencia, sino que también producirá un efecto grande en lo que hace referencia al tráfico telefónico.

No siempre que se hace una llamada telefónica se encuentra al interlocutor. En más de un 60 % de casos, el interlocutor no está o no puede tomar la llamada o está comunicando. Por contra, en el correo electrónico no es necesario que nuestro interlocutor esté disponible, le podemos dejar el mensaje en el buzón, y como el mensaje es conformado antes de enviarse, el tiempo empleado en transmitirse es el mínimo. Esto hace que el costo pueda ser menor que si se hace por vía telefónica. Normalmente un mensaje que telefónicamente puede durar cinco minutos, si se manda por correo electrónico no llega a los dos minutos. Hay que contar, por otra parte, el tiempo que se ahorra el usuario, que también forma parte del coste de la comunicación.

El teléfono se reservará para aquellas comunicaciones que necesiten un diálogo interpersonal o que tengan un carácter urgente y no sea preciso acuse de recibo mediante el correo electrónico.

Al principio se ha dicho que no hay que confundir los servicios de télex, teletex, facsímil, etc., con el correo electrónico. Sin embargo, aunque esto es verdad, éstos fueron los primeros sistemas que permitieron intercambiar mensajes electrónicamente. El primero fue el telégrafo, al cual le sustituyó el télex y actualmente se está implantando el teletex.

Télex

Los antecedentes históricos del envío de mensajes mediante telegrafía se remontan al siglo XVIII, en el que se introducía un elemento óptico para la transmisión de mensajes. Los mensajes se mandaban desde unas torres estratégicamente situadas en los puntos que se querían comunicar y, mediante códigos luminosos, se lograba la comunicación.

Un salto importantísimo lo da Morse cuando, mediante un sistema de telegrafía alámbrica a través de la electricidad, posibilitó la transferencia de mensajes a grandes distancias. Estos mensajes debían ser codificados antes de su transmisión. En el extremo receptor se realizaba la operación inversa.

Las investigaciones se enfocaron posteriormente a la creación de una máquina que permitiera la codificación automática. Estos aparatos se denominan teleimpresores y hacen las funciones de una máquina de escribir con un valor adicional, consistente en la codificación, mediante una serie de impulsos, de los caracteres que se quieran transmitir. Un equipo totalmente compatible con el extremo transmisor entiende la codificación de estos impulsos y los transmite al papel del aparato teleimpresor receptor.

Con el fin de que el mensaje estuviera preparado y corregido antes de la transmisión y se optimizara el tiempo de ocupación de la línea, se ideó un método que permitía escribir el mensaje y pasarlo a una cinta perforada. Una vez lograda la comunicación, es decir, el establecimiento del circuito entre el extremo transmisor y receptor, se pasaba la cinta perforada por un dispositivo del teleimpresor y se transmitía el mensaje.

Podemos definir pues el servicio télex como un servicio público que facilita la comunicación entre los abonados mediante teleimpresores, los cuales acceden entre sí automáticamente marcando el número de abonado que se desea seleccionar, ya sea nacional o internacional.

Para su identificación, cada terminal tiene un número de abonado compuesto por cifras y letras, que reside en el equipo. Este número de abonado sirve para comprobar si se trata efectivamente del abonado seleccionado y para identificarse así mismo ante otro abonado que se desee comunicarse con él.

El servicio télex empezó a funcionar en España el 8 de febrero de 1954 con 18 abonados. En la actualidad tiene 35 000 abonados y constituye la mayor red para la transmisión de mensajes escritos.

El servicio Télex *facilita la comunicación entre sus abonados, mediante teleimpresores que ponen en comunicación entre sí a los usuarios sólo con marcar el número o código seleccionado, ya sea nacional o internacional.*



Magnum - Zardova

Teletex

Teletex es un servicio de nueva creación cuyas recomendaciones definitivas se aprobaron por el C.C.I.T.T. en 1980. Muchas veces se confunde teletex con teletext (teletexto), cuando son totalmente distintos. El teletext es un servicio que se da por el aparato de televisión y la información se recibe por el aire. En España se ha empezado a dar este servicio por RTVE en el año 1986. El teletex, sin embargo, es un servicio que se presta a través de redes de telecomunicación de cable.

La definición de este servicio por el C.C.I.T.T. es la siguiente: «Teletex es un servicio internacional ofrecido por las administraciones, que permite a los abonados intercambiar correspondencia, memoria a memoria, de un modo automático a través de redes de telecomunicación.»

La forma más sencilla de imaginar un correo electrónico es la siguiente: si escribimos una carta a un amigo, lo hacemos en formato de papel y normalmente a mano. Para enviar la carta electrónicamente deberíamos tener un aparato que nos permitiera convertirla en forma electrónica y, a través de una red de telecomunicación, mandarla a la dirección de destino, en la cual habría otro aparato, compatible con el primero, que pasaría esa forma eléctrica transmitida, al papel. Éste es el servicio de facsímil, una forma de correo.

Hay otro caso, en el sector negocios, en el que las cartas se escriben a máquina y lo más razonable sería que las máquinas de escribir pudieran comunicarse entre ellas. Esto es lo que hace el teletex, comunicar máquinas de escribir. La diferencia está en que la máquina de escribir que se emplea para el teletex es una máquina evolucionada, que tiene memoria. La existencia de memoria en la máquina es importante porque así puede almacenar una carta mientras la está recibiendo y estar escribiendo al mismo tiempo, o transmitir una carta mientras escribe otra. Éste es el servicio teletex, que opera a una velocidad mucho mayor que el télex y con un repertorio de caracteres también mayor.

El esquema de la máquina teletex en su versión básica es el de una máquina de escribir a la que se ha incorporado una unidad de proceso, con su memoria correspondiente, destinada a la preparación y almacenamiento de la información en espera de que la parte de transmisión la envíe a su destino.

En los sistemas más evolucionados la máquina de escribir se sustituye por un teclado, una pantalla y una impresora.

Las exigencias básicas del servicio son:

– los terminales deben cumplir una serie de recomendaciones para que sean compatibles;

– debe permitirse el empleo de caracteres gráficos de cualquier máquina de escribir de oficina que cumpla con las recomendaciones;

– no deben existir limitaciones al cifrado de la información;

– en condiciones normales de explotación, el funcionamiento en modo local no deberá interrumpirse por las comunicaciones entrantes;



Gamma

El esquema de la máquina teletex en su versión básica es el de una máquina de escribir a la que se ha incorporado una unidad de proceso con su memoria correspondiente para la preparación y almacenamiento de la información, en espera de que la parte de transmisión la envíe a su destino.

– el servicio teletex proporcionará el interfuncionamiento con el servicio télex;

– funcionará de forma automática y estará disponible permanentemente;

– es un servicio de ámbito internacional.

Las fases de comunicación son la preparación, la transmisión y la salida.

La fase de preparación crea el documento, con ayuda de las facilidades que le ofrece la máquina. En las máquinas de altas prestaciones se dispone de programas de procesamiento que permiten borrar, insertar y desplazar caracteres de forma sencilla.

Una vez que el documento está terminado, se pasa a la fase de transmisión. En esta fase, lo primero que hace el sistema, de forma automática, es establecer una comunicación con el número de abonado que se desea. Establecida la comunicación se pasa a la fase de transferencia de la información, para lo cual se utilizan métodos de corrección de errores que permiten asegurar que no se ha deteriorado la información. Una vez acabado el proceso se libera la comunicación y se vacía la memoria de transmisión para poder mandar otro documento. A este proceso se le llama proceso de salida.

Facsímil

El facsímil posibilita la reproducción a distancia de todo documento gráfico, manuscrito o impreso. Si la red por la que se envía el documento es la red telefónica pública, el servicio se denomina telefax. Cuando el servicio facsímil se presta desde oficinas públicas donde están los terminales, el servicio se llama Burofax. Cuando la red que se emplea para transportar el documento es la red de transmisión de datos, el servicio se denomina Datafax.

La primera transmisión de facsímil se realizó hace cien años aproximadamente, consiguiéndose la sincronización entre los terminales mediante péndulos de gran precisión que tenían el mismo período de oscilación.

El facsímil no necesita preparación previa del documento. Es básico para enviar dibujos, formas, membretes o logos y resulta muy fácil de manejar.

La técnica de llegar a una señal eléctrica partiendo de un documento consiste en explorar, mediante un dispositivo fotoeléctrico, la ausencia o presencia de blancos. La exploración se realiza de izquierda a derecha y de arriba a abajo. Para sacar un rendimiento a la codificación se utilizan técnicas de compresión. Es decir, cuando se repiten muchos elementos iguales, como pueden ser los espacios en blanco, se emplean mecanismos para mandar, por ejemplo, un carácter con el código en blanco seguido por un código que representa los blancos que siguen.

En la transmisión de documentos e imágenes por línea telefónica es muy importante conseguir la reproducción en el extremo receptor de la información del transmisor con la mínima cantidad de información. Este hecho ha dado lugar a toda una disciplina tecnológica, que se conoce como técnicas de compresión de datos. En algunos casos, con estas técnicas, en especial disminuyendo el tiempo de transmisión y comprimiendo mucho la información, se logra una reproducción con mayor calidad en el receptor.

Las técnicas de compresión son tan eficientes que se llega a dividir por 20 la información que se debería transmitir en el caso de no introducir esta técnica.

Una vez que se dispone de la información, se envía a la línea telefónica a través de un equipo que adapta la señal digital a la línea telefónica. A este equipo se le denomina modem. En el otro extremo se realiza el proceso inverso.

Una vez que la señal sale del modem en el otro extremo, lo que hace falta es reproducirla. Para la reproducción en papel de la comunicación se emplean varios métodos: el térmico, el electrostático y el de inyección de tinta.

A medida que la tecnología se ha ido desarrollando, se ha podido mejorar el aparato terminal, de ahí la aparición de los grupos en los que se han clasificado los facsímiles. Esencialmente lo que se busca es una mayor velocidad de exploración del documento y de transmisión.

Los terminales facsímil del grupo I tardan en transmitir el documento entre 4 y 6 minutos, con una velocidad de exploración de 180 líneas por minuto. Los del grupo II tardan 3 minutos, con una velocidad doble de exploración. Los del grupo III tardan 1 minuto por página. Los terminales facsímil del grupo IV tardarán 6 segundos.

Cuando se comunican dos terminales de distinto grupo, el mejor se debe adaptar al peor. Esto ha sido perjudicial durante un cierto tiempo para que el sistema se expandiera.

En el futuro, el FAX-4 (grupo IV) será el más utilizado porque permitirá interfuncionamiento con otro servicio, sobre todo teletex, así como con terminales mixtas (teletex-fax), siendo un elemento importante del correo electrónico.

El facsímil (Telefax) posibilita la reproducción a distancia de todo documento gráfico, manuscrito o impreso. Su facilidad de manejo le hace básico en la transmisión de dibujos, formas, membretes, etc.



Mauritius - Index

Redes digitales

Antes de definir el concepto de red digital, es preciso definir el concepto de red.

Imaginemos, por un momento, aparatos telefónicos distribuidos en una amplia zona geográfica. Su necesidad de interconexión es tan evidente que si no lo estuvieran no servirían para nada. A esta serie de interconexiones se le denomina red. Por tanto, las redes nacen de la necesidad de interconectar aparatos, terminales; en definitiva, elementos transmisores y receptores.

La forma más elemental de conectar los aparatos telefónicos o los terminales, sería a través de enlaces punto a punto, los cuales unen el elemento transmisor con el elemento receptor mediante un camino físico permanente, exista o no información a transmitir. Éste sería el caso del famoso «teléfono rojo» entre el presidente de E.U.A. y el de la U.R.S.S.

Sin embargo, esto es inimaginable para comunicarnos con los otros abonados a la red telefónica, ya que desde nuestro teléfono tendrían que salir tantos enlaces como abonados al servicio. Para resolver este problema se introdujo la conmutación, la cual posibilita que haya solamente un enlace por cada terminal y que realice su conexión de forma automática con todos los demás. Antiguamente, y cuando había pocos abonados, esta operación se realizaba manualmente a través de operadora, sistema que todavía existe en algunos pueblos de España.

Las unidades que realizan estas interconexiones se denominan unidades de conmutación. Tales unidades de conmutación están conectadas entre sí a través de las mallas de la red, que son los sistemas de transmisión entre nodos.

El análisis de lo que hacemos cuando hablamos por teléfono nos permitirá seguir los pasos que se dan para establecer una comunicación.

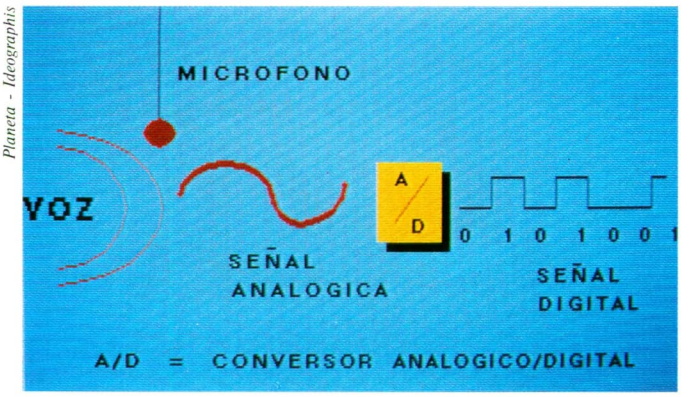
Primero realizamos una marcación en el disco o teclado del teléfono. Esta acción posibilita el establecimiento de un enlace físico entre quien llama y el receptor de esta llamada, que dura hasta que cortamos la comunicación. Después, cuando hablamos, el micrófono traduce las ondas sonoras en señales eléctricas analógicas, las cuales son transmitidas por los dos hilos a la central de conmutación; lógicamente, estas señales tienen unas limitaciones para que puedan ser transmitidas, las cuales se fijan de manera que ocupen lo menos posible, siempre que no se pierda la información que tenemos que reproducir. Estos límites se miden mediante un parámetro denominado Hz (hertzio). Así, para la señal vocal los límites están en 300-3 400 Hz.

Una vez que la señal llega al conmutador urbano, se encamina por el enlace que se ha establecido con la marcación. Si el número del abonado llamado está en esa central urbana, no tiene que realizar otro trayecto. Si el número marcado está en otra central urbana o hemos marcado el número correspondiente a otra provincia, se encaminará hacia la otra central urbana o a la interurbana, respectivamente.

Hemos definido con detalle estos pasos porque la digitalización de la red se realiza digitalizando determinados pasos del trayecto.

Una red digital es aquella que permite llevar una señal desde el transmisor al receptor en formato digital. La señal digital es una sucesión de códigos binarios, es decir, de unos y ceros. Cualquier señal se puede codificar de esta forma.

Estas redes se impondrán en el futuro porque permiten soportar un mayor tráfico, son más fáciles de mantener, ocupan menos espacio, transportan cualquier tipo de información y mejoran la calidad de servicio. El coste de los equipos digitales es menor que el de los analógicos y siguen bajando de precio. En definitiva, son más rentables. Sin embargo, todavía las redes telefónicas utilizan la conmutación analógica y electromecánica y será así durante muchos años, ya que la planta telefónica tiene un valor que hay que amortizar.



Planeta - Ideographis

Digitalización de una señal.

Lo que sí está sucediendo es la introducción de partes digitales dentro de la red telefónica, y en los casos de sustitución de centrales antiguas, éstas se reponen con centrales digitales.

En el gráfico que muestra la transición de la planta analógica a digital se observa (a) la red totalmente analógica, tanto el bucle de abonado, que une el teléfono con la central local, como el proceso de conmutación, por el cual la central interurbana o local (distinta de la anterior) encamina la llamada. Un primer proceso de digitalización de la red consiste en que las señales analógicas que llegan a la central interurbana, sean convertidas en digitales, lo que



Magnum - Zardoya

Si imaginamos un gran número de aparatos telefónicos distribuidos por una amplia zona geográfica, puede suponerse la gran cantidad de interconexiones que son necesarias. La red proporciona una solución técnica, al interconectar los elementos receptores con los transmisores. En la fotografía aparece un modelo, a gran escala, de las principales interconexiones telefónicas de la red Bell a través de Estados Unidos.

equivale a digitalizar la conmutación interurbana (b). La aplicación de esta tecnología en los sistemas de transmisión antes de llegar a la central posibilitan un alto rendimiento de los circuitos de transmisión.

Para una mejor comprensión describiremos cómo ha evolucionado la introducción de esta tecnología en los sistemas de transmisión. Un canal telefónico equivale a 4 kHz. Los primeros sistemas eran capaces de transmitir 30 canales telefónicos (traducido en *ceros* y *unos*, que es el formato digital), o sea, dos millones de unidades de información o bits.

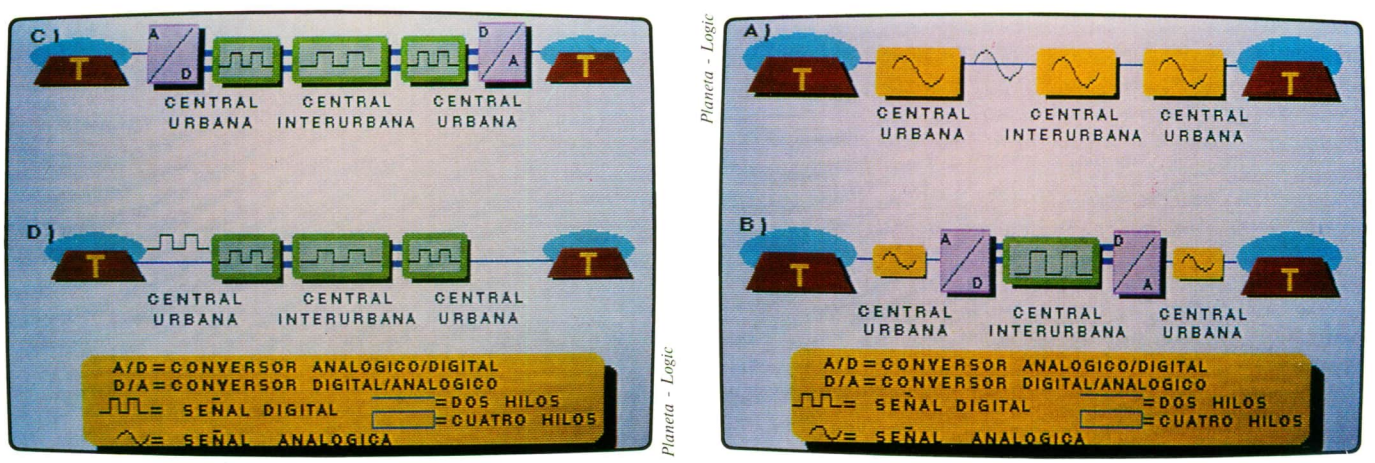
En la actualidad, mediante cables coaxiales, se han conseguido 140 megabits por segundo, es decir, más de 2 000 canales telefónicos. Próximamente se están anunciando 565 megabits por segundo, lo que representa más de 6 000 canales sobre fibra óptica.

El segundo proceso de digitalización (c) consiste en digitalizar las centralitas locales, manteniendo el conversor analógico digital como bloque de entrada. Posteriormente, el teléfono propiamente dicho convertirá la voz en señal digital y se cumplirá que la conexión entre los aparatos telefónicos será absolutamente digital.

Por tanto, la red telefónica no es una red digital en toda su extensión, sino que son partes de esa red las que manejan señales digitales.

En España el proyecto IBERCOM permitirá disponer de una red digital para grandes usuarios. El plan se inició en 1985 y está previsto que finalice en 1995.

Transición de una planta telefónica analógica a digital.



Planeta - Logic

Planeta - Logic

Telebanco

Banca y telemática

El sector bancario fue uno de los primeros que incorporó la informática y las telecomunicaciones. La propia estructura de la distribución geográfica de las oficinas bancarias hacía necesaria la introducción de las redes y las aplicaciones informáticas. En los últimos años, las aplicaciones bancarias se están orientando al «sírvase usted mismo». Esta tendencia se ve favorecida por la penetración del «dinero de plástico» en la sociedad. Este sistema produce en los bancos una disminución de los gastos de administración, ya que las operaciones son realizadas por los propios clientes. Cada vez con mayor frecuencia se podrán realizar operaciones que antes nos obligaban a ir a la oficina bancaria. Desde el propio domicilio se podrán realizar transferencias bancarias a otras cuentas a cambio de determinados servicios, siendo mínimas las operaciones que se realicen mediante el intercambio de dinero. Hoy en día casi todos los países del ámbito occidental realizan experiencias de este tipo mediante terminales que los bancos instalan a domicilio a cambio de una cuota mensual. Normalmente para llevar a cabo esta aplicación utilizan el sistema videotex y las operaciones que se ofrecen con mayor frecuencia son:

- asesoramiento fiscal y financiero,
- comprobación de saldos,
- extracto de cuentas,
- transacciones bancarias,
- correo.

Para que el sistema se extienda deben cumplirse varios requisitos:

- interconexión de las redes bancarias,
- ampliación de los servicios que se puedan obtener desde este tipo de terminales,
- mayor grado de seguridad en las operaciones.

Se están dando muchos pasos para la consecución del primer requisito. En España, el grado de conectividad para algunas aplicaciones, por ejemplo las tarjetas de compra magnéticas, es ya importante. La propia dinámica de que los ordenadores, sean del fabricante que sean, tengan al menos una forma de entenderse, posibilita la realidad de este primer requisito, lo que no quiere decir que cada fabricante pueda manejar su propio lenguaje.

La ampliación del servicio de telebanco, pasa por la ampliación de otros servicios, fundamentalmente por la telecompra.

Respecto al último requisito, aunque en la actualidad existen múltiples modos de evitar que se puedan dar robos por medios informáticos, no hay que olvidar como en E.U.A. unos estudiantes se introdujeron en los ordenadores del Pentágono. Por tanto, se debe proseguir la investigación de métodos cada vez más eficaces que eviten cualquier intrusión ajena al sistema. Por ejemplo, en una conexión videotex, primero hay que marcar los indicativos para entrar en el servicio; una vez que se ha entrado, es necesario marcar el código secreto del cliente. Incluso en el

Viouiard - Gamma

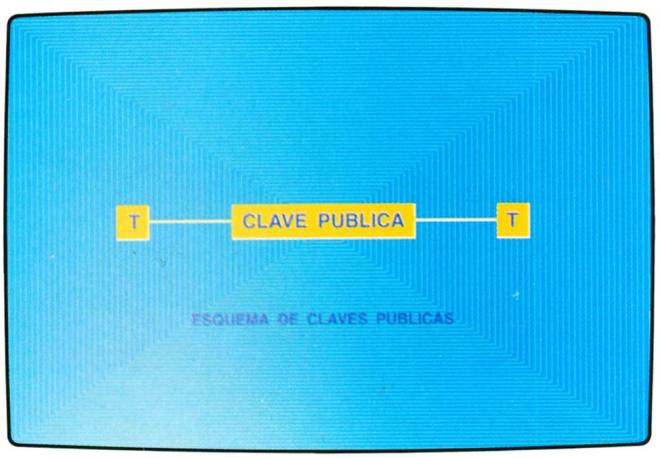


En los últimos años, las aplicaciones bancarias se están orientando al «sírvase usted mismo». Esta tendencia se ve favorecida por la penetración del «dinero de plástico» en la sociedad.

Cada vez con mayor frecuencia se podrán realizar desde el propio domicilio operaciones bancarias que antes nos obligaban a ir a la oficina correspondiente.



Magnum - Zardoya



Planeta - Ideographis

futuro, cuando los métodos de protección aumenten, la información de un cliente que sobrepase una determinada cantidad estará criptografiada y sólo será posible leerla desde el terminal del usuario, mediante la introducción en éste de los datos necesarios para que pueda reproducir el contenido de la misma.

El dinero del futuro

Con el fin de analizar el posible escenario del futuro, pensemos por un momento en lo siguiente:

En el futuro, prácticamente todos los trabajadores cobrarán mediante transferencia bancaria. El usuario del sistema telebanco, visualiza en su terminal el apunte realizado por su empresa en el banco.

Salimos de casa con nuestro dinero de plástico, que estará compuesto por una serie de tarjetas magnéticas, con las que podremos hacer todas las operaciones que antes realizábamos con el papel moneda: pagar los transportes públicos, la gasolina del coche, los taxis, la comida, el teléfono público. En las propias empresas con un elevado número de trabajadores, dispondremos de cajeros automáticos para sacar dinero si la operación de compra que vamos a realizar lo hiciera necesario. Es decir, el banco nos acompañará en todo momento: la compra desde casa con transferencia bancaria, cajeros automáticos en los lugares de trabajo y tarjetas para todo tipo de servicios.

Los bancos que tengan más extendida su red y lleguen a mejores acuerdos con los establecimientos de compra, serán los que obtengan mayores beneficios y, por tanto, asistiremos en los próximos años a una lucha por alcanzar estas posiciones.

Los servicios de telebanco más desarrollados en la actualidad son los alemanes, que empezaron en 1980 con una amplia muestra de usuarios (5 000 aproximadamente), contando con usuarios domésticos y del sector de negocios. Casi el 90 % de las transacciones bancarias de esta muestra fueron realizadas mediante el terminal. Otras experiencias se han realizado en E.U.A., Gran Bretaña, Japón y también en España.

Para la expansión de estos servicios es necesario el desarrollo de dos dispositivos:

- dispositivos que leen las tarjetas,
- las tarjetas mismas.

Los dispositivos lectores de tarjetas están evolucionando y bajando sus costes. Estos dispositivos permiten conectar con el ordenador del banco que ha expedido la tarjeta y mantener la información de la operación realizada por el cliente. También realizan la expedición de la correspondiente factura. Estos dispositivos se generalizarán en los comercios, gasolineras, cines, restaurantes, etc., permitiendo la mayor utilización del dinero electrónico.

La tecnología de las tarjetas será más revolucionaria y permitirá servicios que sólo se intuyen en este momento. La tecnología de fabricación de los microprocesadores permite la introducción de un ordenador en una tarjeta, puesto que ellas mismas llevan incorporado proceso y memoria. Estas tarjetas introducen mecanismos de seguridad que no tienen las de banda magnética. Para los años noventa estas nuevas tarjetas podrán memorizar 512 000 caracteres, lo cual permite que puedan introducirse códigos de seguridad muy sofisticados. Las citadas tarjetas tienen tres partes diferenciadas en la memoria: una parte libre, otra parte confidencial (que es un código que sólo conoce el usuario) y la parte secreta (que tiene códigos confidenciales y claves de criptografía, que permiten la invalidación de la tarjeta si esta última parte secreta es leída).

La nueva forma de trabajar

1 Dirección y conducción de empresas
2 Participación y resultados
3 Automatización de oficinas
4 Técnicas CAD/CAM
5 Diseño textil
6 Profesiones liberales
7 Servicios
8 Usuarios profesionales

Aunque sus orígenes se remontan tan sólo a finales del siglo XIX, la ciencia de la electrónica ha ocupado durante todo el siglo XX un primer puesto en la carrera del desarrollo tecnológico. Desde que Edison observó, en 1883, que la introducción de una placa metálica en una bombilla eléctrica daba lugar a la aparición de una corriente capaz de atravesar el vacío, los avances se sucedieron a una velocidad vertiginosa, superada tan sólo por la rapidez de la aparición de las aplicaciones prácticas correspondientes.

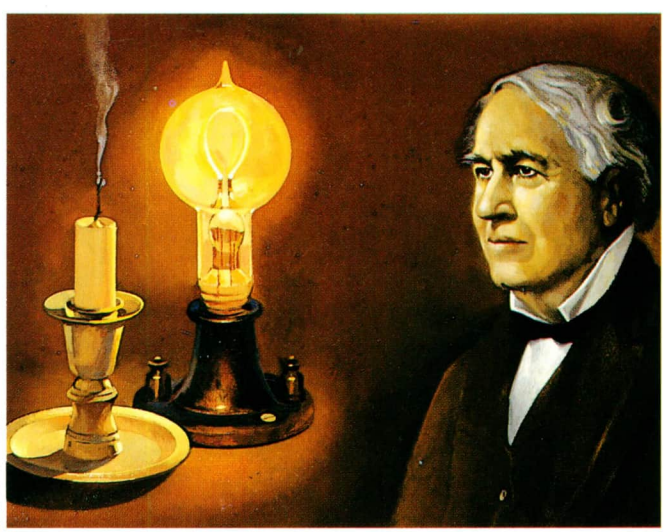
La bombilla del efecto Edison, también llamada diodo (palabra que procede del griego *odos*, camino) porque la corriente eléctrica sale de la bombilla por dos caminos diferentes, el filamento y la placa, no constituyó por sí misma un avance revolucionario. Se observó, eso sí, que tenía la propiedad de «rectificar» la corriente eléctrica alterna, es decir, transformarla en continua, dejando pasar una sola de las polaridades. Pero cuando en 1907 el norteamericano Lee de Forest insertó una rejilla perforada entre la placa y el filamento de la bombilla de Edison (que pasó así a convertirse en triodo) las consecuencias fueron mucho más importantes. El triodo tiene la propiedad de que las variaciones de corriente que se introducen en su rejilla se transmiten, amplificadas, a la corriente de placa. La invención de esta «válvula de vacío» hizo posible en pocos años la aparición de la radio, dando así comienzo a un desarrollo considerable de las telecomunicaciones que aún no se ha detenido.

La acción directa de la electrónica sobre la estructura de la moderna sociedad ha sido enorme. El hogar fue invadido por toda clase de aparatos electrónicos cada vez más complejos (radio, televisión, reproducción de sonido e imagen) que cambiaron y siguen cambiando la forma de vida de gran parte de la población, convirtiéndose en pocas décadas en instrumentos casi indispensables. Al mismo tiempo, y como consecuencia del avance de la telecomunicación, el mundo se hizo repentinamente mucho más pequeño. Las noticias que antes tardaban días, semanas y aún meses en llegar a su destino se recibían ahora casi instantáneamente. El hombre europeo occidental comenzó a sentirse afectado directamente por los sucesos que ocurrían en países que antes consideraba exóticos y casi tan alejados como el planeta Marte.

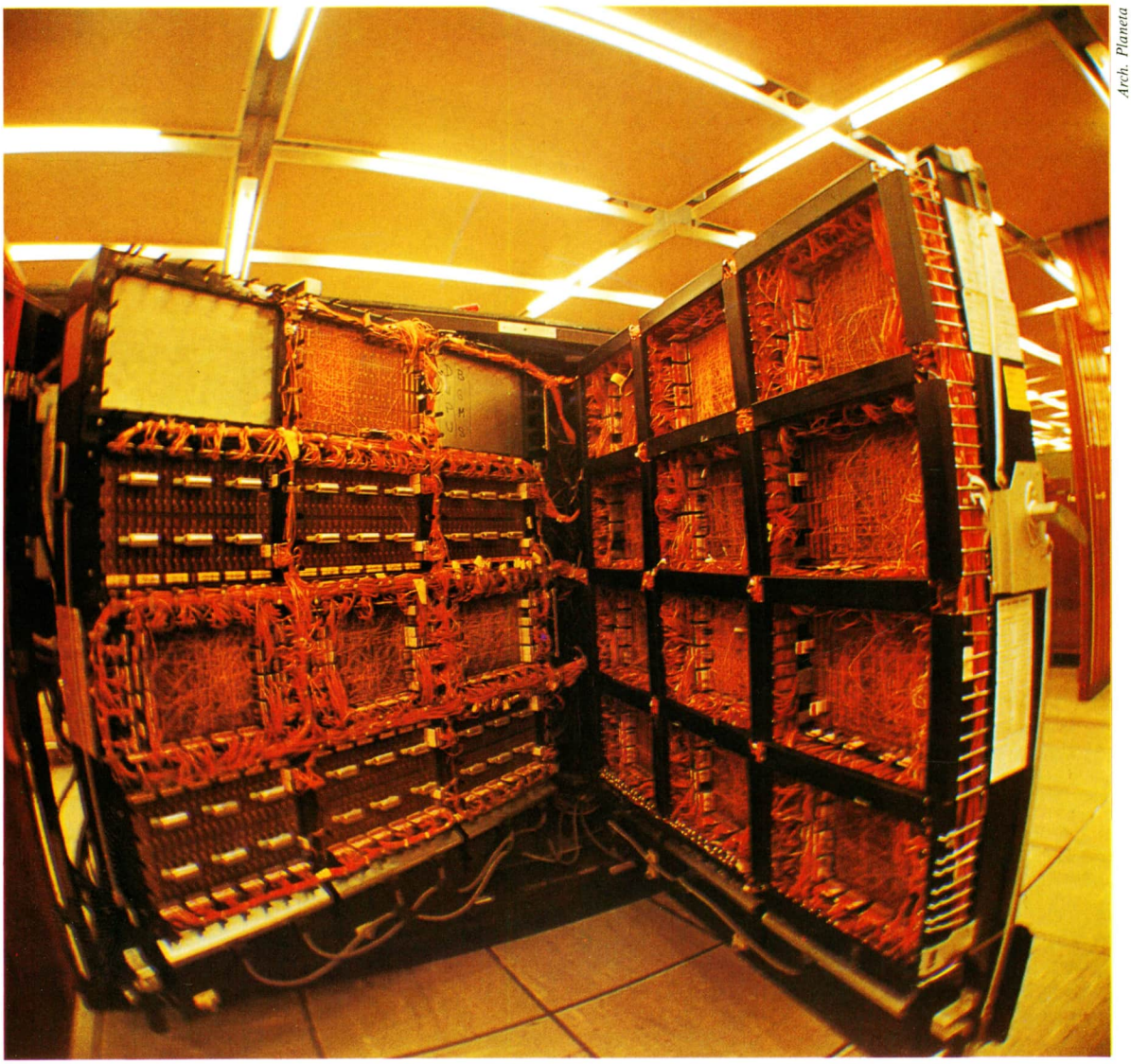
Aparición de la informática

Hace unos cuarenta años tan sólo apareció la computadora, un tipo nuevo de aparato electrónico que emula las actividades mentales del hombre. El funcionamiento de estas máquinas es, naturalmente, mucho más complejo que el de un aparato de radio o de televisión, puesto que son capaces de realizar múltiples operaciones (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, comparaciones, etc.) combinadas entre sí de infinitas maneras posibles. Fue necesario, por tanto, inventar técnicas que permitieran programarlas,

Thomas Alva Edison (1847-1931), inventor estadounidense, registró más de 1 200 patentes, entre las que destacan el fonógrafo y la lámpara incandescente, o DIODO.



Fonollosa - Aisa



Arch. Planeta

Con la aparición de los circuitos integrados microminiaturizados, que han provocado en la década de los ochenta un gran auge de los ordenadores personales, se empieza a hablar de la «revolución informática». En la foto, panel de circuitos de una unidad central de ordenadores IBM 370/145.

es decir, especificar paso por paso todas y cada una de las acciones que debían realizar. Estas técnicas de programación se agruparon y clasificaron rápidamente, mientras se desarrollaban bases teóricas para justificarlas u optimizarlas, dando lugar a la aparición de una nueva ciencia, que los países de habla inglesa llaman la ciencia de las computadoras (computer science), mientras que en los países latinos se ha adoptado un nombre derivado de la palabra *información* (informática, en castellano), puesto que, en definitiva, la actividad principal de los ordenadores no consiste en otra cosa que en el tratamiento de información numérica o alfabética.

Durante los primeros años, las computadoras eran máquinas grandes y poco manejables, enormemente caras y muy difíciles de mantener en condiciones de trabajo adecuadas (sus circuitos consumían grandes cantidades de energía y exigían cuidados extremos y potentes aparatos de refrigeración). Además, las primeras computadoras no eran demasiado potentes, disponiendo de unos pocos miles de posiciones de memoria para almacenar los programas y la información que debían procesar. Su programación era complicada, pues debía realizarse en lenguajes incomprensibles, próximos al sistema binario de numeración (que es la verdadera base de funcionamiento de los circuitos electrónicos utilizados), que se denomina *lenguaje de la máquina*. En estas condiciones, no es extraño que la informática se convirtiese en una ciencia de especialistas y que no pareciera, a primera vista, que la aparición de las computadoras fuera a provocar cambios revolucionarios en la sociedad.

Sin embargo, desde los años cincuenta a los setenta, fueron surgiendo lenguajes más potentes y fáciles de programar, lo que aumentó la aplicabilidad de las distintas generaciones de computadoras que fueron sucediéndose, y su uso se extendió a colectividades y aplicaciones cada vez más amplias. Fue durante este período cuando las grandes universidades adquirieron sus primeros instrumentos de proceso de datos y se generalizó la enseñanza de la informática en los niveles universitarios (primero en las ramas de ciencias y más tarde también en las humanidades). Finalmente, con la llegada de los circuitos integrados

microminiaturizados, que provocaron en los años ochenta un gran auge de los ordenadores personales, comenzó a hablarse sin tapujos de la revolución informática.

Efectivamente, el ordenador está comenzando a introducirse en el hogar y a convertirse en uno más de los instrumentos electrónicos indispensables en todas las viviendas. Su influencia ha revolucionado totalmente la industria y los servicios y empieza a dejar sentir su influjo en la agricultura, el urbanismo y el mundo de la cultura.

La informática en la banca

Imaginemos una sucursal bancaria de hace treinta años. Todo el trabajo se realizaba mediante múltiples anotaciones sobre papel. Si el cliente deseaba ingresar o retirar dinero, se anotaba la operación en el historial de su cuenta y la operación se realizaba en el acto, sin dificultades.

La situación era muy diferente si, como consecuencia de sus desplazamientos por la ciudad o el país, al cliente le interesaba realizar una operación cualquiera (por ejemplo, obtener dinero en efectivo) en una sucursal de la misma entidad bancaria distinta de aquella a la que correspondía su cuenta. Es cierto que mediante el teléfono los empleados podían asegurarse de la existencia de fondos, pero existían otros problemas: ¿cómo identificar la firma?, ¿cómo evitar que un defraudador realizara simultáneamente la operación en varias sucursales, dando lugar a una estafa? Además, a menos que la anotación de la operación se realizara mediante intermediarios y por teléfono (lo que siempre estaba sujeto a mayor número de errores humanos), su asiento definitivo debía retrasarse hasta que los documentos correspondientes hubieran sido transferidos de una sucursal a otra. El problema se complicaba aún más cuando se deseaba realizar la operación en una ciudad distinta. En general, las entidades bancarias no permitían este tipo de operaciones a distancia sino después de realizada una complicada tramitación burocrática.

Debido a su gran potencia financiera y a la enorme cantidad de datos que debían procesar durante sus actividades normales, los bancos se convirtieron en los primeros grandes usuarios de la informática. En la actualidad, el proceso de informatización bancaria está casi completado: cada sucursal dispone de una o varias estaciones terminales o de ordenadores personales, conectados con un gran ordenador central, en cuya memoria se almacena toda la información de que se dispone sobre las cuentas de todos los clientes. Cualquier operación que se realice pasa de la estación al ordenador central a través de la red de comunicaciones que los une. Tanto la anotación como las comprobaciones pueden realizarse casi instantáneamente desde cualquiera de las estaciones terminales, lo que proporciona una libertad mucho mayor y la facilidad de que los clientes puedan usar los servicios bancarios durante sus viajes y desplazamientos.

Todo este proceso se complica más aún con la introducción de las tarjetas de crédito, que no habría sido posible sin la informatización de la banca. En efecto, aunque la primera generación de tarjetas de crédito podría haber funcionado, en teoría, sin necesidad de computadoras (pues el cliente que realiza una compra en un establecimiento asociado se limita a firmar un papel, que el propietario debe presentar después en la entidad bancaria correspondiente), el número de operaciones a realizar creció de modo tan enorme que su anotación y tratamiento manual, sin ayuda de dispositivos de cálculo automático, habría sido impracticable. Además, la segunda generación de tarjetas de crédito, que llevan adherida una pequeña cinta magnética que contiene información grabada acerca de la cuenta correspondiente, permite realizar operaciones directamente, desde pequeñas cabinas totalmente automáticas (sin personal humano) o desde estaciones terminales situadas en las propias tiendas, lo que disminuye la posibilidad de fraude (por utilización de tarjetas robadas) y facilita aún más las actividades de los clientes.

Incidentalmente, es interesante señalar aquí, en relación con la automatización de la banca, que los efectos sociales negativos que preveían los pesimistas (la pérdida considerable de puestos de trabajo) no llegaron jamás a cumplirse. Es cierto que numerosas actividades de las que antes realizaban los seres humanos pasan ahora a efectuarse automáticamente, con mayor rapidez y menos errores. Pero fue precisamente el hecho de disponer de herramientas mucho más poderosas lo que movió a la banca a abrir nuevas formas de actividad (como las tarjetas de crédito) que

La difusión de las tarjetas de crédito no habría sido posible sin la informatización de la banca.



Arxa

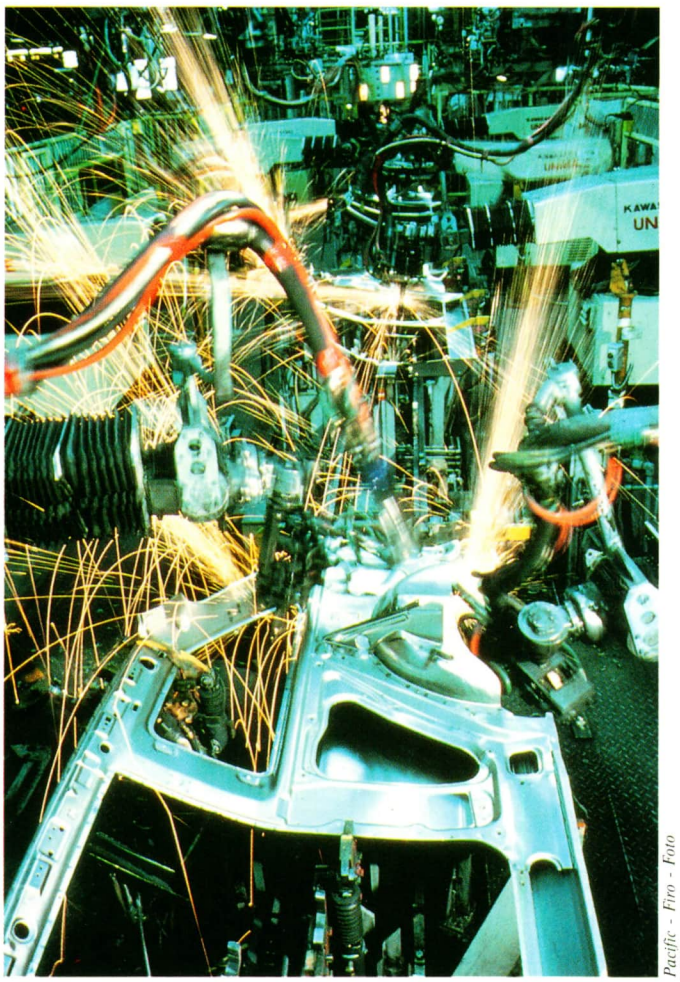
dieron lugar a una gran proliferación de las sucursales (cuyo número aumentó hasta extremos impensados) y a la necesidad de contratar gran cantidad de personal para programar, mantener y dirigir el funcionamiento de los ordenadores. El efecto neto final no fue la disminución de la mano de obra, sino precisamente su aumento.

La informática en los viajes

Veamos otro caso, también en el campo de los servicios. Hasta hace pocos años, una persona que saliera de viaje debía hacerlo a menudo sin tener la seguridad de que lograría encontrar billete de regreso para el día que le interesara. Si deseaba, por ejemplo, marchar de Madrid a Barcelona y volver al punto de partida en uno de los trenes que requerían reserva de asiento, podía adquirir directamente el billete de ida en la estación de partida, pero le era difícil hacer lo mismo con el billete de vuelta. Es verdad que era factible encargarlo, pero la oficina del servicio de ferrocarriles se veía obligada a enviar el importe y la solicitud de reserva a la estación correspondiente, la única que tenía la capacidad de emitir billetes, porque era también la única que sabía el número de plazas que estaban disponibles y cuáles habían sido reservadas con anterioridad.

En la actualidad, la automatización de los servicios de reserva de billetes, tanto en las compañías de ferrocarriles como en las líneas aéreas, hace posible obtener plaza para cualquier recorrido desde casi cualquier punto del país o, especialmente en el caso de los viajes en avión, del planeta entero. En efecto, las compañías aéreas, que informatizaron sus servicios a partir de los años sesenta, han interconectado sus sistemas de ordenadores, permitiendo a las estaciones terminales de una compañía hacer reservas en las líneas de otra diferente. Sin la introducción de los nuevos sistemas, la gran proliferación de los viajes de negocios y turismo que se ha vivido durante las dos últimas décadas no habría sido, probablemente, posible.

Las fábricas automáticas, dirigidas por robots inteligentes, comienzan a hacerse indispensables para las empresas que quieren mantener su competitividad.



Pacific - Firo - Foto

La informática en la industria

En el sector industrial la informatización no está tan avanzada como en el sector servicios, pero sus efectos se han hecho ya sentir palpablemente. Las fábricas automáticas, dirigidas por robots inteligentes (es decir, por herramientas móviles semejantes a brazos multiarticulados, cuyos movimientos se controlan por medio de un miniordenador o un microordenador) comienzan a hacerse indispensables para las empresas que quieren mantener su competitividad en mercado sumido en una larga crisis económica. La reconversión industrial generalizada que va a provocar la informatización está despertando reacciones de rechazo, algunas veces violentas, debido a la pérdida de puestos de trabajo que podría producirse en las primeras fases del proceso. Esta reacción se parece no poco a la que tuvo lugar en las primeras etapas de la revolución industrial, hace menos de dos siglos. Es preciso tener en cuenta, sin embargo, que la experiencia de aquella época indica que las cosas tienden a estabilizarse (después de algún tiempo) en una tendencia a la disminución de las horas de trabajo, compensada generalmente con creces por el impresionante aumento de la productividad a que suele dar lugar la introducción de las nuevas técnicas.

La informática en el sector primario

La informatización de la agricultura y del sector primario es, por el momento, mucho más incipiente. Existen, es verdad, programas que ayudan al granjero y al ganadero en sus operaciones de cría. También se han obtenido éxitos notables en el control automático de las condiciones y la operación de los invernaderos. Sin embargo, aún queda casi todo por hacer.

El control de un invernadero, que está actualmente resuelto, sólo difiere en grado o escala, pero no en esencia, del problema, mucho más amplio, de la monitorización y el mantenimiento dentro de límites aceptables del ambiente de nuestras grandes ciudades y regiones ecológicas. La

informática se ha utilizado y se está utilizando para la conservación ambiental, en especial mediante la automatización de la toma de medidas de los parámetros y la generación de las alarmas correspondientes en caso necesario. Baste recordar, en este contexto, alguno de los proyectos pioneros que se llevaron a cabo durante los años setenta, como el de la contaminación del aire de Bilbao, Londres y Tōkyō.

La informática y las ciudades

Se ha hablado mucho de la utilización de los ordenadores para la regulación del tráfico urbano. Esta aplicación, que podría hacer mucho más fluida la circulación en las grandes ciudades del mundo, parece haber encontrado más dificultades de las previstas para su puesta en funcionamiento generalizada, y no ha dado aún los frutos apetecidos. En cambio, la utilización de la informática para la planificación urbana sí ha conocido avances significativos, especialmente en lo que respecta a la construcción de bancos de datos de información geográfica que permiten a los planificadores disponer de mapas puestos al día, que se almacenan a la memoria del ordenador y que contienen informaciones tan dispares como la población de las diversas áreas o regiones, la localización de las redes de servicios urbanos (alcantarillado, teléfono, electricidad, agua, comunicaciones por cable), etc., lo que facilita considerablemente la distribución de recursos y la realización de obras de construcción y mantenimiento. Conjuntos de mapas de este tipo han sido utilizados en algunas ciudades para la planificación de los recursos de la policía, los bomberos y otros servicios cívicos.

La introducción de la informática en el puesto de trabajo ha modificado el aspecto tradicional de éste. Las secretarias ya no suelen sentarse delante de una máquina de escribir, sino delante de la pantalla de una estación terminal conectada a un ordenador. Incluso los empleados de ventanilla disponen a menudo de pantallas que agilizan considerablemente la eficacia del trabajo y hacen posible que en un futuro más o menos próximo el «vuelva usted mañana» de la burocracia desaparezca para siempre.

La informática y la ciencia y cultura

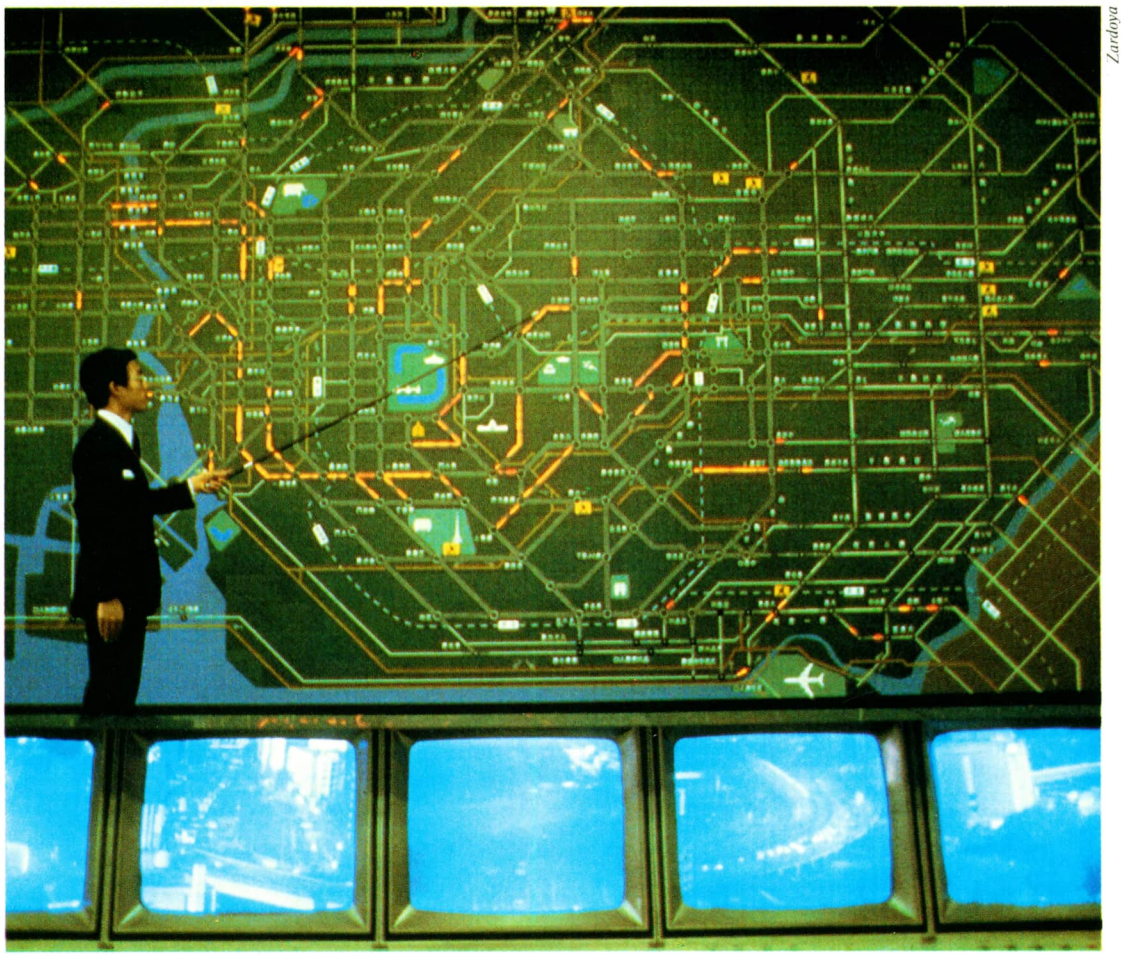
Por último, la informática ha tenido también un efecto profundo en el mundo de la ciencia y de la cultura. El uso del ordenador como herramienta para la creación artística está extendiéndose cada vez más. Los escritores lo utilizan para escribir sus obras, pues los procesadores de textos existentes facilitan considerablemente la preparación y corrección de los escritos, y les permiten obtener copias mecanografiadas (en impresoras no demasiado caras) que son, a veces, comparables por su aspecto a los productos de las imprentas clásicas. También las rotativas de los periódicos más importantes han introducido la informática en su modo de acción, facilitando y acelerando la composición de los diarios informativos. En cuanto a las artes plásticas, proliferan por todas partes las obras de autores que utilizan una computadora para generar formas geométricas complejas que luego combinan de diversas maneras para producir efectos estéticos agradables.

Las aplicaciones científicas de los ordenadores son tan antiguas como éstos. Muchos de los avances que se han conseguido durante las últimas décadas, como la exploración del espacio que ha llevado aparatos e instrumentos hasta los confines del sistema solar, han sido posibles gracias a la informática. Hoy, con la aparición de los microprocesadores miniaturizados, baratos y abundantes, casi todos los instrumentos de medida científica llevan uno de estos pequeños cerebros que controla la realización de operaciones muy complejas. Además, la invasión por los ordenadores del campo de la instrumentación no se limita, ni mucho menos, a las herramientas científicas. Se han introducido estos elementos en los receptores de televisión, controlan el funcionamiento de los automóviles, facilitan la búsqueda de averías de los coches y de toda clase de aparatos eléctricos y electrónicos e incluso de otros ordenadores. Sólo el futuro podrá descubrirnos los límites de esta nueva revolución tecnológica.

En la agricultura se han logrado grandes éxitos con la ayuda del ordenador, por ejemplo, en el control del crecimiento de diversas especies vegetales.



Manus - Gamma



Zardoya

La aplicación de la informática en la regulación del tráfico urbano, para hacer mucho más fluida la circulación en las grandes ciudades, parece haber encontrado más dificultades de las previstas. Oficina de control del tráfico en Tōkyō: la información proporcionada por 5 000 detectores ultrasónicos queda reflejada en un plano gigante.

Aspectos negativos

Pero no todo es bueno y optimista en el mundo de la informática. La aplicación de las nuevas técnicas para usos bélicos es también tan antigua como las propias técnicas. Basta recordar que la ciencia de la cibernética, que abarca el estudio de todo lo que se relaciona con el control y la comunicación de hombres y máquinas y que engloba la informática, surgió durante la segunda guerra mundial como consecuencia de los trabajos del científico norteamericano Norbert Wiener para mejorar el control automático de un cañón antiaéreo. Además, este tipo de aplicaciones dista mucho de quedarse atrás, y a menudo actúa como punta de lanza que hace avanzar la ciencia y arrastra tras de si, como subproducto, las aplicaciones pacíficas.

Otro de los efectos negativos de la informática es que hace posible que los gobiernos alcancen un control mucho mayor de las actividades de sus ciudadanos, poniendo en peligro la libertad, la vida privada e incluso la individualidad de éstos. Los bancos de datos estatales contienen cada vez más información sobre todos los ciudadanos, cuya utilización no es posible controlar. Es fácil comprender los peligros que esto supone, pues podría llevar en el futuro a la formación de sistemas dictatoriales mucho más opresivos que los que han existido en el pasado y existen aún en algunas regiones de la Tierra. Algunos países democráticos han introducido leyes para limitar la utilización de dichos datos y contener los abusos oficiales y es urgente que los que aún no lo han hecho resuelvan este problema latente.

No son sólo los gobiernos, sino también los ciudadanos privados quienes pueden hacer mal uso de las computadoras. El delito informático, hasta hace poco inexistente, empieza a abrirse paso hacia los códigos criminales del mundo. De vez en cuando se informa que determinada persona ha logrado introducirse en una red de ordenadores, a la que no debía tener acceso, y se ha apoderado de información confidencial que ha utilizado para sus propios usos. Otras veces se descubre que alguien se aprovechó de los ordenadores comerciales para la realización de desfalcos o estafas extremadamente sutiles y difíciles de aclarar. El ingenio del hombre no tiene límites y, en general, no es posible que uno pueda construir una barrera que otro no consiga atravesar.

Pero no se debe pensar que, puesto que la informática puede ser mal utilizada, se debería renunciar a ella. Si se usara este argumento, la comunidad humana estaría todavía en la edad de piedra, pues todo invento o descubrimiento del hombre es susceptible de convertirse en herramienta que sirva para hacer el mal. Las cosas, los instrumentos, las técnicas, las ciencias nunca son buenas ni malas. Lo único que es bueno o malo es el uso que el hombre haga de ellas.

Dirección y conducción de empresas

Análisis conceptual

Para tratar de la ayuda que la informática aporta al vértice superior de una estructura empresarial es pertinente un análisis conceptual previo del tema, que servirá de marco para situar la aportación de los instrumentos informáticos.

Este análisis conceptual tratará básicamente de la función directiva y conductora y accesoriamente del puesto de trabajo del director o del responsable. Es decir, no se trata de saber qué es lo que aporta la informática al director general, director funcional, jefe de departamento o mando intermedio, sino de conocer su aportación a unas funciones que pueden encontrarse distribuidas entre niveles jerárquicos y áreas muy diferentes.

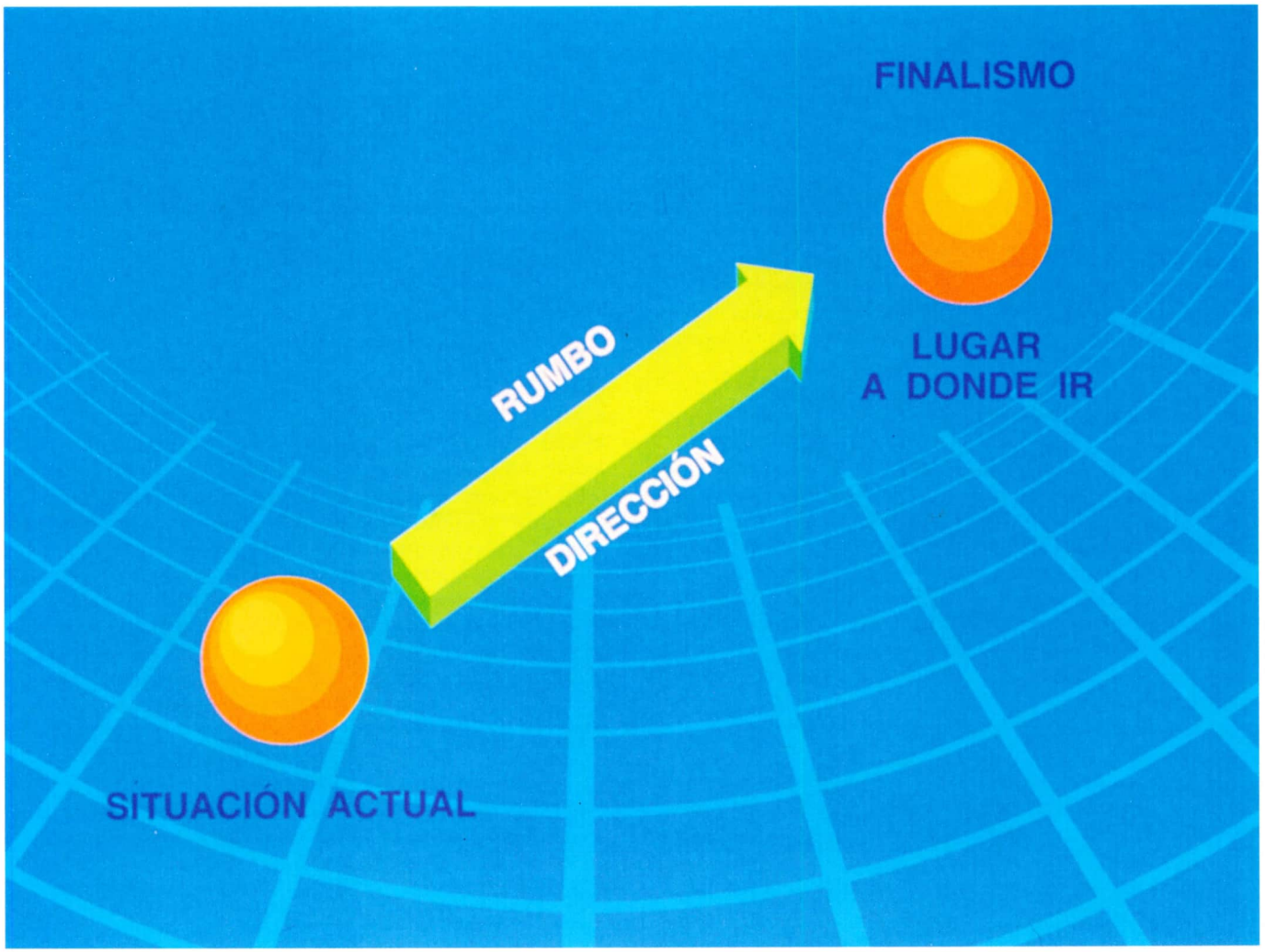
El discurso que sigue se apoyará en dos recursos expositivos. Uno analógico, basado en considerar la empresa como un vehículo que debe desplazarse dentro de, o por, un medio determinado, y otro conceptual, que reduce la empresa a un sistema complejo en interacción con un entorno asimilable, a su vez, a otro sistema muchísimo más complejo.

Un vehículo es, por definición, un sistema para desplazarse, para ir a un cierto lugar, para dirigirse a alguna parte del medio circundante, para que una o varias personas o incluso algo ajeno al propio vehículo, llegue a su destino.

El sistema empresa se «desplaza» por el «tiempo» y va generando outputs (no necesariamente económicos y/o financieros tan sólo) que, recibidos por una o varias personas, constituyen los «lugares» o «destinos» a que se ha aludido en el párrafo anterior.

En ambos enfoques o recursos expositivos aparece un finalismo ajeno al vehículo-empresa. Hay uno o varios sistemas humanos que constituyen la última razón del desplazamiento del vehículo o del output del sistema empresa.

Figura 1



Planeta - Ideographis

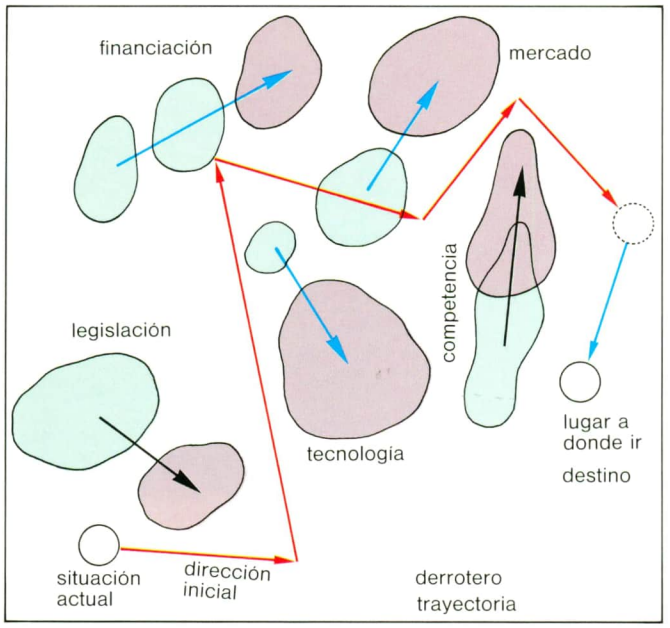


Figura 2

Para el análisis que sigue se supondrá este finalismo como un dato *a priori*. No se valorará la oportunidad y bondad de producir cerámica sanitaria, armas ligeras o ropa interior, ni la de generar beneficio, excedentes o dividendos, ni la de lograr la mitad de un mercado, hacer desaparecer a un competidor, etc., o una mezcla cualquiera de estos distintos finalismos.

Camino, derrotero, destino

Aceptado que existe un finalismo, un lugar a donde ir, se plantea inmediatamente el establecimiento del camino a seguir por el vehículo o de la trayectoria temporal que debería recorrer el sistema empresa.

En este camino, o en esta trayectoria, hay un punto singular que es el lugar —o situación— en donde se encuentra el vehículo o la empresa en un momento determinado. En este punto el vehículo, o la empresa, deben tomar una cierta dirección. Establecer esta dirección es dirigir.

Si el camino o trayectoria, adoptando una imagen geométrica, fuera una línea recta para dirigir bastaría definir una única dirección (fig. 1).

Si el camino o trayectoria no son líneas rectas, para dirigir se requerirá definir las sucesivas direcciones, es decir, deberá trazarse un derrotero. No bastará con dar un mero rumbo.

Otro aspecto de la problemática planteada a través de esta analogía es la necesidad de establecer las características del vehículo (y, si es un vehículo terrestre, su camino de rodadura). O, con el otro enfoque, la necesidad de diseñar un sistema empresa apto para seguir las sucesivas direcciones implícitas en la trayectoria.

Antes de abordar este aspecto es oportuno profundizar en cómo se realiza el trazado de la trayectoria o derrotero. Para ello se supondrá que el vehículo es una embarcación que ha de navegar por el mar. En este mar —el sistema exterior al sistema empresa— existe un archipiélago de islas flotantes llamada legislación, tecnología, mercado, competencia, financiación, etc. (fig. 2).

Estas islas flotantes no son estáticas, sino que modifican su tamaño y su forma y, además, se desplazan. Y el lugar a donde ir, el destino del derrotero que, como se ha dicho antes, depende en última instancia de un sistema humano (mono o pluripersonal) también evolucionará a medida que transcurre el tiempo.

¿Cómo dirigir esta hipotética embarcación entre un archipiélago dinámico y hacia un destino que se desplaza? ¿Qué características de diseño y construcción deberá tener la embarcación?

La respuesta a estas preguntas pasa por la construcción de un modelo del sistema exterior (mar y archipiélago) y del sistema empresa (embarcación) y simular su interacción de manera dinámica.

En la analogía náutica este modelo sería una carta marina en donde se dibujan a escala las sucesivas situaciones y formas de las «islas». El modelo de la embarcación podría reducirse al conocimiento de su velocidad de crucero y sus necesidades de repuestos. La simulación estriba en trazar un derrotero que «esquive» a ciertas islas y «arribe» a otras para repostar y así, finalmente, «tocar» el destino.

Se puede apuntar ya un refinamiento consistente en evaluar la duración y necesidad de recursos de diferentes derroteros —de diferentes simulaciones— para así conocer sus costes y elegir el más barato.

Dirección y conducción

Antes de profundizar un poco más en el concepto de dirección es conveniente tratar de la conducción. Para ello continuará siendo útil la analogía náutica. El mar no es un medio estático. Su superficie es alterada por el viento. El viento no siempre sopla con la misma intensidad y dirección. Existen corrientes marinas y, cerca de la costa, la marea modifica de manera relevante el perfil del litoral y la profundidad del fondo.

La embarcación, en esta analogía, debe aprovechar la energía del viento modificando adaptativamente la geometría de su velamen y seguir la dirección del derrotero a base de modificar la geometría de su casco (el timón).

Todas las actuaciones, que continuamente tienden a lograr que la embarcación siga su rumbo constituyen la conducción (fig. 3).

De este sencillo planteamiento es posible ya deducir las principales premisas para una conducción eficaz:

- capacidad de conocer el rumbo que se sigue (real);
- conocimiento del rumbo a seguir (consigna);
- capacidad de determinar la desviación entre rumbo real y consigna;
- criterio para discriminar la relevancia de esta desviación;

– capacidad de determinar las acciones correctivas, actuando sobre las variables eficaces, en función de esta desviación;
– capacidad de aplicar las acciones correctivas;
– el *tempo* en que se desenvuelven las anteriores premisas debe ser coherente con el *tempo* con que interactúa el binomio vehículo (embarcación con su velamen y timón) y su entorno (mar, viento, costa, etc.).

Simulación de modelos

Para la empresa, el modelo del sistema exterior está constituido, en primera aproximación, por el conjunto de modelos de mercado comprador, competencia, tecnología (proveedores), mercado laboral, mercado financiero y administración pública.

Simular la evolución futura del sistema exterior es simular la evolución de cada modelo interactuando con los restantes (fig. 4).

El sistema empresa está representado por un modelo capaz de reflejar al sistema empresa real actual y a la serie de supuestas sucesivas realidades de la empresa en el futuro.

Tanto el modelo del sistema exterior como el modelo del sistema empresa están asociados a un calendario futuro en el que situar las evoluciones supuestas.

Simulando la interacción entre el modelo del sistema exterior y el modelo del sistema empresa a través del recorrido del calendario futuro (t_n, t_{n+1}, ..., t_{n+m}), aparece una hipotética trayectoria que, si pasa (o llega) por el finalismo antes comentado, constituye una alternativa de derrotero válida.

Obsérvese que el desarrollo de esta simulación, equivale a un bussines game (juego de empresa, simulación de gestión) en el que el jugador es el sujeto que busca la dirección a tomar.

Al final de cada período aparece un resultado hipotético que permite a este sujeto modificar el modelo del sistema empresa de la manera que considere más pertinente para afrontar el próximo período. Y así recursivamente hasta llegar al final del horizonte temporal explorado.

Historia y trayectoria

Esta simulación puede repetirse suponiendo que el futuro del sistema exterior evolucionará de otra manera. Es decir, considerando otras *historias.*

Estas repeticiones generarán un conjunto de trayectorias válidas constituidas, cada una, por una cierta sucesión de estados del modelo del sistema empresa y de resultados esperados, que se representa en el cuadro adjunto.

PERÍODO INICIAL t_n

Historia	*Trayectoria*	*Resultado final*	*Aspectos* +	*Aspectos* –
A	*a*	$R_{A,a}$		
	b	$R_{A,b}$		
B	*c*	$R_{B,c}$		
	d	$R_{B,d}$		
	e	$R_{B,e}$		

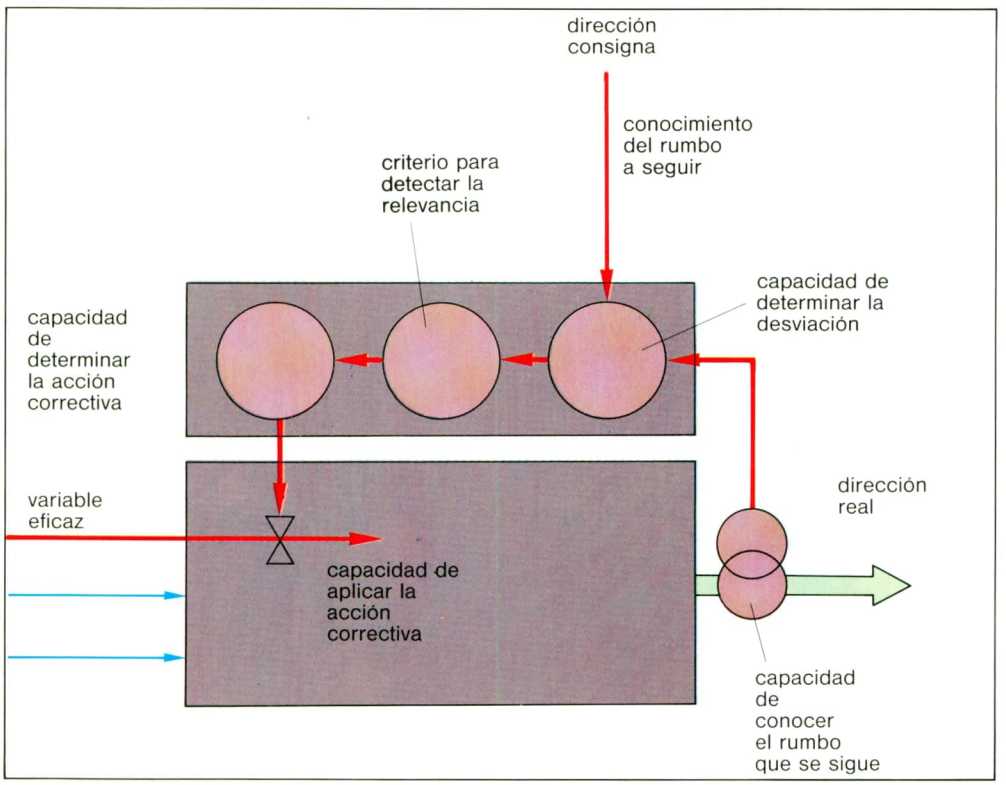


Figura 3

El proceso descrito puede ser, por parte del sujeto que *busca la dirección a tomar,* consciente o inconsciente. Si es consciente puede ser un ejercicio puramente mental o apoyarse en alguna formalización material.

La formalización material puede dar soporte a expresiones tan sólo literarias o cualitativas, sin ninguna estructuración extragramatical, o dar soporte a expresiones estructuradas. Las expresiones estructuradas pueden ser sólo manipulables a nivel lógico o admitir además manipulaciones cuantitativas; en este último caso, los modelos del sistema exterior y del sistema empresa son algoritmos lógico-aritméticos.

En el caso de manipulaciones cuantitativas, la última posibilidad apuntada, la informática puede aportar una contribución que, en muchos casos, resulta determinante. En las otras posibilidades, actualmente la informática sólo aportaría, con el tratamiento de textos, una ayuda para «poner en limpio» los documentos que se pudieran redactar sobre el tema.

Informática y dirección. Condiciones

La informática resulta determinante si:

– los modelos del sistema exterior y de la empresa son programables;

– los algoritmos que constituyen los modelos son largos y complejos;

– los datos que constituyen los aspectos cuantitativos del sistema exterior y del sistema empresa son voluminosos;

– el conjunto de historias y trayectorias a explorar es importante;

– el horizonte explorado es largo y/o la cantidad de períodos del calendario futuro es importante.

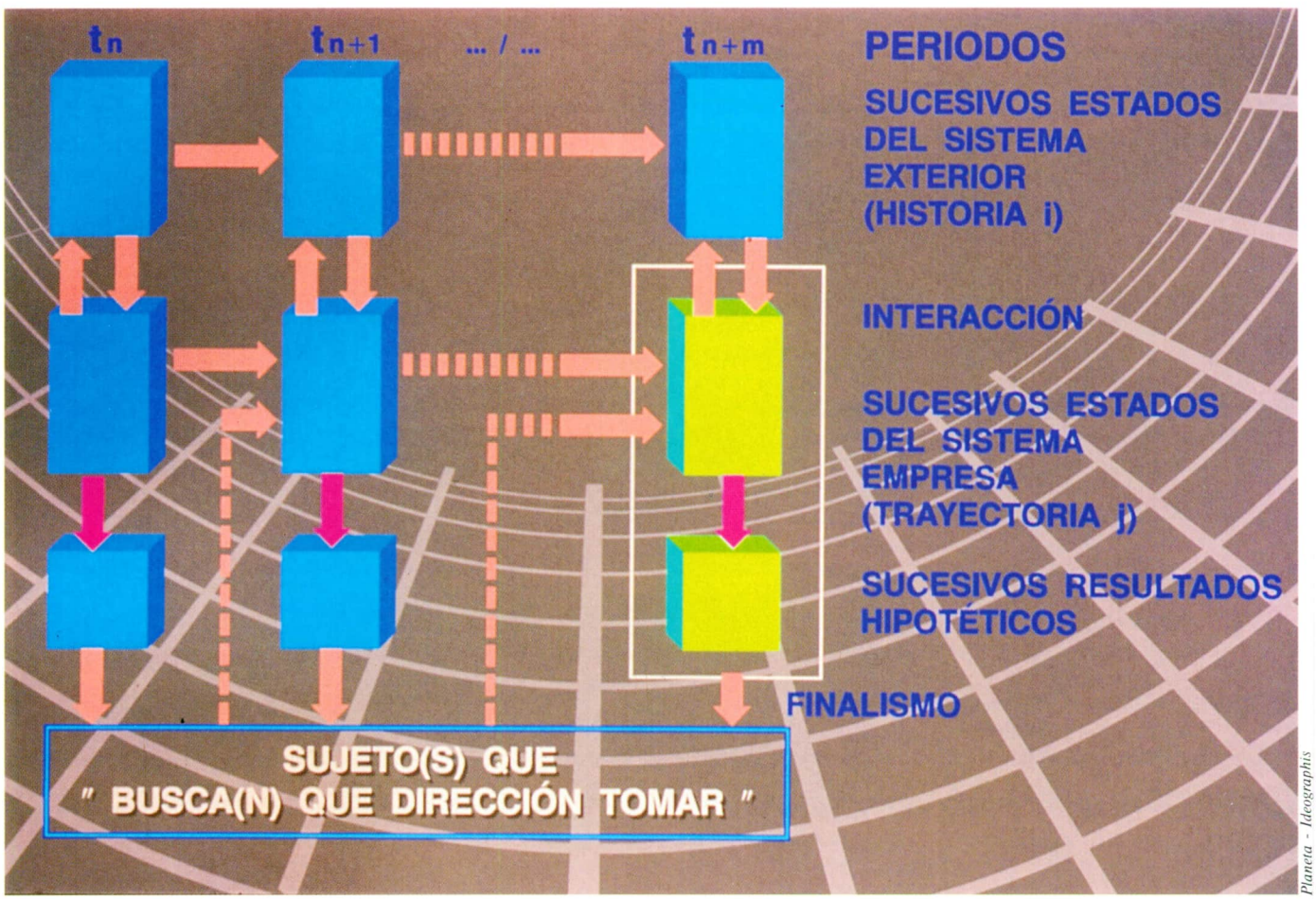
La función directiva continúa desarrollándose también a partir del momento que se decide, se elige, se opta por un determinado binomio de historia-trayectoria.

Hay que descomponer la historia en subhistorias, tanto en el sentido temporal, dividiendo cada período en subperíodos, como en el sentido sistémico, descomponiendo todo el modelo de sistema exterior, en los modelos ya apuntados antes de mercado, competencia, etc. y éstos, a su vez, en otros subsistemas más elementales.

Asimismo hay que transformar la trayectoria en una sucesión de subtrayectorias temporales-sistémicas que darán lugar al conjunto de consignas que, como se ha anunciado antes, son básicas para la conducción del sistema empresa.

Aparece ahora una función aún no mencionada y que se encuentra entre la dirección y la conducción: es el seguimiento de la historia real del sistema exterior (comparándola con la historia supuesta) y de la trayectoria real del

Figura 4



Planeta - Ideographis

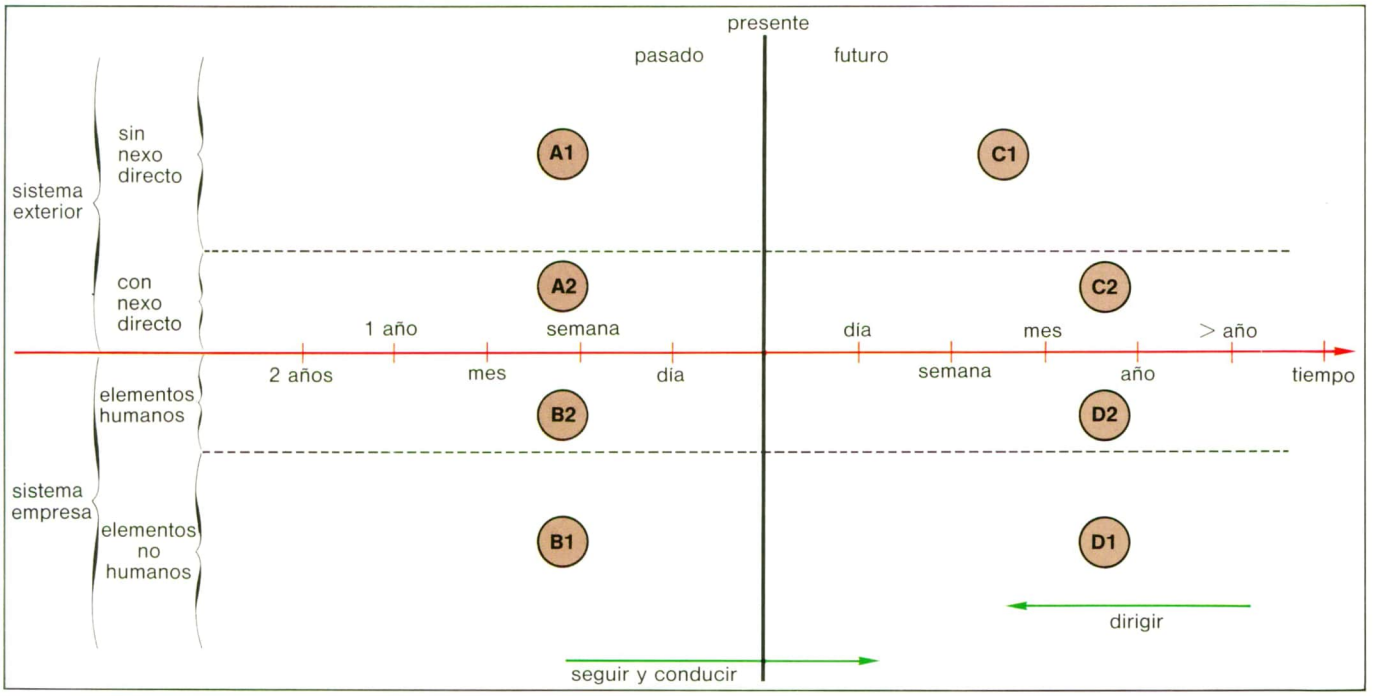


Figura 5

sistema empresa (comparándola con la trayectoria adoptada). Las comparaciones anteriores permiten la detección de las desviaciones significativas.

Una desviación significativa es un indicador de que las hipótesis que dieron lugar a una historia-trayectoria no se cumplen. Detectar una desviación es una función de conducción. Considerarla como significativa es una función de dirección.

Dirección adaptativa y dinámica

La consecuencia de una desviación significativa es reiniciar un nuevo proceso de simulación. El presente ya no está en el período t_n. Está, por ejemplo, en el período t_{n+2}. Y el horizonte explorado ya no llega a t_{n+m}, sino que pasa al período t_{n+2+m}. Aparece así el concepto de dirección adaptativa o dinámica.

Aquí de nuevo aparece el protagonismo de la informática, que puede hacer posible el seguimiento de una gran cantidad de subhistorias y de subtrayectorias a un coste razonable, con un sincronismo suficiente, y que puede asumir, además, una buena parte del proceso encaminado a determinar si una desviación es o no significativa.

Y también la informática permitirá la dirección adaptativa o dinámica, dado que el coste de reprocesar una gran cantidad de datos mediante complejos algoritmos no constituirá una razón disuasoria.

Obsérvese que la detección de una desviación y el enjuiciamiento de su relevancia, puede desencadenar, como se acaba de indicar, una clara función directiva o bien, como resultado de este enjuiciamiento, una mera función conductora.

En este caso también la informática constituye una poderosa ayuda para llevar a cabo todo el proceso conductor. La parte de este proceso más delicada es la que permite determinar las actuaciones correctivas pertinentes sobre determinados elementos del sistema empresa.

Esta determinación es el resultado de una formulación:

$$\text{actuación correctiva} = f\,(\text{desviación detectada}),$$

en la que f puede ser una transformación analítica más o menos compleja, una tabla de decisión y/o un sistema experto, y donde tanto la actuación correctiva como la desviación detectada pueden ser, en realidad, un conjunto de actuaciones y desviaciones (vectores):

$$(A_1, A_2, A_3, ..., A_n) = f\,(D_1, D_2, D_3, ..., D_m).$$

Para que la conducción sea eficaz debe, como también ya se indicó, respetar un cierto *tempo*. Si un cierto *tempo* obliga a una vigilancia continua de la desviación entre suposición y realidad, a una aplicación inmediata de la transformación anterior f y, finalmente, a ordenar la actuación correctiva también de manera continua, la contribución informática es, en muchas ocasiones, determinante para hacer, o no, posible la conducción del sistema.

Ciertos procesos industriales continuos y los vehículos espaciales son ejemplos de casos de conducción automática que sólo ha sido posible gracias al instrumento informático.

Para tratar la problemática de la dirección y conducción desde el punto de vista de la aportación de la informática, es interesante analizar el universo de los datos.

Universo de los datos. Concepto dato

Los datos son reflejos simbólicos de la situación o estado de un cierto elemento de un sistema en un momento dado,

o de un acontecer, de un acto, de una actuación asociada a uno o varios de estos elementos, que les provoca, a su vez, un cambio de situación o estado.

Así, un dato es que a final de un cierto mes (momento), en un almacén de productos acabados, la existencia de camisas confeccionadas del modelo 322, talla 37 y color blanco (identificación del elemento) es de 412 unidades (situación o estado). Otro dato es que un día determinado del mismo mes (momento) se expendieran 6 unidades de estas camisas (acto, actuación) al cliente 4317 (identificación de otro elemento).

Los datos pueden ser reflejos de agregados de situaciones de elementos homogéneos o de actuaciones de la misma clase.

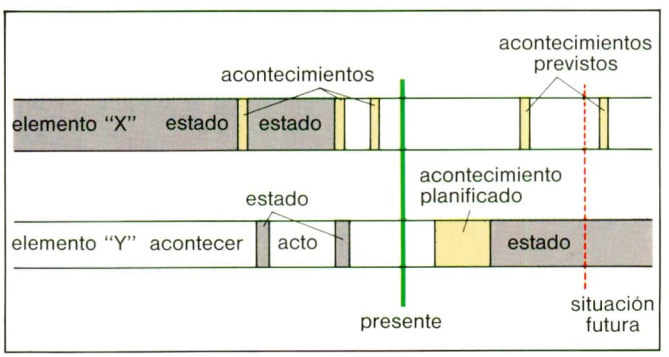
Los datos de situaciones aportan visiones estáticas de un sistema. Así, en el caso del sistema empresa, un balance es un conjunto de agregaciones de datos de situaciones debidamente estructurados para reflejar una distribución de valores económico-financieros.

Los datos de actos aportan visiones dinámicas de un sistema. La cuenta de explotación es, esencialmente, un conjunto de agregaciones de datos de los actos de la misma clase acaecidos durante un cierto período.

Pero, en ambos casos, los datos no son información. La información aparece cuando un sistema inteligente reconoce su significado, lo entiende, lo interpreta y, en última instancia, se entera de cómo está el sistema (empresa), o de lo que ha sucedido durante el último período, y actúa en consecuencia. Actualmente el sistema inteligente es el hombre y la información aparece en algún lugar, más o menos difuso, de su córtex cerebral.

Pero es evidente que informarse a partir de unos datos puede ser más o menos fácil en función de la forma en que dichos datos han sido sintetizados.

Figura 6



La operación trivial basada en una adición de valores numéricos o un sofisticado análisis estadístico reducido, al final, a una potente representación gráfica son ejemplos de síntesis de datos para facilitar la captación de la información subyacente.

Es importante señalar aquí que una síntesis de datos implicará siempre una cierta modelización del sistema real que ha generado los datos elementales.

La informática ha aportado, y aporta, una gran contribución en este dominio. En primer lugar en su aspecto cuantitativo, cuando un gran volumen de datos elementales haría muy difícil y costoso su procesamiento. En segundo lugar en su aspecto cualitativo, si el algoritmo que debe conducir su procesamiento es complejo.

Calidad de los datos

La informática, pero, no puede ser aplicada a cualquier clase de datos, debe tratarse de datos estructurados, normalizados y formalizados.

Estructurados, porque previamente, y a través de aquella modelización que antes se mencionaba, se ha estructurado el propio sistema real. Es decir, se han inventariado los elementos y las actuaciones y se ha tipificado su correspondencia a un cierto conjunto o clase. Y, además, se han definido las dimensiones de una situación o estado, la unidad de medida y la escala temporal adoptada.

Normalizados, porque cada dato elemental es simbolizado con criterios constantes. Los identificadores del conjunto o clase a que pertenece el dato (códigos) y los identificadores de los elementos que intervienen en la situación o actuación (claves) no son arbitrarios. Respetan una norma de generación que asegura su univocidad.

Formalizados, porque se encuentran materializados en un soporte técnico capaz de ser leído directamente por una interfase que no entienda su significado. Este matiz debe interpretarse en el sentido de que una interfase con estas características puede ser tanto un operador de registro de datos transcribiendo un documento base debidamente formateado como un lector de documentos capaz de leer los caracteres escritos a mano.

La consecuencia de todo ello es que, obviamente, los datos no estructurados, no normalizados y no formalizados no son, actualmente, una materia prima apta para ser introducida directamente en un proceso informático. Esta barrera técnica será considerada de nuevo más adelante.

Los datos empresariales

A continuación, y con ayuda de la representación gráfica adjunta (fig. 5) se analizarán desde otro punto de vista los datos que intervienen en la problemática de la dirección y conducción de empresas. Este análisis hará aparecer otros aspectos de la disponibilidad e importancia relativa de los datos, así como su potencial de aportar ayuda al ser procesados informáticamente.

En el diagrama se representa, horizontalmente, una dimensión temporal que se divide entre pasado y futuro mediante una línea vertical, presente, que obviamente, como la aguja de un reloj, estaría en continuo movimiento hacia la derecha.

Planeta - Ideographis

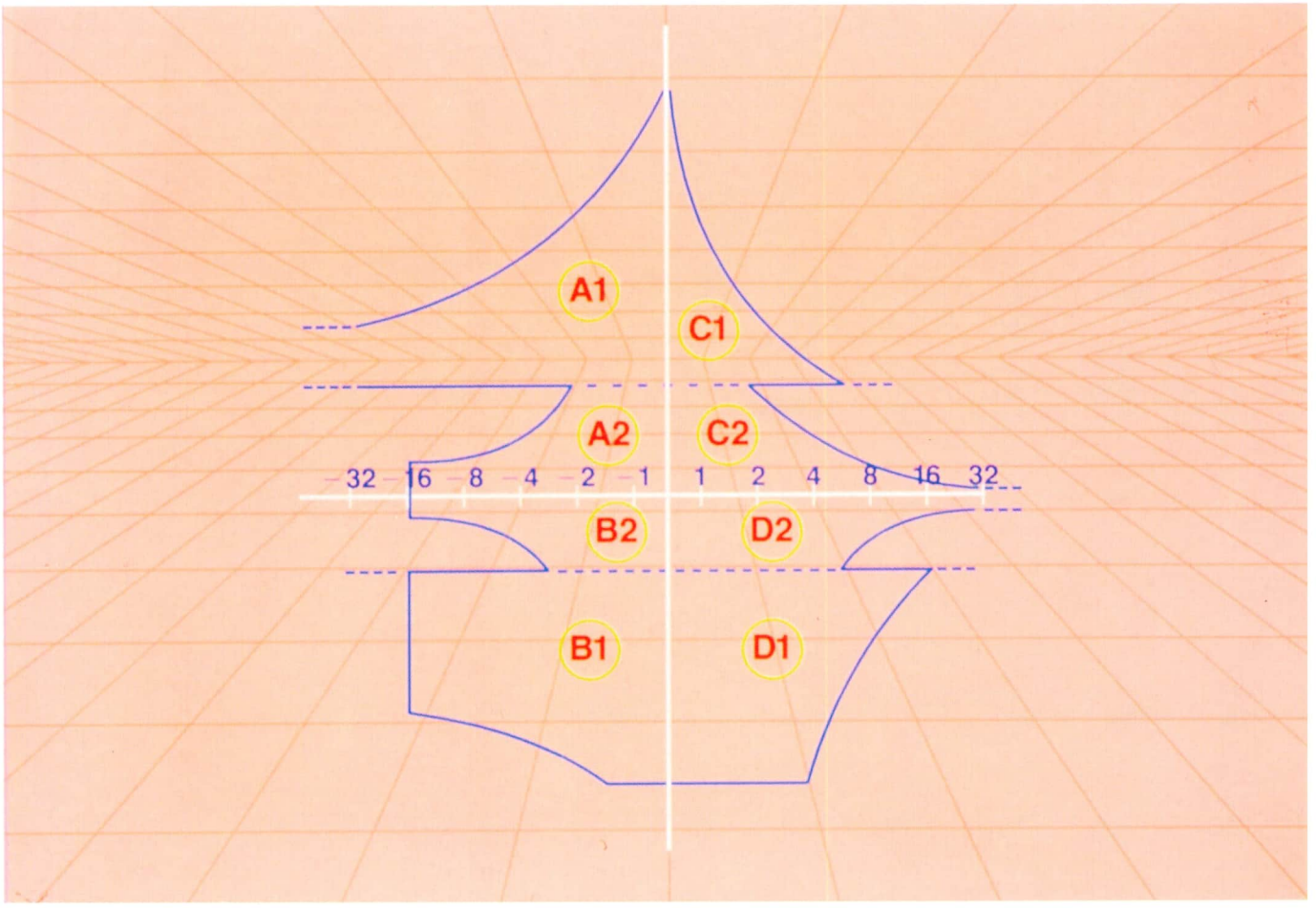


Figura 7

La otra dimensión representa un espacio donde se encuentran los elementos del sistema empresa (parte inferior) y los del sistema exterior (parte superior).

Del sistema exterior se distinguen los elementos que mantienen un nexo directo con la empresa, fundamentalmente proveedores y clientes. Del sistema empresa se distinguen, por un lado, los elementos humanos (los empleados), y, por otro lado, las máquinas, productos, materiales, instalaciones, etc.

Idealmente puede imaginarse para cada elemento una banda horizontal, donde situar cronológicamente los sucesivos estados y acontecimientos. Hay casos en que, entre unos sucesivos estados, se encuentran acontecimientos puntuales (elemento *x*) y otros en que entre unos estados de duración breve se encuentran acontecimientos con duración significativa (elemento *y*) [fig. 6].

Considerando que a cada estado-acontecimiento de cada elemento hay asociado un dato, se justifica el concepto de espacio de datos aportado por esta representación. El espacio a la izquierda de la línea vertical de presente es el lugar donde se encuentran los datos históricos. Son datos reales, es decir de estados que han sido, o son, y de acontecimientos que se han realizado o están realizándose.

El espacio a la derecha del presente es el lugar donde se encuentran datos virtuales, datos de estados y acontecimientos previstos, estimados, planificados, supuestos, presupuestos o comprometidos.

Aprovechando este punto del discurso puede ser interesante señalar que este espacio, tanto para el eje de tiempo como para los elementos de los sistemas empresa y exterior, no es isótropo.

Las divisiones de la escala temporal pueden suponerse, a ambos lados del presente, representando cada vez una duración doble de la anterior. Es decir, la escala del presente y su entorno es expandida, y la del pasado y futuro lejanos es contraída.

Asimismo, la cantidad de elementos identificados disminuye a medida que nos alejamos del presente. Surgen elementos que son conjuntos de elementos y/o conjuntos de conjuntos y así sucesivamente.

Densidad de los espacios de datos

La figura 7 aporta una representación gráfica de dicho espacio dilatado-contraído, que permite poner en evidencia que no se trata de un espacio ilimitado. Tal como pone en evidencia la asimetría de la figura es muy diferente la cantidad de datos contenidos en cada cuadrante.

El cuadrante más denso es el B1. En él se encuentran los elementos de la propia empresa, cuya historia es bien

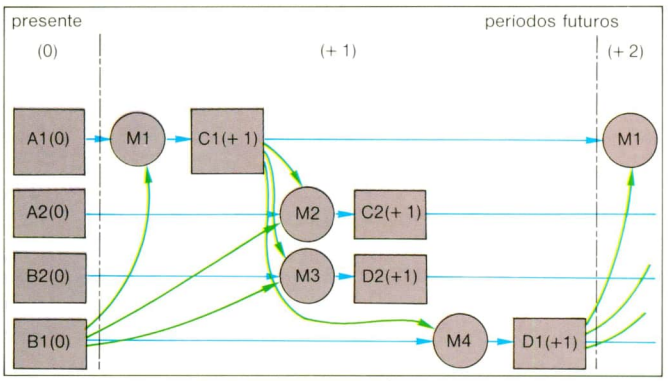


Figura 8

conocida y traducida generalmente en datos estructurados, normalizados y formalizados.

El cuadrante menos denso es el C1, en el espacio futuro de los elementos del sistema exterior. Elementos que son sumamente sintéticos, poco numerosos y la mayoría de ellos con una corta proyección temporal. Serán generalmente de muy difícil estructuración, normalización y formalización.

El cuadrante D1 tendrá una densidad que será función de cada sistema empresa concreto. Generalmente la dimensión, la gran inversión en equipos, una logística compleja, etc., serán factores que propiciarán esta densidad y que los datos sean estructurados, normalizados y formalizados.

Finalmente, la densidad y grado de estructuración, normalización y formalización de los datos del cuadrante A1 dependerá de la madurez de los servicios públicos o institucionales de recogida, almacenaje y distribución de datos sociales, económicos, tecnológicos, etc. Es decir, dependerá de las estadísticas disponibles, de los bancos de datos existentes, de la demora en su actualización, de la fiabilidad de su origen. Y también dependerá, para una empresa determinada, del simple hecho de que conozca la existencia de estos bancos de datos. Si se desconoce su existencia es, prácticamente, como si no existieran.

Es interesante poner de relieve que los datos de A2 corresponden a elementos claramente exógenos al sistema empresa (proveedores y clientes) y directamente conexos con sus elementos. Constituyen generalmente el subconjunto del sistema exterior con datos más disponibles y además estructurados, normalizados y formalizados.

También los datos de B2 corresponden a un conjunto singular de elementos: los empleados de la empresa. Según el punto de vista que se adopte, se encuentran dentro del sistema empresa como sus elementos más genuinos o bien en el sistema exterior como proveedores de recurso humano. En cualquier caso son elementos bien conocidos y generalmente con una buena estructuración, normalización y formalización de los datos, que reflejan situaciones contractuales o acontecimientos remunerativos, de encuadramiento, etc., siendo en general escasos los datos que reflejan situaciones personales o aspectos sicológicos y los actos que los han provocado.

Aportación de la informática a la dirección

Ahora es posible reconsiderar de nuevo la aportación de la informática en la función directiva. Considerando específicamente la etapa simuladora de esta función, es evidente la importancia de los datos disponibles. Sólo los datos estructurados, normalizados y formalizados son utilizables por los algoritmos-modelos de los sistemas empresa-empleados, exterior-proveedores-clientes y sus correspondientes interacciones.

Esta condición implica, en la práctica, una importante limitación. Es decir, la gran incógnita del cuadrante C derivada de la no tan grande incógnita del cuadrante A se encuentra agravada por la carestía de datos estructurados, normalizados y formalizados en estos cuadrantes.

Los modelos M y sus correspondientes simulaciones se plantean por vías no analíticas, más relacionales y/o verbales que algorítmicas. Quizá en el futuro serán los sistemas expertos (instrumento informático) los que aportarán ayuda en este dominio.

En el diagrama adjunto (fig. 8) se representan las relaciones entre los subespacios de datos y los modelos que permiten simular su evolución.

Así M1 es el modelo para hacer pasar los datos representativos del estado de los elementos del sistema exterior en el presente A1 (0) a datos representativos del estado de los elementos del sistema exterior al final del primer período futuro C1 (+ 1).

Es importante subrayar que estos modelos deberían ser capaces de eliminar elementos muertos y generar nuevos elementos con su correspondiente estado. Esto equivaldría a disponer de modelos innovadores, capaces de funciones prospectivas y de simular la creatividad. Actualmente estos modelos sólo se encuentran en la actividad mental del hombre. Aquí la informática ha de ser ayudada por la aportación de los dirigentes.

En el modelo M2, que simula la evolución del mercado proveedor y comprador, la informática puede tener una gran aportación, principalmente cuando la extrapolación de las series cronológicas subyacentes en A2 (0), A2 (− 1), A2 (− 2) ... A2 (− *n*) constituye la parte esencial del algoritmo.

El ajuste exponencial, el ajuste cuadrático, aplicados a una gran cantidad de datos estructurados, normalizados y formalizados constituye un dominio privilegiado para el uso del ordenador.

El modelo M3 simula la evolución de los empleados. Si se trata de su edad, de su remuneración, de su formación o de su promoción profesional es probable que la contribución informática sea importante, en especial si se trata de una gran plantilla. No sería tan importante si se pretende simular la evolución de unas actitudes, de unas motivaciones o de un clima de empresa.

Pero el espacio en donde la informática aporta su gran contribución es en el modelo M4, que simula la evolución de los elementos de la propia empresa, especialmente cuando el estado de los diferentes elementos es expresado en una dimensión única, su valor, y es medido en unidades homogéneas, la unidad monetaria. Se trata del caso clásico de simulación financiera, de simulación de balances y cuentas de explotación previsionales o de la preparación de un presupuesto anual.

Una visión complementaria, y evidentemente no exhaustiva, de la aportación de la informática a la dirección de una empresa se puede representar mediante el diagrama adjunto (fig. 9).

La tecnología de las bases de datos hace posible la existencia de un reflejo del entorno en forma de bancos de datos y la telemática los pone a disposición de una planificación estratégica.

Los modelos socioeconómicos aportan su apoyo a la prospectiva y los científico-técnicos, junto con el puro cálculo numérico, a la investigación y desarrollo.

Los modelos de mercado y la tecnología de bases de datos dan soporte a la planificación comercial y, a su vez, los modelos de producción y financieros lo dan, respectivamente, a la planificación técnica y financiera.

Finalmente, la concepción asistida por ordenador ayuda al diseño y proyecto del producto, generando toda la ingeniería de producto y el modelo de producción, y la tecnología de base de datos apoya a métodos para toda la ingeniería de proceso.

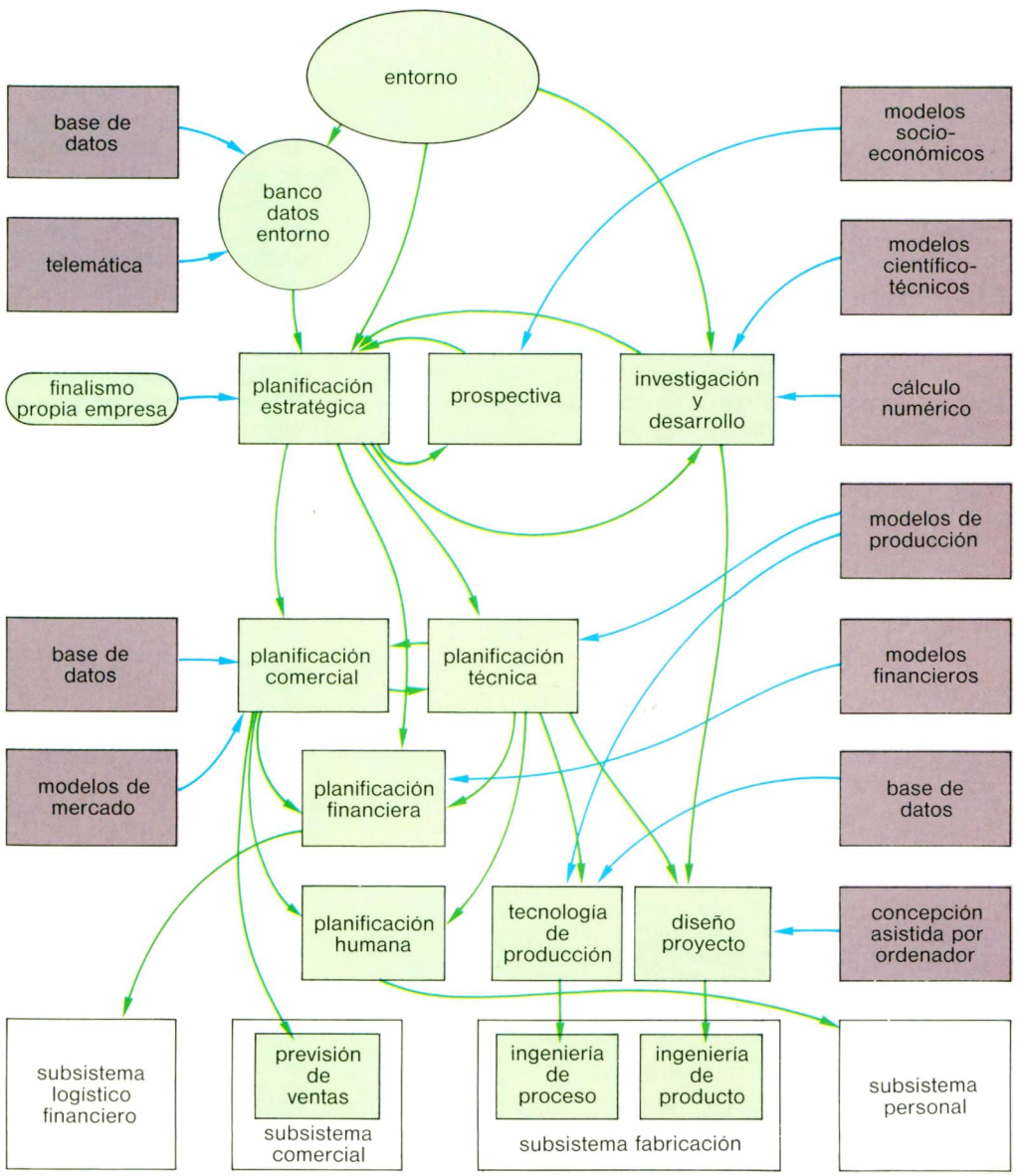


Figura 9

Participación y resultados

Correlación entre participación y cantidad/calidad de resultados

La informática, como ciencia que procesa la información, tiene un esquema muy simple que gira en torno a un núcleo llamado proceso de datos. Como punto de partida aparece la captación de la información fuente para su proceso, y, como punto final, unos resultados.

De las tres partes del esquema, la operación de la parte central, el proceso de datos, corresponde enteramente a profesionales de la informática. En cuanto a la entrada y la salida de información corresponde al usuario. La relación que existe entre la participación del usuario y el nivel de exigencia de cantidad y calidad de información esperada son magnitudes inversamente proporcionales. La participación del usuario ha ido evolucionando históricamente en la medida en que han evolucionado los sistemas de entrada de información al sistema y la facilidad para la gestión en la obtención de resultados.

Evolución histórica de la participación del usuario

El proceso histórico de esta evolución es similar al grado de introducción de la informática en la gestión integral de una empresa.

En un principio el usuario no participaba en ninguna de las técnicas de la informática. Era el centro de proceso de datos el que recibía la documentación fuente (albaranes, notas de cargos) para su proceso mecanizado. En este centro, la documentación y, por consiguiente, la información pasaba por unas fases de proceso: codificación, perforación, verificación, depuración y, finalmente, procesamiento por el ordenador para obtener unos resultados.

En esta primera fase, el usuario era una persona pasiva ante la informática. Su papel era entregar documentos fuente para esperar luego, en la puerta de salida, generalmente grandes cantidades de papel.

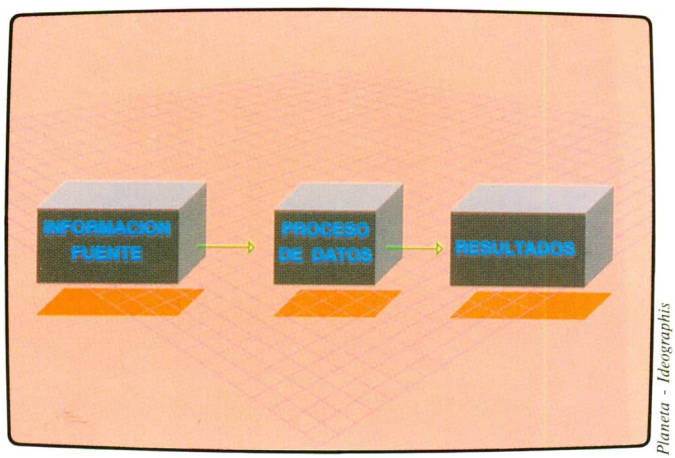
En una segunda fase, al usuario se le exigió que participara muy modestamente en esta cadena de proceso, obligándole a entregar los documentos fuente codificados (artículos, clientes, proveedores, cuentas, referencias). A partir de este punto el proceso seguía igual que en el primer caso.

Con la evolución de los sistemas de registro, de la clásica ficha perforada al diskette, algunos usuarios se sintieron capaces de registrar ellos mismos los documentos fuente. Este caso era frecuente en dependencias alejadas de los centros de procesos de datos, como delegaciones comerciales, que, en lugar de enviar los albaranes de venta, enviaban diskettes registrados por los mismos usuarios comerciales de tales delegaciones. Esta nueva fórmula no era común en las dependencias que estaban próximas al centro del proceso de datos.

El hardware evoluciona y aparecen las pantallas que, conectadas a un sistema central, son como brazos extensibles de los ordenadores que llegan al punto donde se produce la información. Con este sistema se obliga a la persona que genera información a que sea ella misma quien la entre al ordenador. Con este nuevo sistema pueden eliminarse los pasos de codificación, registro, verificación y depuración. Unos programas muy bien estructurados permiten en una sola acción realizar todas estas funciones y son unos verdaderos filtros que garantizan que la información entrada desde un punto de origen por el mismo usuario que la produce sea totalmente fiable. Simultáneamente, los tiempos de respuesta de los resultados se acortan.

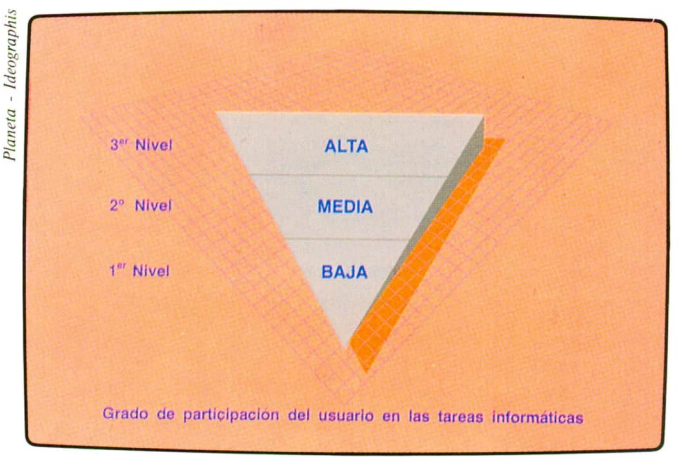
Al producirse la introducción de las pantallas, se exige al usuario una nueva participación en el proceso. Ahora dispone de una máquina que admite la entrada de información y se le facilitan programas que le permiten extraer resultados simples a condición de que sepa manejar unas

Esquema del proceso informático de la información.



Planeta - Ideographis

Evolución de la participación del usuario en las tareas informáticas.



Planeta - Ideographis

operativas de búsqueda. Aparecen los menús de las pantallas, las palabras clave para el acceso a la información, y es preciso conocer los requisitos de los programas para manejar con facilidad las teclas funcionales que permiten moverse dentro de las posibilidades de un programa-consulta.

El usuario ha evolucionado con respecto a su participación en la actividad informática, pasando de ser una persona pasiva, ajena al proceso de datos, a ser un elemento activo.

Esta evolución es semejante, en parte, al proceso de mecanización en una empresa. Es evidente que ahora se parte de la entrada de información desde pantalla, pero muchas veces esta información se entra desde el propio centro de proceso de datos, en una fase inicial, para pasar luego, con el incremento de nuevas aplicaciones, a que la entre el propio usuario desde el punto de creación.

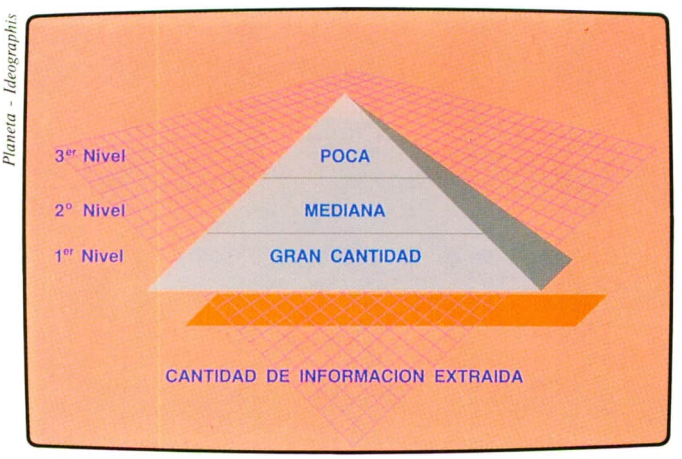
En el segundo aspecto del análisis observaremos la cantidad de información que se obtiene de un sistema mecanizado.

Primero se mecanizan, generalmente, aquellas aplicaciones voluminosas que representan verdaderos cuellos de botella para las empresas y cuya programación suele ser fácil. Estas primeras aplicaciones tienen por objeto cubrir unas necesidades básicas de toda administración. Son típicas la facturación, la contabilidad y los cobros. De las mismas se obtiene gran cantidad de papel en forma de listados, que ofrecen resúmenes de los resultados objetivos vistos de formas diferentes. Por ejemplo, objetivo, facturación. Problema, gran cantidad de facturas a emitir. Resultado primero, las propias facturas. Valor añadido, diarios de ventas de formas diferentes: por artículo, por cliente, por facturas, por formas de pago, etc. Y si la aplicación se puede integrar con otras aplicaciones, se pueden obtener cuentas corrientes, pendiente de cobro, almacenes, etc.

Estas primeras aplicaciones corresponden a aquellas en las que el usuario sólo participa entregando documentos codificados o bien a aquellas en que entra él mismo la información desde una pantalla.

En una segunda fase el usuario, una vez superado el problema básico objeto de la mecanización inicial, exige del centro de proceso de datos unos resultados menos voluminosos pero más sintetizados. En esta segunda fase suelen aparecer los informes procedentes de datos que ya posee el ordenador, es decir, no debe introducirse información base alguna. Si las aplicaciones primeras están realizadas con una perspectiva de futuro, pueden muy bien almacenarse en archivos históricos datos que permitan ofrecer posteriormente resultados para la gestión. Son típicas de esta fase las estadísticas obtenidas periódicamente, con una cadencia mucho menor que los procesos base. En lugar de procesar un trabajo cada día, como en una facturación, obtenemos resultados mensuales. Los informes recibidos son mucho más elaborados y su objetivo es conocer la evolución de una gestión. Contabilidad, balances y estadísticas son resultados de esta fase. Ya puede reducirse el volumen de papel obtenido, puesto que los datos han de servir para trabajar con ellos.

Una tercera fase aparece cuando la dirección de la empresa o los distintos departamentos exigen información muy concreta, puntual y concisa, para trabajos a nivel de dirección. Estos resultados tienen unas características propias: reducido volumen de papel (a veces, una sola página), rapidez (son necesarios para una reunión), aperiodicidad (no existe una regularidad en ofrecer estos resultados). Esta tercera fase crea siempre problemas al centro de proceso de datos por su inesperada solicitud, su no prevista programación y la rapidez para entregar los resultados.



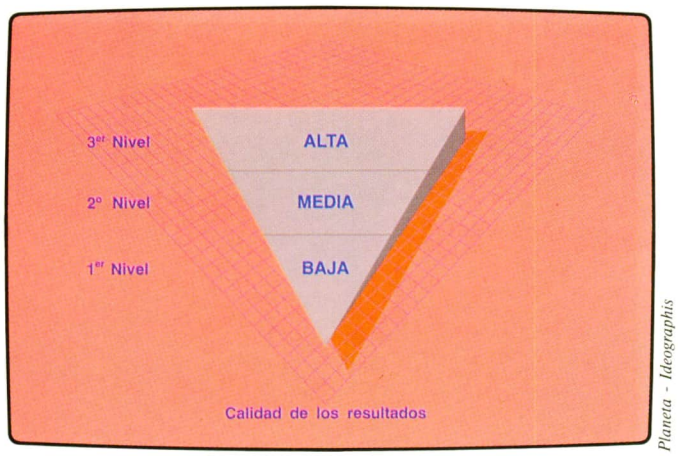
Esquema de la cantidad de información exigida por el usuario al centro de proceso de datos.

El esquema que corresponde a la cantidad de información que exige el usuario del centro de proceso de datos es el siguiente: en el primer estrato, donde la cantidad es abundante, la calidad es baja. Ello se corresponde con el objetivo que se cubre, que es primario: sacar una facturación. Se trata de resolver un problema de volúmenes y de obligación administrativa. En cambio, cuando el usuario quiere analizar la marcha de unas ventas, exige una calidad de los resultados que le permitan realizar su gestión sin perder tiempo. Finalmente, cuando la dirección exige resultados concretos y puntuales en un alto grado de síntesis, el nivel de calidad es extremadamente alto, puesto que en este caso no existe margen para verificar o comprobar la realidad dada. Por ejemplo, un cuadro analítico de costes.

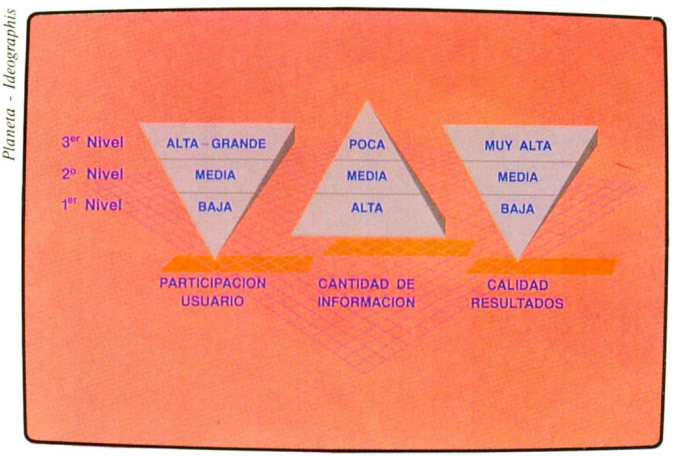
Para reflejar el nivel de calidad, el símbolo gráfico se invierte respecto al de la cantidad.

NIVELES DE PARTICIPACIÓN Y EXIGENCIA MUTUA ENTRE USUARIO Y CENTRO DE PROCESO DE DATOS

Concepto	*Primer nivel*	*Segundo nivel*	*Tercer nivel*
Información fuente	Documentos base	Archivos históricos	Bases de datos
Herramientas	Lápiz, pantalla	Pantallas	Ordenadores personales
Periodicidad	Alta (diario)	Media (mensual)	Aperiódica
Perfil usuario	Administrativo	Jefe de estudios Responsable área	Directivo
Cantidad resultados	Alta	Media	Baja
Calidad resultados	Baja	Media	Alta



Esquema de la calidad de la información exigida por el usuario al centro de proceso de datos.



Síntesis gráfica de los distintos niveles de participación y exigencia mutua entre usuario y centro de proceso de datos.

Evolución futura

Al observar la tendencia histórica y la situación actual, se puede creer que el futuro obligará a los usuarios a acercarse más a la informática. Deberán aprender fáciles programas de gestión para sacar más provecho de la informática como medio para su trabajo.

Actualmente al usuario se le ve ya trabajando con medios hasta ahora exclusivos de los profesionales de centros de procesos de datos, tales como hojas electrónicas, procesos de textos, bases de datos, comunicaciones y agendas electrónicas. El usuario deberá dejar el papel, el bolígrafo, la calculadora, la máquina de escribir, la agenda y quizá el teléfono para sustituirlo por una pantalla, un teclado y una cantidad de programas standard que le permitirán hacer lo que antes hacía con los otros medios. Deberá acostumbrarse a un reciclaje rápido cada vez que un nuevo programa se ponga a su alcance. Deberá ser rápido en la puesta al día y conocer las posibilidades que le ofrece la nueva manera de trabajar.

Los profesionales de la informática quedarán otra vez en su centro de datos para estructurar potentes bases de datos, establecer redes de terminales inteligentes y abrir nuevos caminos por los que conducir a los usuarios.

Automatización de oficinas

La tecnología electrónica y la oficina

La historia de las civilizaciones pone claramente de manifiesto la estrecha relación que siempre ha existido entre el grado de desarrollo tecnológico y las formas de estructuración de la economía e incluso de organización de una sociedad.

Se ha argumentado muchas veces que la economía es una de las fuerzas motrices de la historia. Sin embargo, hasta hace pocos años no se ha resaltado de modo suficiente que el desarrollo tecnológico es una de las fuerzas que conforman con más intensidad el modelo económico que se impone en una circunstancia dada.

Así, la invención del arado permitió el paso de una sociedad nómada a formas sociales mucho más estables, basadas en la agricultura. De modo similar, la invención de la máquina de vapor marca el inicio de una sociedad industrial en la que las fábricas y las cadenas de montaje desplazan a los gremios artesanales, cambiando así totalmente las reglas económicas de la época y afectando de modo drástico a la estructuración de la sociedad. Toffler, por ejemplo, ha argumentado de modo muy convincente en *La tercera ola* sobre la relación que existe entre valores sociales acreditados, como la puntualidad y la estructura económica basada en esquemas de producción en cadena.

En la actualidad caben ya pocas dudas de que la invención del microprocesador en 1971 señaló el principio de una nueva era industrial (o postindustrial), cuyas reglas no son todavía del todo aparentes. Así y todo, hay dos factores visibles que permiten predecir que la oficina será uno de los ámbitos en los que la proliferación del uso de ordenadores tendrá consecuencias más drásticas.

El primero de ellos es el mayor crecimiento relativo de los sectores de servicio respecto de otras áreas económicas. El segundo es la evolución que la informática está experimentando al pasar del proceso de datos al proceso de información.

Durante la última década, las tasas medias de crecimiento de los sectores de servicio están siendo marcadamente superiores a las del resto de los sectores económicos. El agotamiento de los modelos de crecimiento sin cota, la conciencia de la finitud de las reservas de materias primas, la crisis energética y las preocupaciones ecológicas apuntan a que el diferencial de crecimiento del sector de servicios se mantenga en el futuro.

Dentro del sector de servicios, la información es hoy una mercancía tanto o más respetada que el acero. En consecuencia, el número de empleados de «cuello blanco», que trabajan en oficinas y no en factorías, no cesa de aumentar, tanto en términos absolutos como relativos.

En una cadena de montaje el trabajador es un eslabón en el proceso de fabricación de un producto. En una oficina tradicional la mayoría de los trabajadores de «cuello blanco» ejercen igualmente la función de eslabones en la transmisión de información hacia dentro y hacia afuera de la empresa.

Las nuevas tecnologías informáticas afectan muy directamente a nuestra capacidad de producir, transmitir, recoger, elaborar y analizar información. La explosión de estas aplicaciones no puede menos que afectar directamente a la oficina, entendida como centro de proceso de información. La aplicación generalizada del ordenador en la oficina cambiará no sólo la apariencia de ésta, sino también su organización y su función general dentro de la empresa.

¿Qué es la automatización de oficinas?

Los términos *automatización de oficinas, ofimática* o *burótica*, cuyo significado es más o menos equivalente, son hoy palabras comunes, que inconscientemente relacionamos con la visión de una oficina sin papeles, en las que cada empleado se sienta ante un terminal de ordenador, y todas las tareas se realizan con la intervención directa de una maravilla electrónica de uno u otro tipo.

El proceso de automatizar una oficina es, en general, mucho más complejo de lo sugerido por esta visión simplista. La dificultad principal al respecto está relacionada con la imprecisión con la que solemos describir la naturaleza misma de la oficina.

En ésta, en efecto, se escriben y mecanografían documentos, se recibe, distribuye, lee y clasifica correspondencia, se habla por teléfono, por télex, o de persona a persona, se generan y pagan facturas. Es obvio que todas estas tareas,

La proliferación del uso de ordenadores en la oficina servirá para una evolución radical del concepto mismo de la oficina.



A.G.E.



A.G.E.

La aplicación del ordenador en la oficina cambiará su organización general e incluso su apariencia.

como veremos más adelante, pueden realizarse más eficientemente con la ayuda de tecnologías informáticas.

Sin embargo, la descripción de la oficina en términos de estas tareas es superficial, porque no refleja la propia razón de ser de la oficina y su función global dentro de la empresa.

En la actualidad, en la mayoría de los casos, la oficina es un freno a la actividad de un negocio. La burocracia de la oficina alarga, en ocasiones de modo desesperante, el momento entre que un directivo toma una decisión o da una orden y el tiempo en que las consecuencias de esta decisión u orden empiezan a tener un efecto real. Por ejemplo, el memorándum con la estrategia de comercialización de un nuevo producto se está mecanografiando, o fotocopiando, o no ha sido todavía distribuido, o no puede completarse porque el departamento de marketing no acaba de suministrar los resultados de un estudio que nadie recuerda con exactitud donde fue archivado. El resultado puede suponer un retraso crítico en la salida del producto al mercado.

En el futuro, lo más probable es que se dé el caso contrario. La oficina será el centro neurálgico de información de la empresa. La información estará accesible prácticamente al instante y podrá viajar de departamento en departamento, o de sucursal en sucursal, a la velocidad de la luz.

El reto será entonces utilizar de modo eficaz esa información. En la oficina actual tenemos el problema de hacer circular la información; en la del futuro tendremos que aprender a gestionar inteligentemente volúmenes de información abrumadores.

En la actualidad la mayoría de las oficinas suponen un freno a la actividad del negocio al que pertenecen. Son un estorbo indispensable como complemento a la función de la empresa, pero raramente constituyen el centro de actividad de la misma. Esta situación cambiará radicalmente en el futuro.

Fases de la automatización de oficinas

Se podría recrear una idea aproximada del proceso de evolución de la automatización de oficinas por analogía con la evolución de la automatización de las factorías, que probablemente nos es más familiar. A grandes rasgos podemos distinguir en esta última las fases siguientes:

1. *La era artesanal.* En un taller artesano la especialización era mínima. Cada operario podía llevar a cabo varias fases de la producción de un objeto, usando sólo utensilios poco sofisticados.
2. *Los talleres mecanizados.* En un taller, la introducción de máquinas-herramienta obliga a una mayor especialización del trabajo. Sin embargo, las distintas unidades del taller operan todavía de modo autónomo.
3. *La cadena de montaje.* La especialización funcional se acentúa en la cadena de montaje y el sincronismo entre las distintas etapas de fabricación de un producto se lleva al máximo. Aparecen nuevas concepciones de la división del trabajo, como el taylorismo, que vacían de contenido la aportación del trabajador y el aliciente del trabajo individual en beneficio de la eficiencia global de la cadena.
4. *La cadena robotizada.* La introducción de robots no altera de modo profundo el funcionamiento de la cadena. Un robot monofuncional sustituye, la mayoría de las veces con ventaja, a uno o varios operarios. El sector fabril conoce por consiguiente una crisis de empleo, y muchos de los oficios tradicionales pierden sentido, al ser asumidos

por robots. El objetivo global de la cadena se mantiene: la producción del mayor número de artículos al mínimo coste.

5. *La factoría flexible.* En la factoría flexible los robots no tienen una tarea fija, sino que son multifuncionales. La tarea de cada estación puede cambiar en función de la carga de trabajo, o incluso de las características de cada elemento individual a producir. En una factoría flexible el objetivo de la cadena no es alcanzar la máxima eficiencia en la producción de un artículo fijo, sino tener la capacidad de poner rápidamente en el mercado series cortas y ajustadas a las características puntuales de la demanda. La dinámica interna de la factoría flexible es muy distinta de la de una cadena de producción tradicional. La eficiencia de la factoría no se mide en función de su volumen de producción, sino en su capacidad de ajustarse a la demanda, de su tiempo de reacción a nuevas condiciones del mercado, de lo que se acerque al ideal de operar con stock cero. El contenido del trabajo en la factoría flexible es también muy distinto del tradicional. Hay menos trabajos cuantitativos, de carácter repetitivo, y los que hay tienen una importancia menor. A cambio, las tareas globales de coordinación y gestión son más delicadas.

La evolución de la automatización de oficinas se está desarrollando con un retraso notable respecto a la evolución de las factorías, aunque sigue un camino más o menos paralelo. Las razones de este retraso son, en parte, tecnológicas. El microprocesador, que es el caballo de batalla para la automatización de oficinas, se inventó hace sólo 15 años.

Por otra parte, la inversión de capital en las estructuras burocráticas de la empresa ha sido tradicionalmente mucho menor que la destinada a la infraestructura productiva. También este hecho contribuye a que la evolución de la oficina haya sido comparativamente lenta hasta el momento.

En la actualidad, tanto la disponibilidad de tecnología como las propias condiciones económicas propician la aceleración de este proceso evolutivo. Es de esperar que su desarrollo sea a grandes rasgos similar al experimentado en las factorías.

En la automatización de las oficinas se da una primera fase de mecanización y una segunda de integración, en las que las oficinas son similares, respectivamente, a los talleres y las cadenas de montaje. A partir de este punto, que corresponde poco más o menos a la situación actual, es posible el paso a una nueva concepción de la oficina, tan distinta de la actual como la factoría flexible lo es de una cadena de montaje.

La oficina del futuro será similar en su concepción a la factoría flexible, con la que guarda una cierta analogía funcional. En efecto, la flexibilidad que aporta la informática invertirá el centro de gravedad que domina las relaciones entre la oficina y sus clientes. En la actualidad, el proceso burocrático se ajusta a la estructura de la oficina. Los clientes de la misma son así esclavos de un ente destinado en principio a ser su servidor.

En el futuro, concebida la oficina como centro de comunicaciones, la situación será a la inversa. Las estructuras rígidas dejarán de tener sentido. Por contra, las distintas unidades de la oficina del futuro tendrán la capacidad y la obligación de responder de modo flexible a las demandas puntuales, muchas veces imprevisibles, de sus clientes.

La oficina del futuro dispondrá de grandes recursos tecnológicos y de gran potencial de información.



A.G.E.



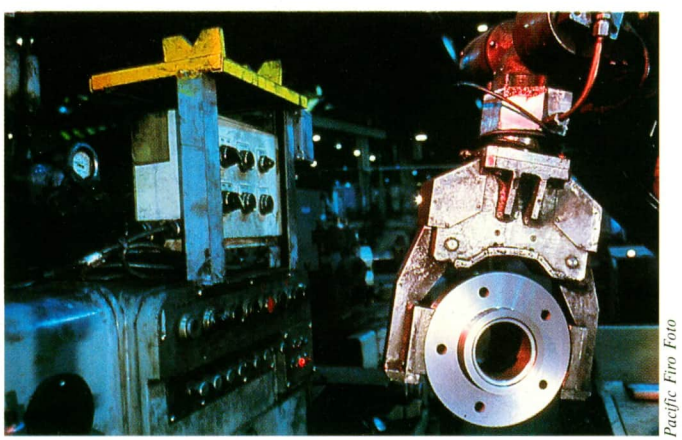
Firo - Foto

La introducción de máquinas-herramienta en un taller obliga a una mayor especialización del trabajo.

La oficina mecánica

La oficina de una pequeña empresa o de un despacho profesional suele ser un buen ejemplo de lo que podríamos llamar la oficina mecánica. Es análoga a un taller. La sistematización del trabajo es mínima. Los distintos departamentos funcionan con independencia mutua y se relacionan principalmente por contactos personales. Utilizan, por ejemplo, sistemas de archivos dispersos, probablemente con formato distinto. La información sobre un determinado proveedor o cliente puede estar repartida entre los departamentos comercial, de contabilidad y almacén. En consecuencia, algunos datos, como las señas del proveedor o fabricante, se almacenan, por triplicado, lo que es redundante e implica el riesgo de que la información no se actualice correctamente. Por otra parte, puede ser difícil reunir en un solo expediente toda la historia de la relación entre el proveedor y la empresa.

Un robot monofuncional sustituye la mayoría de las veces y con ventaja a uno o varios trabajadores.



Pacific Firo Foto

La introducción de tecnología en la oficina mecánica se orienta a aumentar la productividad en tareas aisladas, sin alterar por ello la organización de la oficina. Un caso típico es la elaboración de documentos. Un ejecutivo escribe, por ejemplo, un informe a su director. Lo habitual es que el informe se redacte a mano y sea mecanografiado una o varias veces por una secretaria. Una vez juzgado correcto, se fotocopia, archiva y se muestra al director. Normalmente éste añade correcciones que provocan un nuevo mecanografiado, habitualmente por una secretaria distinta, y nuevas operaciones de fotocopia y archivo. El informe será posteriormente distribuido por correo, lento y poco fiable, a las distintas sucursales de la empresa.

Las primeras etapas del cambio tecnológico están representadas en este contexto por la sustitución de máquinas de escribir mecánicas por eléctricas y de éstas por máquinas electrónicas. Las distintas versiones del informe se mecanografían más rápidamente, pero no se evitan las correcciones manuales ni la mecanografía íntegra de una o varias copias.

El ordenador y el proceso de textos suponen avances más notables. Utilizando un procesador de textos, un documento puede archivarse electrónicamente. En consecuencia, puede corregirse sobre un terminal de ordenador y alterarse con toda facilidad su formato. Las distintas versiones se elaboran más rápidamente y se consiguen, en general, documentos de mayor calidad. Asimismo, los archivos de discos magnéticos sustituyen a los convencionales de papel, con el consiguiente ahorro de espacio.

El aumento de eficiencia se detiene, sin embargo, en cuanto se traspasan los confines de una sección, o de la propia oficina. Supongamos que se quiera someter el informe a la opinión del director de otra sucursal. El correo es, ciertamente, un sistema primitivo y lento. En general, enviar el documento por télex exige un nuevo mecanografiado, con la consiguiente pérdida de tiempo y aparición de errores. El facsímil resuelve el problema, pero sólo en parte: para incorporar sus sugerencias, el director de la sucursal remota se ve obligado a mecanografiar íntegramente el informe. El proceso, en consecuencia, dista mucho de ser eficiente.

El ejemplo anterior ilustra una limitación corriente en la oficina mecánica: la falta de comunicación entre distintas secciones mecanizadas. La oficina (o un departamento) aplica el ordenador a la generación y archivo eficiente de documentos. Sin embargo, al no disponer de un elemento comparable en la recepción de información, alcanza sólo parte de los beneficios posibles.

La oficina industrial

Cuando el volumen de información que maneja la oficina mecánica crece, su organización, como la del taller, se manifiesta claramente inapropiada. Históricamente, el siguiente estadio es la oficina industrial, el análogo de una cadena de producción. Los bancos y los ministerios suelen ser ejemplos característicos de oficina industrial. El producto típico de esta «cadena de montaje» es el expediente. Una solicitud de crédito, por ejemplo, exige el relleno (manual) de un impreso, que es aceptado por un administrativo sin

Firo - Foto



El ordenador y el proceso de texto suponen avances notables en la automatización de las oficinas.

cualificación especial. La solicitud se teclea probablemente en el ordenador y se archiva una copia. El original es recibido por otro departamento, que solicita y recibe los correspondientes informes comerciales.

La solicitud, junto con los informes, pasa entonces a algún ejecutivo, que la aprueba, la autoriza y firma la concesión. Se desencadena entonces una nueva cascada de papeles, firmas y verificaciones, que pueden culminar en la recepción del préstamo por el cliente. En el conjunto del proceso pueden haber intervenido fácilmente de 6 a 10 empleados. Cada uno de ellos ejecuta sólo un paso del expediente, sin necesidad de conocer el caso real al que corresponde. Su trabajo tiene en general una mínima responsabilidad y aliciente y suele ser monótono y reiterativo.

En la oficina industrial, la mayor parte de la potencia informática reside en el centro de proceso de datos, que tiende a centralizar el flujo de información de la empresa y genera los documentos y listados que utilizan los oficinistas para su trabajo.

La evolución de la informática, desde el proceso de datos y las tarjetas perforadas hasta los ordenadores multiusuario, el proceso en tiempo real y los terminales interactivos, afecta sin duda la eficiencia de la oficina industrial, pero no altera su organización ni alivia sus desventajas.

En primer lugar, se pierde la comprensión global de la función de la oficina. Cada uno de los pasos burocráticos tienden a adquirir una entidad y una dinámica propias, no siempre en sintonía con su entorno. Como el proceso de tramitar un expediente está fragmentado, puede ser imposible conocer el estadio exacto en que se encuentra. Como se ha invertido un esfuerzo considerable en estructurar cada sección para que realice una sola tarea, puede ser imposible procesar un expediente atípico, con lo que se pierden oportunidades potenciales de atender a los clientes. Como no se espera que el empleado de una sección conozca y comprenda la función de la sección contigua, puede ser muy difícil desatascar un expediente en el que se haya deslizado un error. La eficiencia global es así menor de la deseable.

Otra consideración más importante en contra de la oficina industrial es la motivación del personal y su formación. El trabajo en la oficina industrial es aburrido, por lo que no hay aliciente para hacerlo bien. El rendimiento de los empleados decrece, pues, con el tiempo. Por otra parte, el aislamiento en el que trabajan hace difícil dedicarlos a otra tarea si es necesario reestructurar la oficina. El trabajo repetitivo anquilosa a los individuos y dificulta su readaptación.

La oficina del futuro

No sabemos todavía con certeza cómo será la oficina del futuro, pero sí que tiene que superar las limitaciones tanto de la oficina mecánica como de la oficina industrial. Tienen que mantenerse los aumentos de eficiencia de éstas, pero no son tolerables las rigideces burocráticas de la oficina industrial.

Una de las dificultades mayores para el progreso real de la automatización de oficinas es la comprensión precisa de la naturaleza y la función de la oficina. Los progresos de automatización sólo serán estables y fructíferos si se apoyan en una concepción correcta del trabajo de oficina. Se pueden hacer al respecto algunas consideraciones generales:

— las actividades de la oficina están distribuidas en el espacio y el tiempo;

— en el ambiente de negocios actual, es común que se deba adaptar el trabajo de la oficina al entorno en que opera;

— las actividades de oficina son interactivas; la interacción se da tanto con grupos dentro de la oficina como con el exterior.

— la información que manipula una oficina se presenta en muchas formas: textos, datos, gráficos y voz; se diferencia en esto del proceso de datos tradicional, en el que se supone que la información tiene una estructura rígida y bien definida;

— la información que maneja la oficina puede generarse internamente o venir del exterior; no es posible, en consecuencia, diseñar sistemas de automatización de oficinas cerradas al exterior;

— la información en la oficina tiene componentes históricos, como los expedientes, y componentes orientados al futuro, como proyecciones de demanda o de costes.

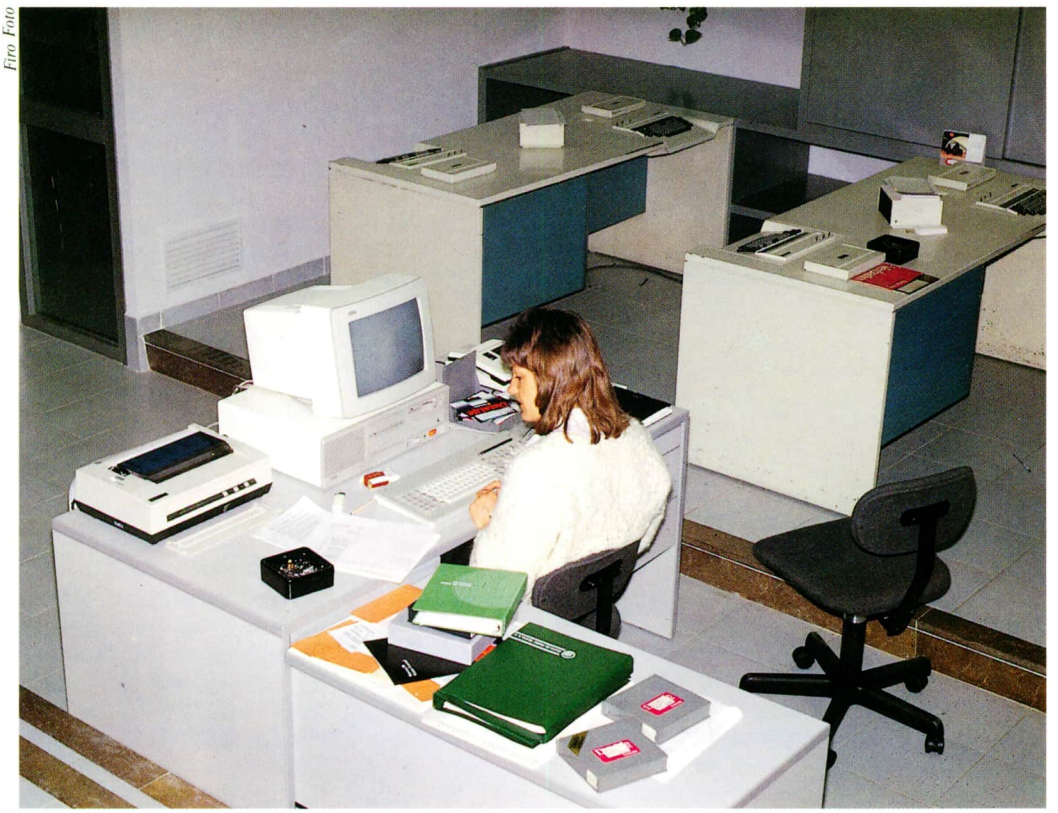
Las expectativas de una revolución informática en el ámbito de la oficina se basan en cambios acelerados en las tecnologías informáticas que pueden afectar a las áreas anteriores.

1. *Proceso distribuido:*
   - ordenadores personales
   - ordenadores multiusuario
   - redes de área local
   - redes digitales de banda ancha.
2. *Adaptabilidad:*
   - tecnologías avanzadas para producción de software
   - lenguajes de cuarta generación
   - bases de datos interactivas
   - sistemas expertos
3. *Comunicaciones interpersonales:*
   - correo electrónico
   - digitalización y conmutación de voz
   - conmutación electrónica en centrales privadas (PABX).
4. *Interfase en el exterior:*
   - centrales telefónicas inteligentes (PABX) para transmisión de voz, datos y gráficos.
   - correo electrónico
   - gestión de télex por ordenador
   - teletexto
   - reconocimiento óptico de caracteres (OCR)
   - digitalización de documentos
   - impresoras láser
   - generación electrónica de voz
   - reconocimiento de voz.
5. *Integración de sistemas:*
   - centrales telefónicas digitales (PABX)
   - redes de transmisión de datos
   - redes informáticas heterogéneas
   - protocolos de comunicación entre ordenadores.
6. *Archivo:*
   - bases de datos documentales
   - sistemas expertos para documentación
   - archivos digitales
   - discos de almacenamiento óptico.
7. *Planificación:*
   - técnicas de simulación
   - hojas electrónicas
   - ordenadores personales.



En la oficina industrial la mayor parte de la potencia informática reside en el centro de proceso de datos.

Aisa



Firo Foto

Un cambio cualitativo importante en la organización de la oficina del futuro afectará al entorno del trabajo individual.

Organización

La introducción sistemática de tecnologías informáticas en la oficina cambiará no sólo su aspecto, sino también su organización. Es de esperar que la automatización sirva de catalizador para una evolución radical del concepto mismo de la oficina. Es conveniente tener presente que la introducción de ordenadores no resuelve directamente problemas de organización. La automatización del desorden conduce sólo al desorden automático.

En este sentido, la tendencia actual es el desarrollo conceptual de herramientas que permitan aprehender la estructura de una oficina y de las funciones que realiza. De este modo se podrán aplicar las técnicas de optimización de sistemas que son comunes en otras áreas.

Otro cambio cualitativo importante hace referencia al entorno del trabajo individual. Al igual que en la oficina industrial avanzada, el trabajador de la oficina del futuro tendrá un terminal en su mesa. Sin embargo, a diferencia de su predecesor, el terminal será multifuncional y fácil de utilizar. El usuario de este terminal tendrá a su disposición un potencial considerable, tanto de cálculo como de acceso a las distintas bases de datos que almacenan la información de la empresa. Podrá asimismo compartir estos datos con sus compañeros de departamento o de otra sucursal.

El contenido de su trabajo será asimismo muy distinto. En el caso de la autorización de créditos mencionada antes, lo normal es que un empleado asuma el control total de cada expediente de solicitud dentro de un área de negocio determinada.

De este modo, distintas áreas de la actividad bancaria pueden seguir procedimientos distintos, en función del tipo de cliente. Cada responsable de cuenta tiene la posibilidad de conocer el proceso completo de la tramitación de un expediente y ofrecer atención personalizada a cada cliente en particular. El servicio es mejor y más eficiente y es probable que el empleado saque mayores satisfacciones de su trabajo.

Por último, la oficina del futuro exigirá un nuevo estilo de dirección. En la oficina industrial los mandos tienen la responsabilidad de controlar el trabajo de sus subordinados, asegurándose de que se ajusta a las normas establecidas. La dirección es un trabajo fundamentalmente burocrático y de tipo disciplinario.

La función directiva en la oficina del futuro es muy distinta. No se trata de conseguir que todo funcione conforme a un orden preestablecido, sino de que la oficina opere en sintonía con su entorno y al servicio del mismo. No se trata tanto de hacer bien lo ya sabido, sino de hacer aquello que resulte adecuado.

La oficina del futuro dispondrá de grandes recursos tecnológicos y de un gran potencial de información. El reto estará en decidir qué hacer con ella. En este contexto, la dirección exige capacidad analítica, comprensión del entorno y visión estratégica. Siendo estas cualidades muy distintas de las reunidas por los «burócratas» actuales no sorprende la aparición de paro entre los mandos intermedios de aquellas empresas que inician el camino a la oficina del futuro. De ser este camino tal como lo vemos hoy, podrá resultar halagador llegar a ser considerado un buen burócrata en el futuro.

Técnicas CAD/CAM

La informática ha aportado a la sociedad postindustrial la posibilidad de disponer de una nueva herramienta de trabajo en numerosos sectores de la actividad humana. Su utilización como herramienta de diseño y fabricación ha dado lugar a los denominados sistemas CAD/CAM.

De acuerdo con la terminología inglesa dominante, CAD significa *computer aided design*, es decir, diseño asistido por computador (DAC), y CAM, *computer aided manufacturing*, es decir fabricación asistida por computador (FAC). La utilización conjunta de ambas siglas equivale conceptualmente a la integración de un mismo sistema de ambas fases: el diseño y los procesos de fabricación consiguientes. Este sistema resultante supone también la integración de todos los elementos, hardware y software, que permiten la correcta utilización del computador para el diseño y la fabricación.

Los últimos adelantos han permitido la introducción desde el año 1980 del concepto CIM *(computer integrated manufacturing)*, o sea, la integración en un único sistema informático de los procesos de diseño, fabricación, gestión y control de producción, dando origen a la «factory», o «fábrica del futuro» totalmente automatizada.

El diseño de circuitos impresos asistido por ordenador.



A.G.E.

Antes de detallar las características y ventajas de los sistemas integrados CAD/CAM conviene profundizar en sus aspectos formales, resultantes de la integración de los elementos materiales (hardware) y de los inmateriales o programas (software) precisos para la necesaria utilización del computador como herramienta de diseño y fabricación.

Todo sistema CAD/CAM dispone como primer elemento característico de un terminal de diseño (estación de trabajo), donde el diseñador o proyectista interacciona con el sistema para desarrollar el diseño de un producto, controlando su trabajo mediante una pantalla de visualización gráfica. De este diálogo surgen primero un diseño, y después, un sistema que genera los planos necesarios o prepara el programa para su mecanizado en máquinas de control numérico.

El diálogo en la fase de diseño entre operador (persona) y computador (máquina) se realiza mediante un cordón umbilical: un lápiz electrónico apoyado sobre una tableta digitalizadora. Con la ayuda de dicha herramienta el operador introduce órdenes en el sistema, definición de línea o variaciones de escala, para modificar los diseños. Este sistema dispone además de una biblioteca de símbolos y piezas para facilitar la tarea del diseñador. El CAD/CAM trabaja con geometría tridimensional, genera las diversas vistas o perspectivas necesarias para su representación bidimensional, procede al acotado y permite añadir texto para producir planos totalmente terminados.

Un segundo aspecto a considerar en una definición general del CAD/CAM es la productividad y rentabilidad del sistema integrado. Se entiende por productividad el cociente entre el tiempo empleado para realizar un determinado trabajo por métodos tradicionales y el tiempo empleado utilizando un sistema CAD/CAM. Según los diversos estudios citados por los expertos, los incrementos medios de productividad son del orden de 4 a 1 a favor del sistema en el caso de aplicaciones, llegando a 20 a 1 en las modificaciones posteriores del diseño, según las características peculiares de cada proceso.

Se entiende por rentabilidad, llamada también reducción de costes, la totalidad de ahorros que son consecuencia de la aplicación del sistema y de la mejora de la productividad. Para calcular esta rentabilidad hay que considerar una serie de elementos: inversión total efectuada para la instalación del sistema CAD/CAM (costes del hardware, software, de financieros, de instalación, de formación de personal); amortización anual; coste anual de explotación (gastos de mantenimiento del hardware [un 10 % del valor de compra]; gastos de mantenimiento del software [un 2,5 % del valor de compra]; gastos indirectos de personal; consumo de energía); coste horario de un puesto de trabajo del sistema.

La tecnología que dio origen al sistema comenzó a experimentarse a principios de los años setenta en las universidades, llegando después al mundo de la industria gracias a los avances tecnológicos de las pantallas gráficas y de todos los componentes del hardware de los sistemas informáticos.

Cuatro tipos de empresa

A mediados de los años 80, existen cuatro tipos de empresas que ofrecen estos sistemas: empresas de software que suministran paquetes para aplicaciones CAD/CAM; empresas que suministran sistemas CAD/CAM basados en un propio software instalado en computadoras; empresas que suministran sistemas CAD/CAM basados en su propio software y hardware, y empresas que fabrican computadoras que integran sistemas CAD/CAM.

Este contexto general permite el acceso de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), tan abundantes y decisivas en la economía española, a los sistemas CAD/CAM.

Una primera dificultad para las pequeñas y medianas empresas reside en el precio de los sistemas y en el soporte técnico necesario para su adecuada utilización. Según datos recogidos en 1985 por la Fundación BCD de Barcelona, un sistema CAD/CAM que deba integrarse en un entorno productivo no bajará de un coste de inversión de 15 millones de pesetas, a los que cabría añadir gastos de instalación y de formación de la mano de obra.

Una segunda dificultad para esas PYMES viene dada por el tipo de empresa, por su actividad, no así por su tamaño. A modo de ejemplo, una empresa de subcontratación del sector mecánico o de fabricación de moldes o matrices requerirá sistemas más complicados, tamaño de la empresa al margen, que empresas que sólo fabriquen piezas standard. A este factor objetivo cabe añadir el problema de rentabilidad de la inversión, sólo alcanzable mediante una utilización frecuente y reiterada del sistema.

Es por todo ello que las PYMES necesitadas de sistemas CAD/CAM recurren a diversas formas de utilización, de acuerdo con las ofertas actuales del mercado: alquiler de prestaciones a una sociedad de servicios de CAD/CAM; compra de una estación de trabajo y conexión a un sistema más potente, con el consiguiente alquiler mensual de una línea telefónica; adquisición de un sistema pequeño de bajo coste, no superior a los 10 millones de pesetas, que solvente parte de las necesidades; compra de un equipo propio que solucione las necesidades inmediatas y que pueda crecer a medida que éstas aumenten, con un coste inicial de inversión de 20 millones de pesetas. Una quinta posibilidad sería la asociación de varias empresas para la explotación conjunta de un equipo.

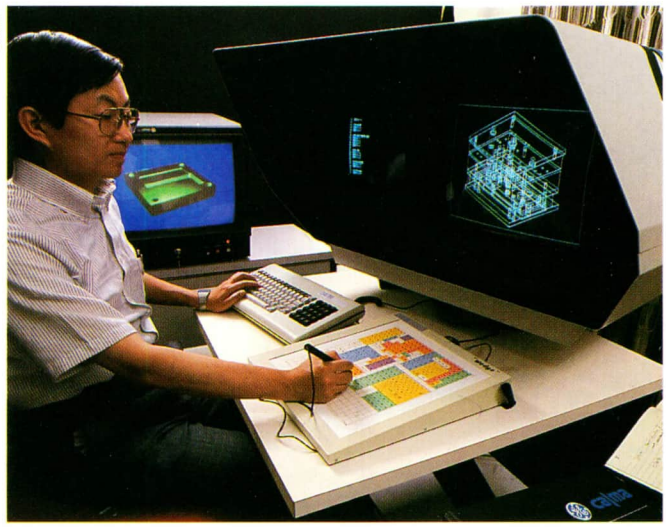
La explicación somera del sistema CAD/CAM y su aplicación en la industria no puede finalizar sin hacer mención al impulso que desde la administración pública española se da para beneficio de las PYMES, sector necesitado del sistema y sin recursos suficientes. Englobada dentro del capítulo de oferta de alquiler de servicios, el Ministerio de industria y energía, a través de la Dirección general de electrónica e informática, dispone de la Red integrada de servicios electrónicos (REDINSER) para facilitar el acceso de las PYMES a las nuevas tecnologías basadas en el uso de la informática.

Objetivos

De entre los objetivos fijados, y a través del Plan electrónico e informático nacional (PEIN) está prevista la creación de nueve centros CAD/CAM en toda España, con los objetivos básicos de: promocionar la utilización de nuevas tecnologías de diseño asistido por computador; asesorar a las empresas en la implantación de sistemas CAD/CAM; formar técnicos y profesionales en el conocimiento de la tecnología CAD/CAM; facilitar la utilización de los sistemas a las PYMES; generar software adecuado a las necesidades específicas requeridas.

A finales de 1985 funcionaban ya dos de estos centros, uno en Barcelona y otro en Pamplona. La titularidad de ambos corresponde a entidades (Fundación BCD, el de Barcelona; Asociación de la industria navarra, el de Pamplona) que se responsabilizan de su operación y gestión a cambio de usufructuar los sistemas y equipos cedidos por la administración.

A.G.E.



Utilización del computador como herramienta de diseño y fabricación.

Vista exterior del Centro CAD/CAM - BCD de Barcelona.



Planeta-BCD

Diseño textil

Conceptos básicos y terminología

Se conoce como teoría textil el arte de componer un tejido a base de una cierta cantidad de hilos dispuestos longitudinalmente (urdimbre), otra serie de hilos en disposición transversal a los anteriores (trama) y el entrelazado de ambos conjuntos, cuya configuración viene dada por lo que se conoce como dibujo o armadura. Esta disposición es la que indicará al telar qué hilo de urdimbre, en un punto dado, debe pasar por encima o por debajo de qué otro hilo de trama, a fin de generar un emparrillado que dé consistencia, e incluso belleza a un tejido (fig. 1).

Como primer paso, observaremos que, en el caso de la armadura, se usa un método totalmente compatible con la numeración binaria a base de unos y ceros, que en terminología textil sería *toma* y *deja*, interpretándose un *toma* (o 1 binario) como el punto donde un hilo de urdimbre deberá pasar por encima del hilo de trama, y como *deja* el caso contrario.

La siguiente analogía entre el que podríamos denominar «problema» textil y la «solución» informática es el emparrillado de la propia armadura, la cual puede contemplarse como una matriz de dos dimensiones, siendo el eje X el correspondiente a una dimensión de *n* hilos de trama y el eje Y el correspondiente a los *n* hilos de urdimbre.

Y, por último, queda otro término textil por conocer, el curso de urdimbre y curso de trama. En ambos casos, curso se refiere al número mínimo de hilos necesarios para configurar una armadura o matriz. Este número de hilos viene dado por el color de los mismos o bien por el dibujo de la armadura en sí, ya que si bien un urdido en su ancho total puede estar compuesto por hasta 3 000 o más hilos, la composición del entrelazado puede ser mucho más simple, repitiéndose dicho curso tantas veces como sea necesario.

Vamos a considerar un sencillo ejemplo: deseamos tejer una tela a cuadros escoceses compuestos de 4 hilos negros, 12 rojos, 4 verdes y 12 azules, repitiéndose por este orden a todo lo largo y ancho de la pieza. Esto nos da un curso de 32 hilos, ya que $4+12+4+12=32$ y, usando el mismo curso, tanto para urdimbre como para trama.

En cuanto al entrelazado, cada hilo de urdimbre pasará una vez por encima de la trama y la siguiente por debajo, o sea, toma, deja, toma, deja... (dibujo conocido como *plana*).

El dibujo de la armadura por disposición de hilos sería muy simple (fig. 2a), ya que sólo con un dibujo de 2×2 cuadros podemos ver el entrelazado (aunque normalmente, como en este caso, se usa siempre un mínimo de 4×4). En cambio, debido a la composición de color, debemos representar una armadura de 32×32 cuadros (fig. 2b).

Hasta aquí, hemos hecho un muy somero repaso a los conceptos y terminología más elementales de la teoría textil. A partir de este punto, ya podemos adentrarnos en los principios básicos para informatizar esta serie de procesos.

Colores

Como paso previo a todo trabajo relacionado con la industria textil, deberemos tener codificados los colores de una forma sencilla y coherente, tema que no profundizaremos aquí, ya que por sí solo requeriría una extensión más que regular. Por tanto, nos limitaremos a suponer que dichos colores están codificados en números de tres cifras, la primera de las cuales indica la gama de rojos con un valor de 1 a 9 subiendo en intensidad, la segunda, la gama de amarillos y la tercera, la de azules.

Partiendo de esta base, tenemos una gama de 1 000 colores empezando por 000 (o blanco) y terminando por 999 (o negro) con todas las mezclas posibles combinando las tres cifras (fig. 3). Por ejemplo, el color 046 sería un verde azulado con 0 % de rojo, 40 % de amarillo y 60 % de azul. También podríamos verlo como 0 % de rojo, 50 % de amarillo de intensidad 4 y 50 % de azul de intensidad 6.

fig. 1: armadura

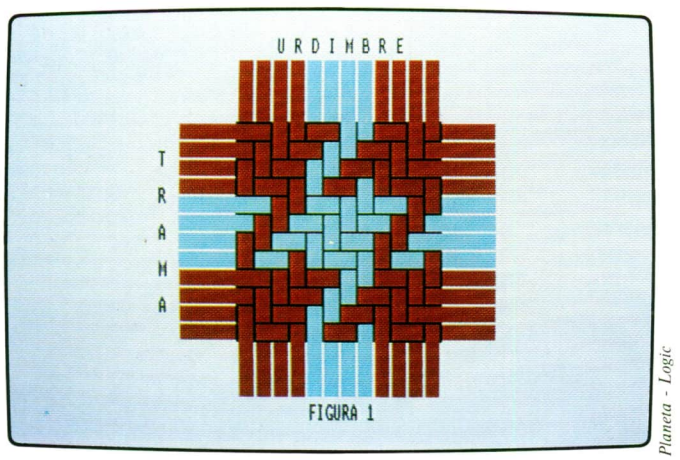
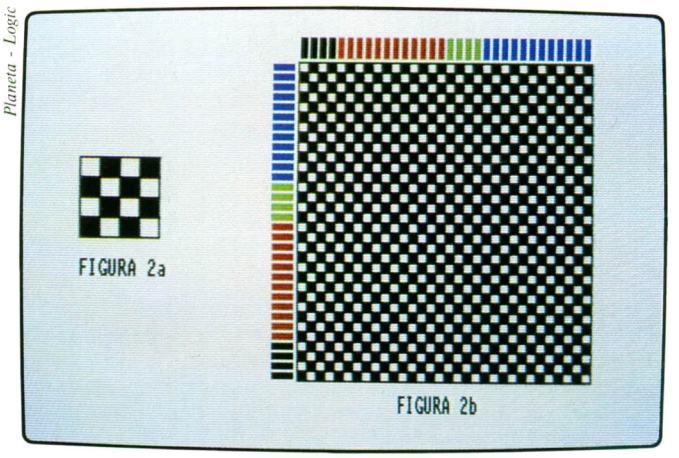


fig. 2: armaduras de 4 × 4 cuadros (a) y de 32 × 32 cuadros (b).



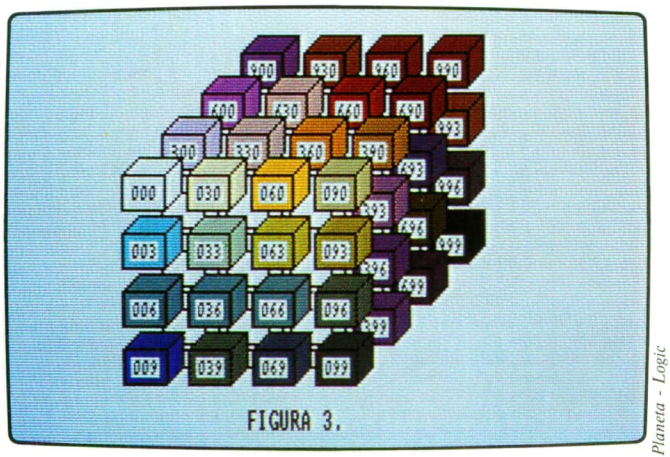


fig. 3: a partir de combinaciones de tres cifras obtenemos una gama de mil colores.

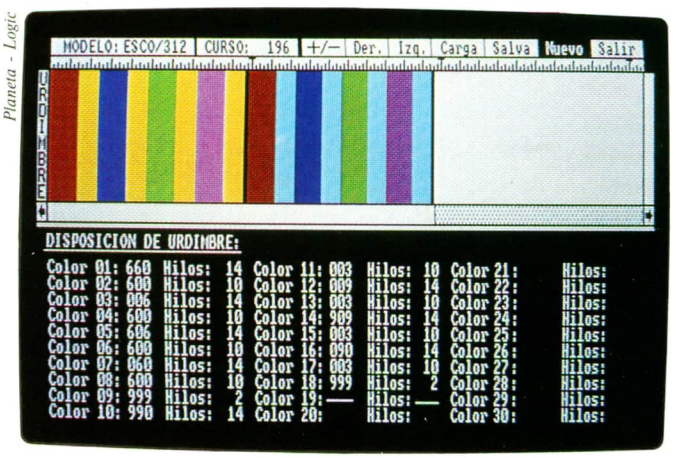


fig. 4: pantalla para establecer el curso de los hilos de urdimbre.

Diseño del tejido

Con una carta de colores ya codificada, podemos pasar a establecer el curso o disposición de los hilos de urdimbre. La figura 4 muestra lo que podría ser una típica pantalla para llevar a cabo esta tarea.

En cada una de las líneas de entrada de datos, en la mitad inferior de la pantalla (COLOR CC: ... HILOS HH: ...) iremos indicando el código de color y la cantidad o número de hilos que componen la primera franja empezando por la izquierda; seguidamente el código de color y número de hilos de la segunda franja, etc.

A medida que vamos tecleando esta información, en la parte superior de la pantalla irán apareciendo franjas verticales del color especificado y del ancho correspondiente a la cantidad de hilos que las componen, dándonos una visión, o look, muy semejante al aspecto del curso de la urdimbre real. La regla superpuesta al gráfico de colores nos permite contar los hilos de 2 en 2, de 4 en 4 o de 10 en 10. En el caso de que el curso fuera superior al número de hilos que nos permite ver el ancho de pantalla, podemos desplazar la visualización del curso a derecha e izquierda para observarlo en su totalidad.

Como es lógico, en cualquier momento debemos tener la opción de poder borrar o añadir/intercalar una o más franjas, así como cambiar el color o número de hilos de cualquiera de ellas.

Seguiremos el mismo esquema para la definición del curso de trama (fig. 5), con la única diferencia de que las franjas o hilos se nos presentarán verticalmente y de abajo a arriba, y siendo el número de colores o combinaciones de los mismos mucho más limitada que en urdimbre por limitaciones físicas de los propios telares, ya que raramente aceptan más de 8-10 hilos o colores diferentes al mismo tiempo.

Una vez tenemos definidas las combinaciones de urdimbre y trama, ya podemos presentar en pantalla la cuadrícula o matriz, a fin de entrar en la tarea de «codificación» del entrelazado o diseño de la armadura (fig. 6).

Señalado con trazos más gruesos, se indican las medidas más corrientes en el diseño de armaduras, de 4×4, 8×8,

fig. 5: pantalla para establecer el curso de los hilos de trama.

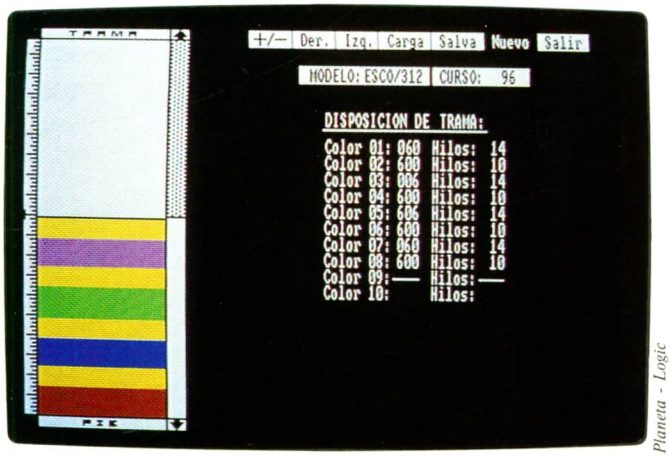
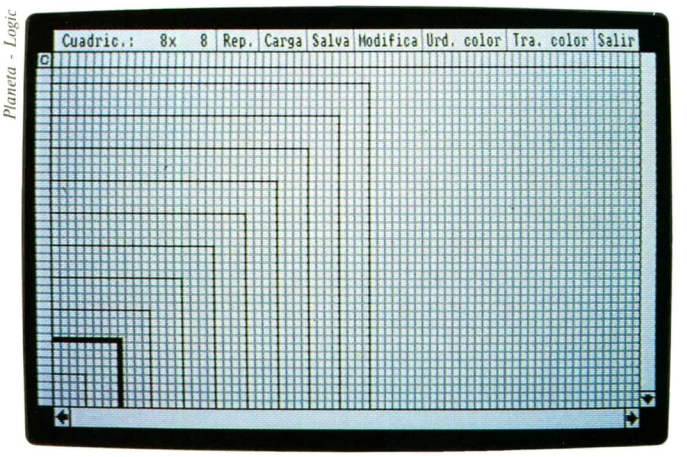


fig. 6: tarea de codificación del entrelazado.



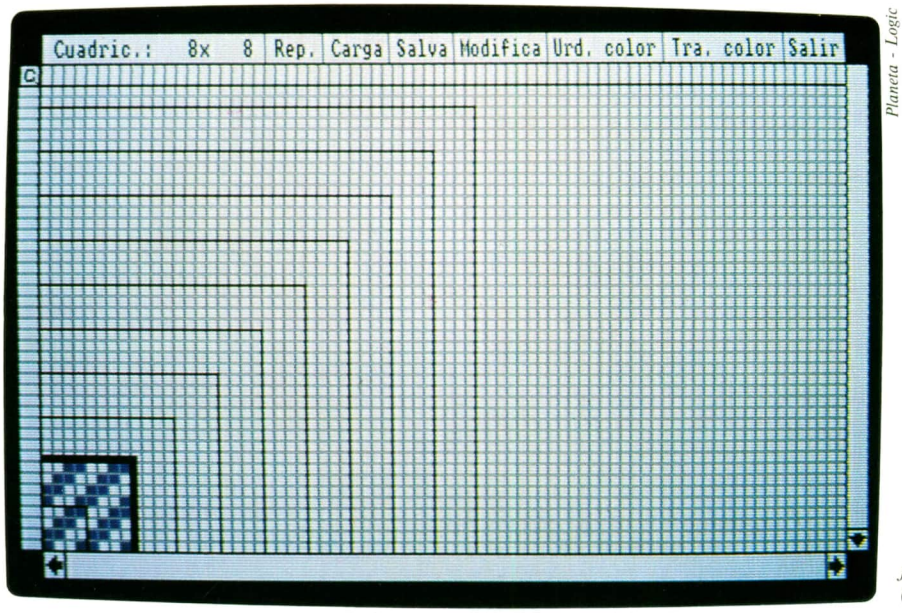


fig. 7: armadura base completa (sarga de 8 × 8).

16 × 16, etc., pudiendo seleccionar la idónea a nuestras necesidades.

Empezando en la casilla inferior izquierda, y progresando de izquierda a derecha y de abajo a arriba, iremos marcando las casillas correspondientes a todos los *toma* de la muestra, o sea, los puntos donde el hilo de urdimbre deberá pasar por encima del hilo de trama que lo cruza en ese punto, y dejando en blanco los *deja* correspondientes al caso contrario (fig. 7).

Una vez completada la armadura base, en este caso una sarga en una cuadrícula de 8 × 8, con el comando REP el ordenador nos repetirá dicha armadura a todo el largo y ancho de la pantalla para una mejor visualización (fig. 8), antes de que se complemente con los colores de urdimbre y trama que se especificaron en los pasos anteriores.

En la figura 9 podemos ver el efecto de la armadura base de la figura 7 y repetida en la figura 8 después de haber sido «rellenada» con una definición de curso de 8 hilos (4 rojos y 4 amarillos), tanto por urdimbre como por trama, lo cual nos presenta el clásico dibujo al que suele darse el nombre de pata de gallo.

Una vez visualizado el efecto de lo que podría ser el tejido final, podemos empezar a tomar una serie de consideraciones del tipo «¿Qué pasaría si...?», como por ejemplo: ¿cómo se vería este dibujo si en lugar de disponer los hilos de 4 en 4 por color, los dispusiéramos de 2 en 2?, ¿y de 1 en 1?, ¿o si intercaláramos un perfil de 1 hilo azul claro cada 3 hilos?, etc. (fig. 10a, 10b y 10c). O bien si la misma disposición de hilos la aplicáramos a otra armadura como, por ejemplo, una sarga inversa.

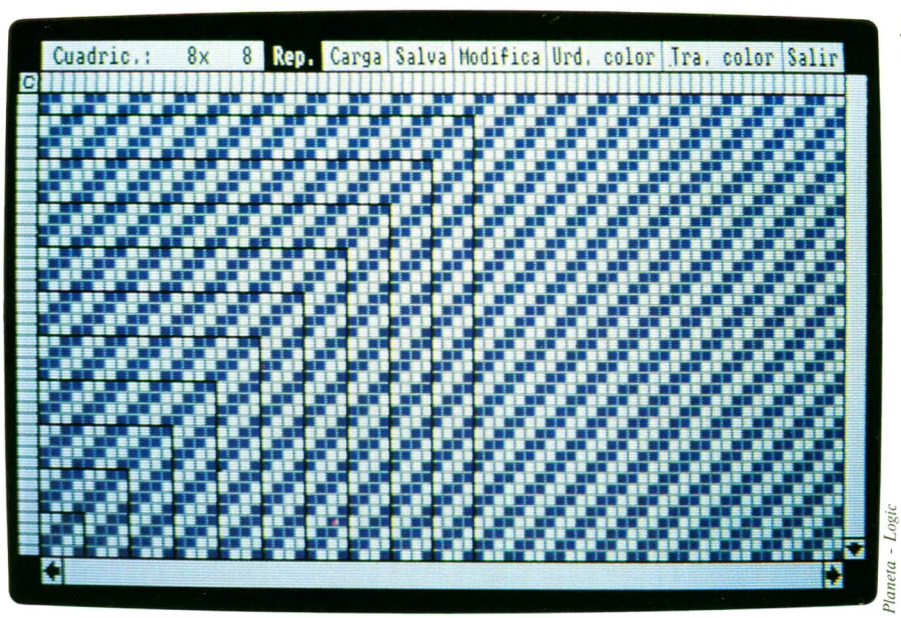
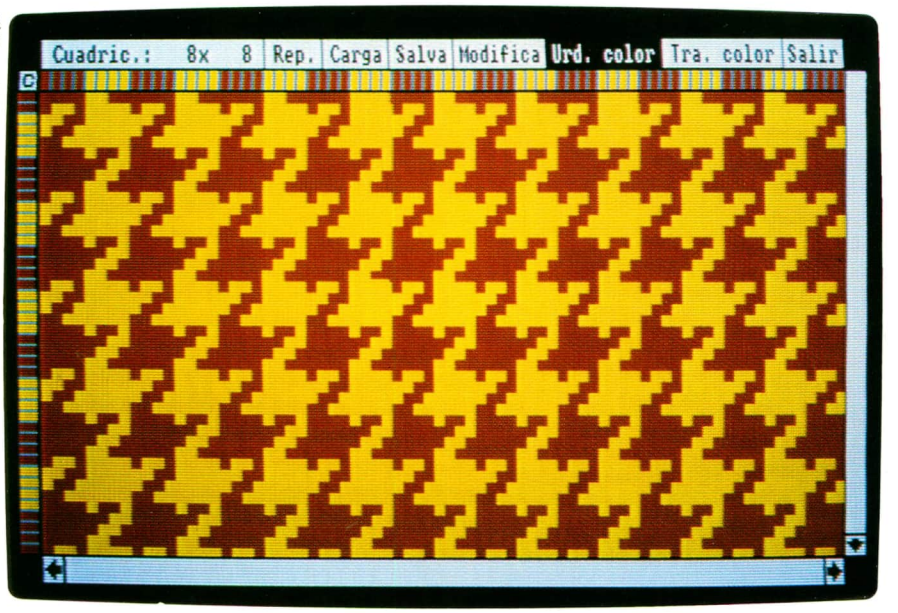


fig. 8: repetición de la armadura base para su mejor visualización.



Planeta - Logic

fig. 9: pata de gallo.

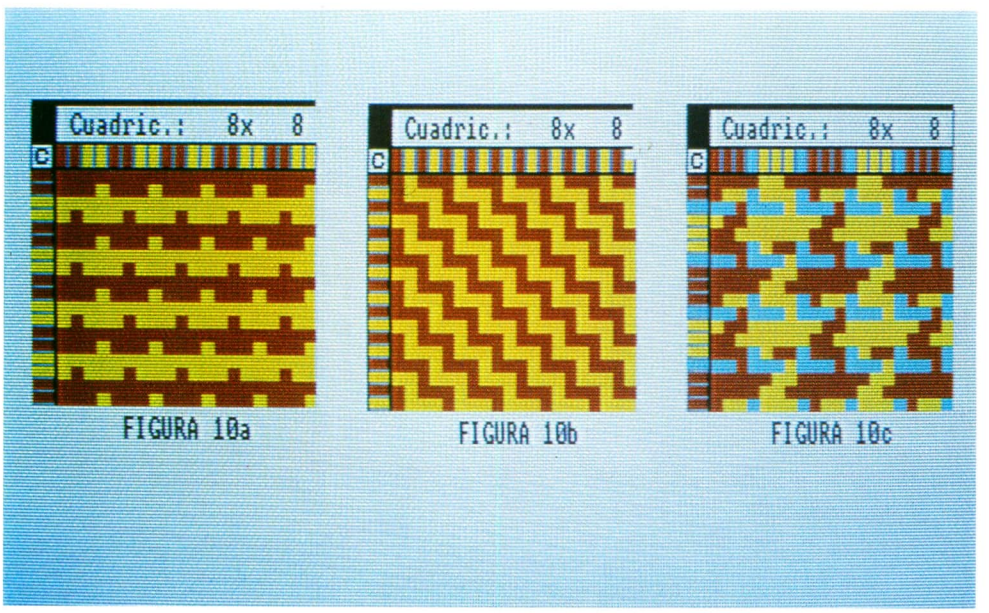
Internamente, dentro de la memoria del ordenador, cada uno de los elementos de la matriz, tal como indicábamos al principio cada *toma* y cada *deja*, puede quedar representado como unos y ceros binarios. Esto nos daría una imagen perfecta de la armadura en sí, pero se nos complica al tener que establecer al mismo tiempo el color de cada uno de los hilos y, además, querer «ver» no sólo qué hilo pasa por encima de cuál otro, sino necesitar que se haga visible su color correspondiente.

Una forma muy simplista de obtener esta información sería almacenar en cada uno de los elementos de la matriz el código de color del hilo de urdimbre, representado por su número de forma positiva en caso de corresponder a un *toma*, o el código de color del hilo de trama en negativo, de corresponder a un *deja*.

Esta combinación nos permite ver el look del tejido en cada uno de sus puntos o cruces, ya que tenemos disponible el código de color, y por el signo de dicho código sabemos si corresponde a un *toma* o un *deja* en la armadura.

Es indudable que esto facilita el trabajo del teórico en tisaje de una forma inconmensurable, sobre todo en lo que representa «ver» de forma inmediata la respuesta a cualquier pregunta de «¿Qué pasaría si...?», sin necesidad de pasar por la preparación de unos metros de urdimbre, unos cientos de pasadas de trama en el telar y acabados de las muestras hasta conseguir las llamadas banderas o muestras de tisaje que nos dan el resultado final de todo un complejo proceso que empezó rellenando en negro unos cuadritos sobre un papel cuadriculado.

fig. 10: variaciones de la pata de gallo.



Planeta - Logic

Profesiones liberales

1 Medicina
2 Ingeniería civil
3 Informática jurídica
4 Abogacía
5 El abogado electrónico

Pueden considerarse profesionales todas aquellas personas que ejercen su oficio de acuerdo con técnicas o conocimientos adquiridos a través de estudios desarrollados en facultades universitarias o escuelas superiores, que han demostrado su capacitación académica y que poseen reconocimiento oficial de su capacidad para ejercer libremente dicha profesión.

Médicos, ingenieros de distintas especialidades, abogados, economistas, arquitectos, farmacéuticos o químicos, constituyen los grupos más numerosos de profesionales. Pero a estos grupos hay que añadir el gran número de arqueólogos, magistrados, astrónomos, físicos y, también en la actualidad, profesionales de la informática y de otras nuevas actividades.

Una característica común a todas las profesiones liberales ha sido el uso de las reglas de su oficio con un cierto carácter reservado, incluso, en algunos casos, manteniendo un cierto aire de misterio en torno a sus conocimientos, a sus principios y a su vocabulario.

La introducción de la informática en los ambientes empresariales, así como también en la administración y hasta en la intimidad del hogar de los usuarios, se ha producido con naturalidad y rapidez.

En cambio, la revolución informática en el campo profesional se ha llevado a cabo con mayor lentitud y una cierta prevención, acaso ocasionadas por la histórica actitud de reserva y de misterio de los profesionales antes aludida.

A pesar de todo, la introducción de los nuevos sistemas se ha producido ya en el campo profesional, a partir de la entrada en el mercado de los computadores personales.

Como ha ocurrido en otros sectores de actividad, las primeras aplicaciones de la informática en el campo de los profesionales se producen en los procedimientos administrativos y en el cálculo. Es decir, las profesiones técnicas, más modernas y acostumbradas a la renovación de sistemas, son más permeables a la introducción de la informática que las profesiones humanísticas.

Los cálculos científicos, las aplicaciones en ingeniería civil, en investigación médica, se muestran en seguida como campos de aplicación espectacular de los nuevos sistemas. El derecho, en cambio, la arqueología, la lingüística, responden con mayor lentitud a las nuevas propuestas tecnológicas.

A pesar de todo, la revolución informática ha dejado sentir sus efectos en un amplísimo arco de actividades profesionales.

Los sistemas de tratamiento de datos en el campo científico han abierto posibilidades de cálculo imposibles de llevar a término en plazos admisibles mediante la utilización, únicamente, de la capacidad humana.

La ingeniería y la arquitectura disponen de sistemas de diseño y de cálculo de una precisión y rapidez insospechadas. La medicina obtiene posibilidades de profundizar en el conocimiento del cuerpo humano y sus reacciones, mediante la aplicación de las nuevas tecnologías.

La posibilidad de utilización de grandes bases de datos con acceso inmediato a la información y los sistemas de tratamiento de textos han sido aplicaciones a través de las cuales las profesiones menos técnicas han tomado contacto con la informática. Las bases de datos jurídicas y legales, por ejemplo, pueden originar un cambio importante en los sistemas y plazos tradicionales de la administración de la justicia.

Y, también en el campo profesional, se adivina un futuro innovador a través de las aplicaciones de la inteligencia artificial, los sistemas expertos y la simulación.

Hoy en día, el profesional de cualquier campo, técnico, científico o humanista, que pretenda estar al día en su propia profesión no puede ignorar que se ha producido una revolución, la revolución informática, con cuya tecnología indudablemente hay que contar para poner las bases del futuro, y cuyas técnicas deben ser conocidas porque su aplicación en cualquier campo, sector o actividad es ya irreversible.

Medicina

Aplicación de la informática a la medicina

El juramento hipocrático ha sido considerado tradicionalmente como la guía ética de la profesión médica occidental. En uno de sus apartados se cita solemnemente: «En una casa entraré sólo por el bien de los enfermos... Si mantengo perfecta e intacta fe en este juramento, que me sea concedida una vida afortunada.» Mediante esta terminología se quería distinguir claramente entre la práctica médica y otras actuaciones de charlatanes o sacerdotes: se buscaba, en resumen, aliviar el padecimiento del enfermo de la forma más científica y ética posible.

La relación médico-enfermo ha sido distinta según la situación histórica en que se ha ido desarrollando. En cada época se han dado una mentalidad, unos recursos técnicos y unas circunstancias sociales determinadas que han modulado la actuación médica. Hoy en día todo ello presenta unas características realmente inéditas como consecuencia de la aparición de la informática. Lógico es, por tanto, que sea una legítima ambición el tratar de aplicar las posibilidades que ésta ofrece para conseguir una mejora del nivel de salud personal y colectivo.

En síntesis, la informática puede aplicarse a la medicina en tres niveles de actuación importantes:

– en todo lo que tiene por finalidad contribuir a facilitar datos de la situación real del paciente (aplicación semiológica);

– en aquello que va dirigido a aumentar el conocimiento médico y a optimizar la actuación médica en general (aplicación formativa y de gestión);

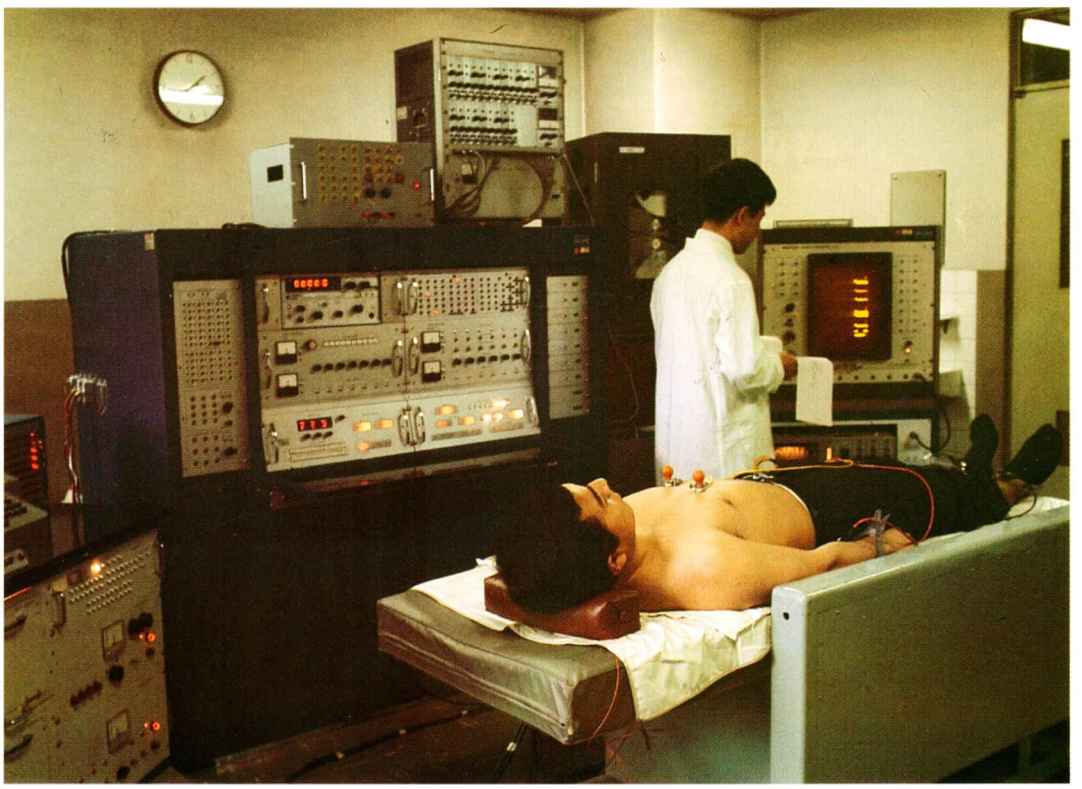
– en todo lo dirigido a facilitar directamente la toma de decisiones médicas (aplicación a la decisión médica).

Aplicación a la semiología médica

La informática tiene un gran campo de aplicación en esta parcela de la medicina, si se considera su amplia y rutinaria utilización en la vida práctica. Es imposible concebir la medicina moderna sin la presencia de los ordenadores que permiten el estudio del enfermo en multitud de situaciones habituales o especializadas. Fundamentalmente, su utilidad está dirigida al procesamiento de las imágenes y al tratamiento de las señales biológicas.

Las imágenes médicas (y las radiografías son un buen ejemplo de ello) son ampliamente utilizadas en el diagnóstico médico. El ojo humano es el mejor intérprete de las mismas, pero tiene ciertas limitaciones que el ordenador puede superar. A simple vista es difícil distinguir zonas que presenten pequeñas modificaciones de tonalidad, que no tengan contornos bien definidos o que estén camufladas debajo de otras. Gracias a los ordenadores, no sólo ha mejorado la calidad de ciertas imágenes, sino que ha sido posible la aparición de métodos diagnósticos muy eficaces que no podrían haber existido sin su colaboración. Entre éstos, se encuentran tanto exploraciones ampliamente utili-

Exploración y diagnóstico médicos mediante computadora; hospital de la universidad de Tōkyō.



Paolo Koch - Firo Foto



Firo Foto

Ecógrafo.

zadas (ecografía, gammagrafía, tomografía axial computarizada, etc.) como otras de empleo más restringido (resonancia magnética nuclear) o en gran parte experimentales (tomografía por emisión de positrones). Todos ellos son métodos diagnósticos en los que intervienen los computadores para procesar imágenes del cuerpo humano generadas mediante el empleo de rayos X, ultrasonidos, sustancias radiactivas o campos magnéticos.

Un ordenador puede «conocer» las características de una imagen después de que un procesador la haya sometido a un proceso de digitalización. Éste consiste en dividir la imagen en pequeñas fracciones y registrar, en forma numérica, tres características de cada una de ellas: sus dos coordenadas espaciales y su tonalidad o nivel de gris. Una vez introducidos estos datos en el ordenador, éste los puede almacenar, procesar o reconvertir en imagen cuando sea preciso.

El procesamiento de todos estos datos está dirigido muchas veces a obtener imágenes de mejor calidad. De entre las técnicas más frecuentemente empleadas en este sentido se pueden citar los algoritmos de ventana, el suavizado de imágenes y la sustracción de imágenes. Los primeros aumentan el contraste entre las distintas zonas gracias a la consideración del punto más claro de la imagen como blanco, el más oscuro como negro y modificando los demás en proporción a esta nueva escala. El suavizado de imágenes consiste en la reducción de artefactos mediante la asignación, a cada punto de la imagen, de un nuevo valor de gris dependiente de los otros puntos que le rodean; por último, la sustracción de imágenes es un método que logra imágenes de las estructuras deseadas gracias a la obtención previa de una imagen «careta», sin interés diagnóstico, que se resta de otra de la misma zona, conseguida en el momento en que se produce (artificialmente) la imagen que tiene un interés real.

En ciertas ocasiones el procesamiento es imprescindible para elaborar imágenes a partir de datos indirectos: en la tomografía axial computarizada, por ejemplo, el valor de cada punto es el resultado de múltiples determinaciones que, a su vez, generan complejas ecuaciones que sólo pueden resolverse de manera rápida y práctica mediante el concurso de los ordenadores.

También, finalmente, mediante un método de seguimiento del contorno y estudio posterior de varias de sus características, el ordenador permite un reconocimiento automático de ciertas imágenes médicas más o menos repetitivas, lo que, aunque no tenga todavía una precisión suficiente como para permitir su amplia utilización, puede llegar a ser de gran utilidad en el estudio de cromosomas humanos o en la determinación de ciertos tipos celulares.

El tratamiento de las señales biológicas es otra de las grandes aplicaciones de los ordenadores a la medicina, ya que son capaces de almacenar muchos datos y procesarlos rápidamente. El cuerpo humano tiene muchos parámetros (presión arterial, pulso, volumen respirado por minuto, etc.) que pueden ser cuantificados por distintos métodos dado que generan señales eléctricas que pueden ser también registradas y valoradas (por ejemplo, el electrocardiograma en el caso del corazón o el electroencefalograma en el del cerebro). Todo ello es susceptible de digitalización y de una posterior introducción en un ordenador para proceder a su estudio. En múltiples ocasiones, este proceso genera gran información en tiempo real (se obtiene el resultado inmediatamente después de que se produzca el dato), permite cálculos complejos y facilita la valoración conjunta de largos períodos de tiempo. Su aplicación práctica es evidente: así, por ejemplo, los ordenadores permiten generar alarmas instantáneas cuando se producen alteraciones peligrosas (por ejemplo, en caso de que disminuya la frecuencia cardíaca por debajo de un valor mínimo), pueden calcular, mediante datos indirectos, el volumen de sangre que pasa por una arteria determinada o indicar que, en el curso de las últimas horas, se evidencia una tendencia lenta pero progresiva hacia cifras tensionales peligrosamente bajas.

Aplicación formativa y de gestión

En nuestra sociedad, el cuidado de la salud particular y colectiva proporciona una gran cantidad de datos y tareas que se ven facilitadas y mejoradas gracias a la utilización de

los ordenadores. La aplicación de éstos va desde el sencillo procesador de textos utilizado por la secretaria de un servicio hospitalario hasta la compleja gestión de un programa de salud para todo un área sanitaria, pasando por el fichero de los pacientes de un médico en su consulta particular o la localización de citas bibliográficas sobre un tema determinado. Nos hallamos, pues, ante una utilidad ampliamente aceptada y cada vez más difundida a medida que se abaratan los ordenadores, su tamaño disminuye y aumentan su capacidad y velocidad de proceso.

De forma similar, la enseñanza de la medicina ha de verse modificada en su terreno teórico mediante la utilización de ordenadores en simulaciones biológicas y médicas, así como elemento de valoración objetivo de los conocimientos adquiridos por el estudiante. Evidentemente, la creación de los programas didácticos y del mantenimiento del banco de datos utilizado dependerá de personal altamente cualificado, pero, de esta forma, se facilitará la transmisión de la información técnica a los futuros sanitarios. Existen programas en los que el ordenador actúa como paciente, respondiendo a las preguntas que se le efectúan, hasta que se llega a un diagnóstico correcto de la supuesta enfermedad; otras veces, el ordenador va indicando los cambios que supuestamente ocurrirían en caso de que se llevaran a cabo las indicaciones terapéuticas elegidas por el estudiante; en síntesis, estos aparatos podrían actuar como modelos matemático-fisiológicos que tendrían gran utilidad para la comprensión de los mecanismos normales o alterados que acontecen en las distintas circunstancias de salud o enfermedad.

Aplicación a la decisión médica

La utilización del ordenador como ayuda al diagnóstico responde a una doble finalidad: por una parte, trata de responder a la vieja aspiración humana de poseer absolutamente todos los datos y conocimientos posibles que garanticen que, en una situación concreta, el diagnóstico de la enfermedad y el tratamiento aplicado son inmejorables; por otra, se pretende contar con una ayuda fiable que sustituya la presencia del médico cuando ésta sea imposible.

Fundamentalmente, son dos los métodos ideados para cumplir esta tarea. El primero, más desarrollado pero también más imperfecto, se basa en la utilización de técnicas matemáticas y teorías de probabilidad, mediante las cuales se termina eligiendo el diagnóstico que tiene más probabilidades estadísticas de ser correcto. Aunque tiene muchos detractores, ha demostrado conseguir una alta proporción de aciertos. Su aplicación es reducida, quizá porque la falta de diálogo y la complejidad de su manejo han sido motivos decisivos para convertirlo en algo con poca aceptación entre el personal sanitario. El segundo método utilizado para ayudar a la toma de decisiones médicas es mucho más moderno y está basado en los sistemas expertos, esto es, que mediante un sistema de reglas interrelacionadas con una gran base de datos se simula el razonamiento humano, llegándose finalmente al diagnóstico lógico de la enfermedad. El proceso se realiza en un tono de diálogo y puede ser utilizado en situaciones en las que no exista personal sanitario específicamente entrenado.

Magnum - Zardoya



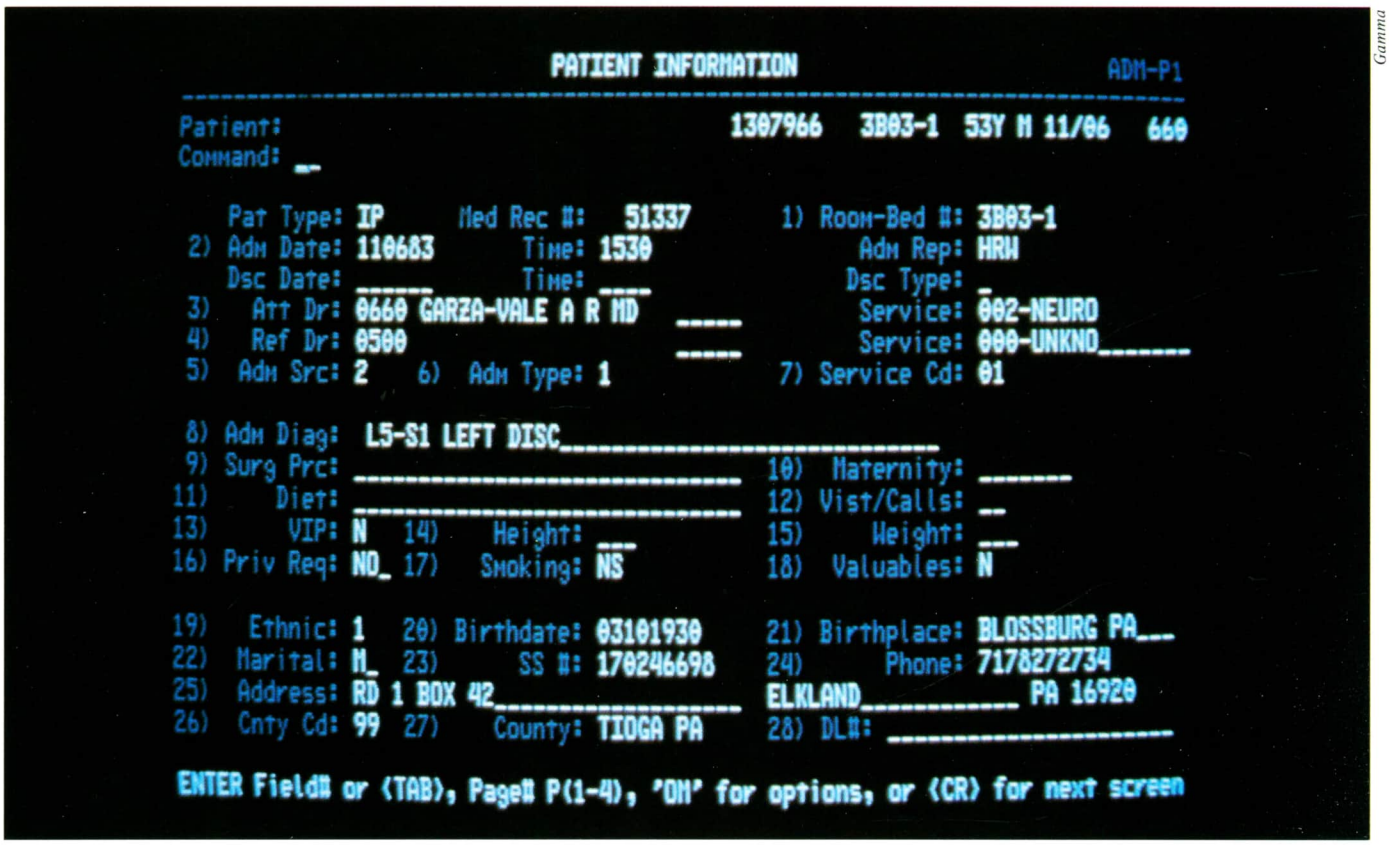
Imagen de una tumoración cerebral conseguida mediante una tomografía axial computarizada.

En cualquiera de los casos indicados, el uso de ordenadores en la emisión de diagnósticos es todavía una innovación no del todo desarrollada, restando aún por ver si se podrá hacer un uso efectivo de la enorme capacidad potencial que éstos presentan. Cuando un enfermo acude al médico en búsqueda de ayuda para volver a encontrar la salud perdida, surge una relación muy especial entre ambos (relación médico-enfermo) que, indudablemente, tiene gran importancia para el diagnóstico y que puede encerrar en sí misma efectos curativos. En una relación de estas características parece difícil introducir el frío poder de los ordenadores. Además, es preciso tener en cuenta que el diagnóstico y tratamiento médicos son actuaciones realmente delicadas que, aunque basadas en el saber científico —siempre incom-

La aplicación de la informática en el área sanitaria incluye la gestión hospitalaria.



Gamma



Gamma

El diagnóstico informatizado facilita la actividad profesional para el logro de una más alta cota de salud.

pleto—, también dependen del propio paciente. El hombre es una máquina complejísima, mezcla de materia y espíritu, aparentemente condicionado por ciertas reacciones químicas, procesos físicos y fenómenos eléctricos que se producen en su interior, pero ante los cuales puede ejercer una cierta modificación voluntaria. En ocasiones, una sensación de angustia puede ser superable mediante unas sencillas palabras de aliento, mientras que otra, aparentemente idéntica, requerirá a menudo un tratamiento intenso y prolongado.

En realidad, la poca precisión con que el enfermo puede referir sus dolencias, así como la falta de conocimiento en muchos aspectos de la fisiología humana, no son un terreno propicio para la utilización del ordenador. Actualmente, el médico en general acepta sólo en raras ocasiones este cambio sustancial que se ha producido en pocos años y que modifica en gran manera su actuación, aduciendo además que, de momento, no es posible igualar artificialmente el ingenio y la imaginación humanas. Sin embargo, las nuevas generaciones miran al *chip* como un potente aliado capaz de facilitar, racionalizar y mejorar su actividad profesional, que ha de redundar, finalmente, en logros de una más alta cota de salud.

El respeto a la intimidad en lo referente a los datos grabados en el diskette del ordenador no parece ser de una importancia decisiva en el tema sanitario. En cualquier caso, la información no es más accesible a la manipulación por personal no autorizado que la conservada mediante los métodos tradicionales. Sin embargo, la capacidad de entresacar datos rápidamente de entre una gran cantidad de ellos, hace que, en ciertas ocasiones, deba cuidarse este aspecto con más intensidad, para lo cual los programas pueden protegerse con una o más contraseñas, se descargan automáticamente cuando detectan alguna anomalía, guardan los datos codificados o se les dota de otros sistemas de protección más sofisticados (y más caros) en relación con la importancia de los datos almacenados.

La era de los ordenadores obligará, pues, a una total revisión de los planteamientos sanitarios. A pesar de las reticencias iniciales y del poco tiempo en que se ha producido su desarrollo, cada vez es más amplia la utilización y aceptación de la informática en la medicina. Hoy en día, son habituales expresiones como TAC, ecografía, inteligencia artificial, bit o software, y lo que en un principio parecía ciencia-ficción es ya una realidad.

El ordenador está destinado a eliminar las tediosas y complejas tareas repetitivas, permitiendo al hombre la potenciación de los elementos que le son específicos: conciencia, inteligencia, intuición. También el sanitario, como profesional encargado de la salud de la comunidad, dispondrá de una mayor información técnica, sin duda importante para su correcta actuación, y podrá potenciar algo tan fundamental como la relación humana entre un ser que sufre y otro dispuesto a ayudarlo.

Ingeniería civil

La revolución informática en la ingeniería civil

La aparición de la informática ha supuesto un avance espectacular en los métodos y técnicas de la ingeniería y, en particular y de forma especialmente notable, en todas las ramas que constituyen la ingeniería civil.

En muchos casos, ha permitido profundizar en el conocimiento de los materiales y de los medios, y en muchos otros, analizar sofisticados modelos matemáticos, ya sean estadísticos o deterministas, que han hecho posible predecir el comportamiento real de determinados sistemas o la ocurrencia de determinados fenómenos con una precisión tal que hasta ahora había sido poco menos que imposible.

La herramienta informática ha hecho posible, en definitiva, elevar el grado de optimización técnica y económica en el empleo de los recursos y, por consiguiente, de las obras y construcciones resultantes, que son a la postre el producto final de la ingeniería civil. Incluso en muchos casos, ha hecho posible acometer con plena seguridad obras que, por su envergadura y complejidad, no había sido posible realizar, con un mínimo de garantías, mediante los métodos tradicionales de análisis y cálculo. Ejemplo de ellas son las presas bóveda, los puentes continuos de directriz curva y los reactores nucleares.

La influencia de la informática ha sido crucial no sólo en el estudio de los materiales y del comportamiento de los sistemas, y por tanto en el diseño, definición y control de las obras, sino también en la mecánica de plasmar las ideas sobre el papel, que es lo que constituye la confección del proyecto de ingeniería. La utilización del ordenador en la redacción de los proyectos es cada día más intensa. El ordenador realiza cálculos geométricos y estructurales, dibujo de planos, cálculo de mediciones y presupuestos, etc. Todo ello redunda en una mayor calidad y una mayor rapidez en la ejecución de los proyectos.

A continuación revisaremos lo que ha significado la revolución informática en algunas de las ramas de la ingeniería civil: geotecnia o estudio del suelo y los cimientos; estructuras o estudio del elemento resistente de las construcciones; transporte, tráfico e infraestructura vial; hidráulica e hidrología, y, finalmente, diseño gráfico, como técnica auxiliar o complementaria.

Geotecnia y cimientos

El ordenador ha permitido dar un gran paso adelante en el desarrollo de las investigaciones acerca del suelo y su comportamiento. Antes de su aparición, la ciencia de la mecánica del suelo se basaba fundamentalmente en la experimentación de pequeñas porciones de suelo en el laboratorio. Con ello, se obtuvo un conocimiento bastante amplio de sus propiedades elementales, pero al querer estudiar una gran masa de suelo, el investigador se encontraba ante modelos matemáticos de una complejidad tal que, con los medios de que disponía, no podía dar solución a su problema, excepto en los casos más sencillos (medios homogéneos e isótropos, contornos elementales, etc.). Hoy en día ya es posible dar solución a los más complicados problemas teóricos.

Estructuras

Con anterioridad a la era informática ya se conocía el cálculo matricial, una potente herramienta matemática que podía adaptarse muy bien al cálculo de estructuras, pero sólo en teoría, dado que su aplicación práctica requería una cantidad tal de operaciones aritméticas que lo hacían impracticable, sobre todo cuando estas operaciones debían hacerse a mano o como máximo con la ayuda de una regla de cálculo.

La forma de trabajar del ordenador, en cambio, se adapta muy bien a la sistemática del cálculo matricial, incluso su gran velocidad es otro elemento que favorece su utilización. Todo ello ha hecho evolucionar en poco tiempo el cálculo de las estructuras. Si bien existían métodos simplificados o aproximados (método de Cross, por ejemplo) con los que

La herramienta informática en la ingeniería civil ha hecho posibles obras y construcciones de gran complejidad: puente de Rande en la autopista Vigo-Pontevedra.



Aisa



A.G.E.

Departamento de diseño por ordenador en una empresa de ingeniería.

se afrontaban la mayoría de los cálculos, muchos problemas, cuyo planteamiento teórico estaba resuelto, sólo han obtenido solución práctica con el ordenador.

Transporte, tráfico e infraestructura vial

En lo referente al tráfico y el transporte de viajeros, el ordenador ha posibilitado el almacenamiento de gran cantidad de información y su posterior análisis, mediante las técnicas de la estadística, prognosis, asignación y simulación. Es en este momento cuando se puede hablar de verdaderos estudios de tráfico. Hasta entonces existían algunas fórmulas empíricas que se aplicaban sobre muestras muy pequeñas.

En lo que se refiere a la infraestructura viaria, se ha logrado automatizar el cálculo y dibujo de las vías de comunicación partiendo de la digitalización del terreno y su topografía. Sin el ordenador el proyecto era artesanal, incluso en el trazado se evitaba, por su complejidad en el cálculo, el empleo de curvas de transición, limitándose a alineaciones rectas y curvas.

Hidráulica e hidrología

Antes de la aparición del ordenador muchos cálculos hidrológicos e hidráulicos eran empíricos, con aplicación de fórmulas obtenidas por experimentos y modelos reducidos realizados en el laboratorio que aún hoy, en ciertos casos, se siguen aplicando. Sin embargo, estas fórmulas son extrapolaciones de la realidad y pueden, en algunos casos, ser aplicadas de forma incorrecta.

Hoy en día es posible tratar estos problemas mediante la resolución de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que rigen los sistemas (acuíferos, redes de distribución, etc.) y basándose en grandes cantidades de información registrada (datos pluviométricos, caudales, niveles piezométricos, etc.).

Diseño gráfico

El primer sector en utilizar sistemas CAD/CAM fue el mecánico, en particular el aeronáutico, automovilístico y naval. Hoy en día su uso se ha extendido a campos muy diversos. En particular y dentro del sector de la ingeniería civil, abarca desde el diseño de plantas y estructuras hasta el diseño de sistemas de transporte o el diseño de redes de distribución de energía.

La utilización de un sistema CAD en la oficina de ingeniería permite la reducción de los costes en la ejecución de estudios y proyectos. Asimismo, disminuyen los tiempos de diseño, se reducen errores al eliminar tareas repetitivas y se mejora, también, la calidad de los dibujos.

Informática jurídica

Cada vez más la informática va aplicándose a todas las ramas del quehacer humano y el derecho no podía estar ajeno a la aplicación de la técnica. Durante decenios, los juristas son quienes han manifestado una oposición más encarnizada a que la mecanización entrara en cualquiera de las actividades relacionadas con el derecho, pero en la actualidad ya se está aplicando prácticamente en todos los sectores.

Clasificación de la informática jurídica

La informática aplicada al derecho, o informática jurídica en su sentido más amplio, puede dividirse en las siguientes ramas:

• **Informática jurídica operacional.** La informática jurídica operacional, también llamada informática de gestión, trata de aplicar los principios informáticos a toda la actividad de trabajo en la oficina jurídica (órganos judiciales, bufetes de abogados, despachos de procuradores, notarías, etc.).

• **Informática jurídica registral.** La informática jurídica registral se ocupa de todos los registros, públicos o privados, para facilitar a los usuarios datos fehacientes de los registros oficiales, tales como el Registro civil, Registro de penados y rebeldes, Registro de la propiedad inmobiliaria, Registro de actos de última voluntad, etc. Esta rama de la informática jurídica permite no sólo el acceso al dato de forma instantánea, sino también la realización de labores de estadística, a la vez que facilita determinados trámites y agiliza las resoluciones.

• **Informática jurídica documental.** La informática jurídica documental trata de dar información documental a los juristas a través de bases de datos, facilitando así la decisión y obteniendo la información solicitada en muy breves plazos de tiempo.

• **Informática jurídica decisional.** En la actualidad únicamente se lleva a cabo, y en cierta medida, en el aspecto puramente operativo, es decir, facilitando al juez modelos de resoluciones donde poder elegir la más adecuada al caso controvertido, aunque puede desarrollarse, a través de sistemas expertos y de la inteligencia artificial, hacia verdaderos supuestos de decisión. Estos sistemas expertos pueden facilitar trabajos de prospectiva legislativa (para valorar el coste social de una reforma) o judicial (para saber, por ejemplo, cuál es la probable resolución de un determinado órgano judicial conociendo la trayectoria de sus resoluciones). Igualmente interesante es la aplicación que puede tener este aspecto de la informática decisional para el estudio de las derogaciones tácitas de las normas, la detección de lagunas y contradicciones de la ley, esencial cuando la norma de inferior rango se opone a la superior, y otros casos similares.

La explosión documental en el campo del derecho

Si en todas las ramas del saber humano la documentación producida anualmente es impresionante (se habla de unos doce millones de libros y artículos de revista), en el campo del derecho, y aun limitándonos a un solo país, las cifras son realmente abrumadoras. En España se producen alrededor de 300 000 documentos jurídicos al año (disposiciones legales, sentencias, libros, artículos de revista), es decir, un documento cada minuto y medio, con un contenido total de más de 1 000 megas de caracteres.

Un erudito que quisiera leer todo lo que se publica en España en materia jurídica necesitaría un año entero para leer lo producido en un mes. Pero en derecho ocurre, además, un curioso fenómeno: el valor de la documentación científica decrece rápidamente con el tiempo, llegando a veces a ser útil solamente durante pocas semanas, a pesar de lo cual el documento jurídico tiene una larga vida de vigencia. Al experto en derecho no sólo le interesa lo recién publicado, sino también lo publicado con anterioridad. Incluso una norma derogada puede ser necesaria, al regir los hechos jurídicos nacidos bajo su vigencia. Y la jurisprudencia siempre es útil, aunque la norma en la que se basa haya quedado derogada.

La informática jurídica operacional trata de aplicar los principios informáticos a toda la actividad de trabajo en la oficina jurídica.



A.G.E.



Magnum - Zardoya

La informática jurídica documental facilita información a los juristas a través de bases de datos.

Por otro lado, la documentación no está siempre en el lugar supuesto ni al alcance de la mano. No sólo se desconoce la documentación disponible, sino que, incluso conociendo su existencia, no se sabe dónde encontrarla.

En la empresa privada se dice que de cada veinticuatro horas de trabajo dedicadas a obtener una resolución, veinte están destinadas a la labor de investigación y documentación, tres horas a pensar y razonar, y una a escribir lo pensado. En el campo del derecho ocurre otro tanto. Por ello, la posibilidad de tener toda la documentación a mano, accesible de forma inmediata, con pertinencia adecuada y con total exhaustividad, es esencial para el jurista.

Podemos afirmar, como decía el profesor Botella, que es indispensable sustituir rápidamente la memoria humana por la memoria de la máquina y confiar a ésta todo aquello que pueda hacer, reservando nuestro cerebro para actividades mentales de tipo superior. En la actualidad, esto se ha de lograr mediante la combinación de talento e informática. Este lenguaje nuevo es el que va a permitir al hombre nuevo lo que las lenguas clásicas permitieron al hombre antiguo: un mejor dominio de las fuentes bibliográficas, una nueva gimnasia mental y una liberación de su cerebro que le permita volver a ver el mundo como Platón lo veía.

Tratamiento automático de la información

Así como para hacer un libro se siguen una serie de trámites, para que la información pueda ser tratada por el ordenador también han de seguirse unos determinados pasos.

1. *Trabajo preinformático,* es decir, toda la preparación del sistema documental y lingüístico que va a utilizarse para el tratamiento de la información: forma de análisis, estructura y diseño de los documentos y de las bases de datos, tratamiento del lenguaje con el thesaurus adecuado, etc.
2. *Análisis documental,* preparación del documento para que pueda ser tratado por el ordenador, con incorporación de los datos de identificación, sean numéricos o alfabéticos, describiendo el contenido por medio de descriptores, etc.
3. *Entrada de la documentación,* mediante la lectura óptica o la grabación tradicional sobre soporte magnético, lo que lleva consigo la adecuada corrección de errores y la depuración automática, hasta la creación del elemento de entrada.
4. *Tratamiento de la información,* que será preparada de forma adecuada para que el ordenador cree sus ficheros inversos, sus thesaurus automatizados o de consulta, u otros ficheros convenientes, preparando así la futura utilización por los usuarios.
5. *Recuperación de la información,* que es el uso que se hace por los interesados al buscar un determinado documento, empleando los sistemas de recuperación adecuados mediante los operadores lógicos, sintácticos o de comparación, que faciliten la selección de los datos de interés.

Sistemas de tratamiento de la documentación jurídica

- **Sistemas de descriptores.** Suponen la incorporación por el analista de palabras clave que definan el contenido del documento. Este sistema tiene la ventaja de la precisión, puesto que se encontrarán siempre documentos pertinentes, pero tiene el inconveniente de que el análisis humano no siempre tiene la debida profundidad y, sobre todo, la coherencia necesaria cuando se trata de diferentes documentalistas. Para salvar este último inconveniente se utilizan los thesaurus, que son relaciones de descriptores o palabras clave con inclusión de sinónimos, antónimos, términos más genéricos o específicos, referencias, etc. Pero no se puede olvidar que la confección de un thesaurus es difícil y ha de estar hecha por especialistas. Los thesaurus, a su vez, pueden ser puramente informativos, para su uso en documentos escritos o como base de datos, o recuperacionales, es decir, que permitan la búsqueda del documento a través del mismo thesaurus.

- **Sistema de texto completo (full text).** Utiliza todo el texto del documento como elemento de búsqueda; es decir,

cualquier palabra o campo del documento es útil para tratar de encontrarlo. Tiene la ventaja de su mayor versatilidad y la eliminación del subjetivismo humano en el momento de entrada de la información, pero adolece del defecto de que el consultante ha de resolver todos los problemas lingüísticos en el momento de la búsqueda, (ambigüedad del lenguaje, combinaciones diabólicas entre diferentes palabras con distinto sentido, anfibologías, estilos literarios). La utilización de listas de palabras vacías, con objeto de descargar los ficheros inversos y aminorar en lo posible errores de búsqueda, supone una buena ayuda, aunque a veces es insuficiente.

• **Sistema mixto.** Utiliza simultáneamente texto completo y descriptores, tiene las ventajas de ambos sistemas y aminora notablemente los inconvenientes que presenta cada uno de ellos por separado.

Aplicación de los sistemas al derecho

Ha de partirse de la base de que en la ley, todas las palabras son esenciales y, por tanto, ha de disponerse del texto completo, tanto para la búsqueda como para la mera información. No obstante deben añadirse determinados descriptores, tanto para la identificación de cada uno de los artículos por separado, como para incorporar los conceptos implícitos (explicitación) o romper la polisemia de ciertas palabras.

En la jurisprudencia, el texto es importante como elemento de búsqueda, pero puede acortarse y aumentar su contenido definitorio mediante el adecuado análisis e incorporación de descriptores.

Por último, en la bibliografía, no es pensable disponer de todo el texto de una obra, pero sí que el resumen del contenido, y mejor aún el índice, será una información vital para el usuario y un magnífico elemento de búsqueda.

Integración de la informática jurídica

La clasificación de la informática jurídica que hemos expuesto anteriormente no supone, ni mucho menos, una disociación entre todas y cada una de sus facetas, sino que en realidad puede tratarse de un sistema integrado. En efecto, un jurista, cualquiera que sea su actividad profesional, puede disponer de un ordenador que realice sus trabajos cotidianos del despacho, es decir, está aplicando el aspecto de gestión. En un momento dado, puede acceder a un registro para conocer un dato concreto que le es indispensable para continuar el trabajo, con lo que aplica la informática registral. Para documentar una resolución accede a bases de datos documentales, que le ayudan en la toma de la decisión. Y por último, esta misma decisión puede ser adoptada por un sistema experto, con lo que se aplica la informática decisional. Vemos, pues, que la informática jurídica puede ser un todo, y que el jurista puede acceder con su propio ordenador a las más variadas actividades, sin necesidad de poseer conocimientos de programación, sino solamente sabiendo ser un buen usuario y conociendo las técnicas de acceso, al igual que para conducir un automóvil o utilizar el teléfono no es preciso saber mecánica ni telecomunicaciones. El jurista es ya un usuario habitual de la informática y ha de saber aprovechar al máximo las posibilidades que le brinda su ordenador, por poco potente que sea.

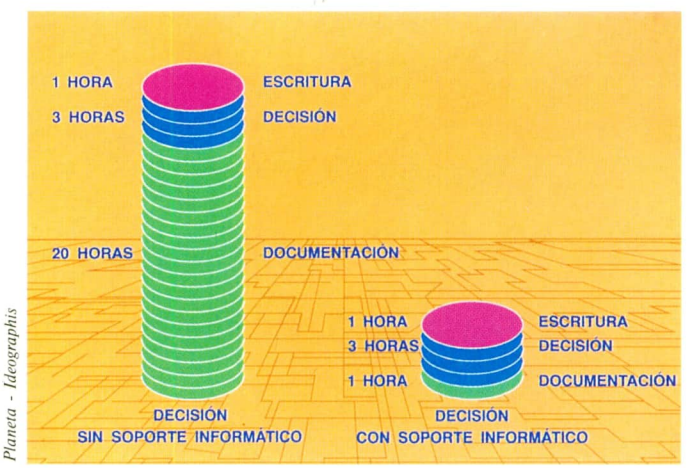
Informática y derecho

La existencia de la informática presenta a su vez algunos problemas de carácter jurídico y va a influir de manera extraordinaria en la propia evolución del derecho.

La acumulación de ficheros con datos personales que pueden interconectarse por medios informáticos, permite invadir la intimidad de las personas de una forma que hasta ahora no era ni previsible. Ello comporta la necesidad de regular la creación y el uso de los ficheros personales informatizados, concediendo a todos los ciudadanos el derecho de información sobre los datos en ellos contenidos y la posibilidad de exigir su rectificación cuando sean erróneos. De ahí el precepto de nuestra constitución (artículo 18) que establece la limitación de la informática cuando pueda afectar al honor o a la intimidad de las personas.

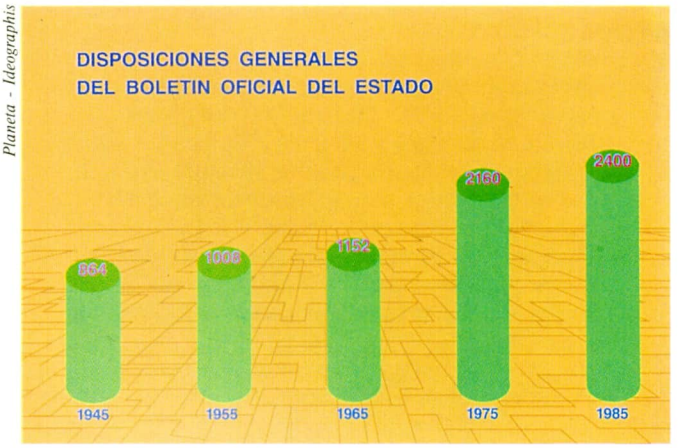
Pero, además, la informática va a afectar a la esencia misma del derecho. Los múltiples problemas de la propiedad intelectual e industrial, los diferentes tipos de contratos

Comparación entre los tiempos invertidos para tomar una decisión, según se disponga o no de soporte informático.



Planeta - Ideographis





relacionados con el ordenador, la responsabilidad civil del constructor de la máquina o del creador de los programas, los diferentes tipos de delitos que pueden cometerse por medio de ordenadores o teniendo a la máquina como elemento de su realización, los contratos administrativos, el flujo transnacional de datos, los contratos laborales y las relaciones de trabajo (que el ordenador va a alterar profundamente), son algunos de los muchos aspectos sobre los que el ordenador está ya ejerciendo su influencia en el derecho mismo.

Por otra parte, así como en la enseñanza básica y en el bachillerato ya se está estudiando informática elemental, en la universidad han de estudiarse las aplicaciones de la informática al derecho, para que el jurista que se está formando vaya adquiriendo los conocimientos que le está deparando la vida actual y sepa hacer uso adecuado del ordenador, al mismo tiempo que toma conciencia de las alteraciones que experimenta el derecho con la entrada masiva de la máquina en la vida cotidiana.

Ya se ha dicho repetidamente que en informática, el futuro es hoy. El jurista ha de ser consciente de esta realidad.

CLASIFICACIÓN DE LA INFORMÁTICA JURÍDICA

Informática jurídica

Operacional	*Registral*	*Documental*	*Decisional*
Abogados	Penados	Legislación	Prospectiva legislativa
Notarios	Actos última voluntad	Jurisprudencia	Prospectiva judicial
Registradores	Venta a plazos	Bibliografía	Decisión automática
Procuradores	Registro civil	– Libros	Lagunas legales
Poder judicial	Registro propiedad inmobiliaria	– Revistas	Contradicciones
Poder legislativo	Propiedad intelectual		Derogaciones
etc.	Propiedad industrial		

Abogacía

La microinformática y los despachos de abogados

Todos los sectores sociales son conscientes de que estamos ante el comienzo de una nueva civilización, denominada por algunos autores la sociedad informática. Las continuas innovaciones provenientes en un primer momento de los expertos en información y la comunicación han impactado decisivamente en todos los campos sociales. El mundo del derecho no debe estar ausente de estos planteamientos que, en definitiva, suponen la valoración de la incidencia potencial de la moderna tecnología en las técnicas jurídicas.

El profesional del derecho se ha visto afectado de forma decisiva por esta nueva ciencia —la informática—, que influye de forma importante en los planteamientos profesionales del abogado produciendo grandes cambios, aún hoy imprevisibles.

La verdadera revolución de la informática ha tenido que esperar al desarrollo de los microordenadores, muchos de los cuales son más potentes que los costosos aparatos de hace dos décadas. Afortunadamente, el control de las posibilidades de estos sistemas ha recaído en manos de los profesionales. Esta nueva tecnología ha convertido al ordenador en una herramienta en manos de los juristas, capaz de cambiar los métodos y las estructuras de razonamiento. La microinformática obligará a que todos revisemos nuestro sistema intelectual de actuación como profesionales, analizando qué parte de esta actividad intelectual es en cierta medida mecánica y puede llevarse a cabo con la colaboración de un microordenador.

Las sucesivas generaciones de microordenadores proporcionan una solución técnica a una serie de problemas comunes a la profesión jurídica, lo que permite una gestión automatizada del quehacer diario. Existe no obstante una resistencia al cambio que es necesario superar. Como posibles causas de esta resistencia se pueden señalar la amenaza para el *statu quo*, la edad y forma de pensar de muchas personas en la cúspide de la jerarquía, una falta excesiva de imaginación para concebir ciertos beneficios antes indisponibles, dificultades en el aprendizaje de muchos sectores, necesidad de una cierta habilidad manual, etc.

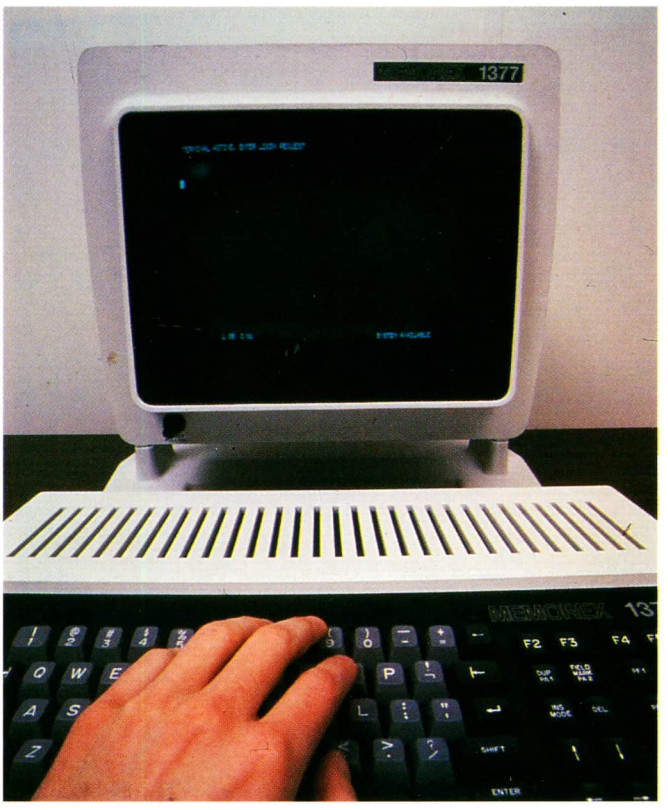
Por el contrario, la incorporación de los ordenadores en el desempeño de la actividad profesional del abogado ofrece sustanciales ventajas, entre las que merecen destacarse la distribución más rápida de toda clase de documentos, una disminución considerable en el tiempo de gestión (con lo que se logra acceder a mayores cantidades de información cualificada) y un intercambio más fluido de información entre profesionales a nivel de métodos, formatos, etcétera, que permitirá una mejor unificación de criterios.

La informática jurídica de gestión trata en definitiva de aplicar los principios informáticos a todo el quehacer del profesional del derecho, distinguiéndose en este sentido su importante incidencia en tres de las actividades tradicionales del sector: la informática registral, la informática operacional (automatización de los despachos) y la informática decisional.

Informática registral

Se ocupa de la gestión administrativa de los registros, sean públicos o privados. Con ella se facilita el acceso de los profesionales u otros interesados a los datos o información que se precisan con una rapidez y seguridad envidiables. La informática aplicada a los registros permite llevar a cabo labores complementarias tan importantes como la estadística, listados generales y parciales, mecanismos de autodepuración, etc. Los profesionales podrán acceder a los registros públicos, ya sean de la propiedad inmobiliaria o mobiliaria, de penados o rebeldes, mercantiles, etc., e incluso a los registros de los juzgados (con las limitaciones de seguridad precisas), para conocer las causas en las que se esté interesado, la fase procesal en que se encuentran, etc. Una vez conseguida la implantación de los sistemas informáticos en todos los registros, la labor de profesional en la documentación y busca de datos será día a día más fácil, más cómoda, más completa y sobre todo más segura.

Con la introducción de los microordenadores en el mercado se ha puesto en manos de los juristas una herramienta capaz de cambiar sus planteamientos profesionales.



Zardoya



A.G.E.

Las sucesivas generaciones de microordenadores proporcionan una solución técnica a una serie de problemas comunes a la profesión jurídica.

Informática operacional. La automatización de despachos

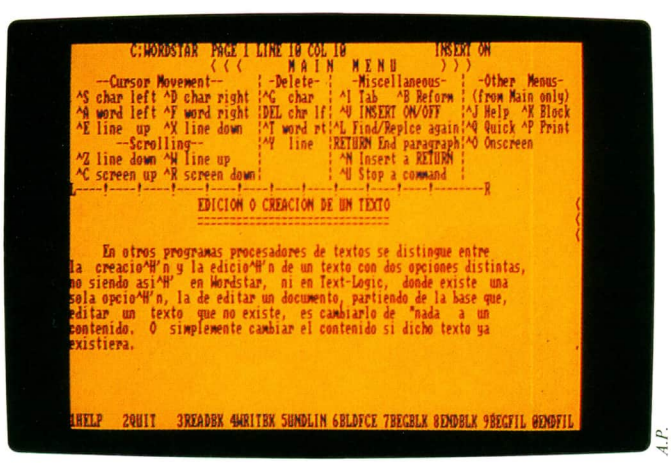
Las nuevas generaciones de microordenadores permitirán la automatización integrada de las actividades de una oficina, conjugando criterios de eficacia y economía.

El proceso de automatización de un despacho de abogados debería contemplar los siguientes aspectos:

- gestión documental,
- control de actuaciones profesionales,
- proceso de datos,
- telecomunicaciones.

Las necesidades documentales en un bufete de abogados son, entre otras:

El procesador de textos, como el programa Word Star, permite la generación de documentos a partir de cláusulas introducidas con anterioridad en la memoria a los que se incorporan las modificaciones que requiera cada caso particular.



A.P.

- control de archivos,
- funciones de agenda,
- gestión económica y de contabilidad.

En el apartado de las actuaciones profesionales se consideran aspectos a mecanizar tanto la gestión de asuntos judiciales (procedimientos) como la de otros asuntos de carácter extrajudicial (visitas, dictámenes, estudios).

El proceso de datos con la ayuda de un adecuado tratamiento de textos permite la introducción, almacenamiento y reproducción de la información. El procesador de textos del microordenador puede, tanto a priori como a posteriori, elegir el formato general de un texto, e incluso cambiar el ancho de las líneas, el número de líneas por página, el interlineado y demás parámetros que influyen en la presentación final del documento; por último, la posibilidad de corregir errores sobre la pantalla, antes de imprimir el texto, evita una gran pérdida de tiempo.

Existen, por otra parte, ventajas adicionales que incluye un procesador de textos: realización de cartas personalizadas a clientes, edición de circulares de forma automática, generación de documentos a partir de otros introducidos anteriormente y mantenimiento de informes.

Las telecomunicaciones han jugado un papel importante en el proceso de informatización del bufete de abogados. El número de propietarios de ordenadores dotados de modem es cada vez mayor. Con una de estas máquinas el abogado puede comprobar la situación de sus casos o consultar otros aspectos legales sin necesidad de desplazarse al juzgado.

La importancia de las comunicaciones es manifiesta, toda vez que podría utilizarse el ordenador del propio despacho como terminal (inteligente o no) de otros ordenadores (banco de datos, juzgados, otros profesionales), utilizando más volúmenes de información en provecho propio, con menor coste y a mayor velocidad.

Cabe señalar que sin usos standards universales y un hardware compatible, los paquetes de transferencia de ficheros raramente permitirán al usuario hacer lo que desee con los datos.

De acuerdo con los criterios indicados señalaremos algunos puntos en los que debería fundamentarse la mecanización en un bufete de abogados:

— La aplicación debe ajustarse en cada momento a la estructura y necesidades de cada despacho, contemplando sus peculiaridades (creación de ficheros propios, modificación de procedimientos, textos variables, etc.; sin olvidar aplicaciones complementarias como puedan ser liquidaciones automáticas de impuestos o programas de auditoría).

— Debe ser útil para el usuario final (el abogado), evitando complejidades o excesivos datos en pantalla.

— Ha de ser un sistema totalmente integrado y en base de datos, lo que significa que aunque los datos figuren en un fichero determinante, también deben actuar de forma interconectada, de tal modo, que puedan ser tratados en cualquier momento.

Informática decisional

La calidad y eficacia de una decisión está condicionada por la cantidad de información de que se dispone en el momento de tomarla. Resulta evidente que la complejidad de las decisiones exige, cada vez más, un mayor volumen

de información, factor que condiciona las características de las herramientas informáticas en manos de los profesionales. La informática decisional es tal vez la más problemática y la que tiene implicaciones más profundas.

Baste pensar en las posibilidades de la informática como ayuda a los jueces y magistrados en cuanto establece unas determinadas pautas en resoluciones muy repetidas y facilita la redacción de las mismas. El juez dispone de una estructura fija y una serie de variables que son marcadas de acuerdo a la constancia en autos y al resultado de la prueba. En este caso, el juez resuelve como hombre y jurista manteniendo su libertad de pensamiento y de criterio, pero el ordenador le habrá ahorrado el trabajo de repetir una y otra vez las mismas palabras, los mismos pronunciamientos comunes en cada proceso y, sobre todo, le habrá evitado omisiones importantes, evitándose así la carga tan enormemente repetitiva que lleva consigo, y adquiriendo con ello una gran agilidad y rapidez que resulta vital en la actual sociedad, sobre todo en la rápida tramitación de los procesos judiciales.

La solución informática

En los últimos años la nueva tecnología de microordenadores ha acercado éstos de forma masiva a los profesionales del derecho. Sus capacidades de memoria en línea han ido creciendo, junto con un considerable abaratamiento de los costes, lo que ha motivado que la capacidad de información accesible en línea se multiplique de forma importante. Por otra parte, la informática distribuida facilitará, a través del desarrollo de nuevas técnicas en la comunicación, como la utilización de fibras ópticas, redes privadas y sistemas integrados de voz, las interconexiones e intercambios de información en beneficio de los usuarios.

Por último cabe señalar que la elección de una solución informática por parte de los profesionales del derecho debería considerar los siguientes aspectos:

– Realizar un estudio de las necesidades reales con una cierta previsión de futuro; el tamaño del ordenador dependerá de ello. Es verdad que cuanto más temas se almacenen, más potentes deberán ser los ordenadores, pero es imprudente y costoso adquirir un hardware o un software con más capacidades de las necesarias en cada momento. Sin suficiente cantidad de información que corresponda al hardware, su sistema operativo y sus programas de aplicación, los costes no estarían en consecuencia con su utilidad.

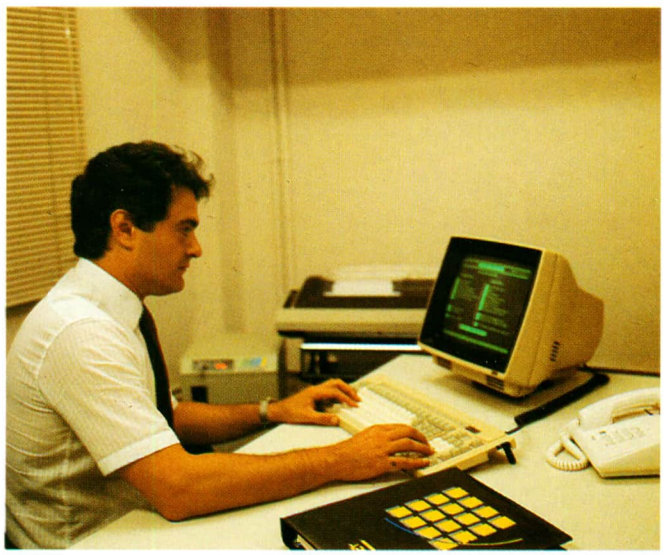
– Calcular los costes relativos a la formación del usuario y del personal al servicio del despacho, para lograr una fácil y eficaz adaptación de los usuarios al sistema propuesto.

– Considerar que el sistema ofertado sea modular y asegure las posibilidades de crecimiento del mismo y su compatibilidad con otros ordenadores.

– Tener en cuenta que las aplicaciones en el campo del derecho requieren un mantenimiento jurídico periódico, toda vez que las transformaciones jurídicas, legislativas, doctrinales o jurisprudenciales, alteran en gran medida el mundo profesional de los juristas.

Los antecedentes mencionados deben tenerse en cuenta para que la herramienta informática, que facilita el desarrollo de la más personal de las actividades del hombre, su capacidad de pensar, sea verdaderamente útil.

Aisa



La conexión de los ordenadores de los despachos profesionales con juzgados, registros, bases de datos y otros profesionales podrá establecerse a través de las nuevas técnicas de telecomunicación.

Una pequeña base de datos permitirá disponer de información jurídica como legislación, jurisprudencia, doctrina o índices bibliográficos.



Novak - Aisa

El abogado electrónico

Cobro de morosos

Durante los últimos años se ha generalizado en Italia una actitud comparable a un peligroso tigre que con sus ataques está afectando los planes económicos de las empresas, provocando peligrosas hemorragias financieras. Este tigre se llama morosidad galopante y en el peor de los casos conduce a una insolvencia general y a menudo crónica. ¿Es posible ponerle el cascabel a este tigre y domarlo de una vez por todas? El director gerente de una compañía de servicios del sector terciario dice que es posible gracias a la aplicación del proceso de datos integrado en la vida económica de una empresa; ello permite una gestión transparente del crédito, a la vez que la recuperación electrónica de estos créditos.

He aquí algunas de las cifras alarmantes del fenómeno de la morosidad en Italia: en 1984 el 35 % del total de deudas pendientes fue impagado en primera instancia y entre el 7 y el 8 % se convirtió en deudas crónicamente pendientes y, muy a menudo, incobrables. En estos momentos, el 7 % de las deudas insolubles (colocadas con las pérdidas) han afectado a empresas del sector comercial (los dos tercios del total) y del sector industrial (el tercio restante).

La morosidad galopante obliga a las empresas medias y grandes, en especial, a mantener un ejército permanente de administrativos, empleados de ventas, cobradores e incluso gestores, que trabajan para convencer u obligar al moroso a saldar su deuda, es decir, a que pague sus facturas. El coste de este ejército se ha convertido en una carga insoportable para muchas empresas.

El volumen de facturación de estas empresas, si bien asciende globalmente a miles de millones de liras anuales, en realidad se fragmenta en multitud de facturas, a veces decenas de miles, para pequeñas y medianas cantidades.

Está claro que el coste de cobrar un único crédito por uno o dos millones de liras (que incluso puede exigir la intervención de especialistas y abogados) no es barato; pero el coste de cobrar la misma cantidad fragmentada, por ejemplo, en 100 facturas por un valor de 10 millones de liras cada una o, peor todavía, en 1 000 facturas por un valor de un millón de liras cada una, supone afrontar gastos que a veces resultan insoportables.

El amigo computador

Debido también a las complejidades de los procedimientos de cobro y a la lentitud crónica de los tribunales, las obligaciones que entraña cobrar una factura por valor de unos pocos millones de liras resultan solamente algo menores que las que exige recuperar una deuda de mil millones de liras.

Resulta fácil imaginar las dramáticas dimensiones del problema cuando una empresa mediana o grande se encuentra gestionando créditos fragmentados en miles de facturas, que cuando no son pagadas se convierten simplemente en uno de tantos casos de cobro de créditos y a menudo de acción legal.

Hay una solución a este gran problema. Se trata de recurrir al proceso electrónico de datos, que ha hecho posible la gestión transparente del crédito, gestión que empieza a partir del momento en que se libra una factura, y



A.P.

La morosidad en el pago de facturas obliga a las empresas a mantener una gran cantidad de empleados administrativos y cobradores.

Aisa



Una sociedad puede disponer de una radiografía inmediata de la situación contable de su empresa a través de la pantalla de su terminal conectado con la central del sistema.

el servicio de recuperación electrónica del crédito (REC), que se podría describir como un verdadero abogado electrónico.

En la práctica, el director o el propietario de una empresa que utilice el servicio puede, a distancia, sin moverse de su oficina o, incluso, desde su casa, tener una radiografía al instante de la situación de su empresa. Y esto se puede conseguir simplemente apretando las teclas de un terminal de vídeo conectado con el sistema central, teclas que son la clave de su archivo de oficina computarizado. La clave consta de unas cuantas letras o números secretos y sólo puede ser utilizada por personal autorizado que tiene acceso teleprocesado a los datos de la empresa, memorizados en el sistema IBM utilizado por Professional Pool.

Adecuadamente alimentado de datos y programado para satisfacer las necesidades de las empresas que lo utilicen, el servicio de gestión de crédito transparente pone en contacto, sólo cuando es requerido a ello, todas las secciones de la empresa (financieras, administrativas, de ventas y legales) haciéndolas responsables de la correcta gestión del crédito.

Punto final a la rutina

El servicio REC está estrechamente relacionado con la gestión transparente de créditos, con una serie de procedimientos automatizados que han puesto fin a la larga y exasperante rutina del cobro de créditos que habitualmente aqueja a los abogados de las empresas o a los consejeros legales consultados por la empresa.

El REC es el valioso ayudante y aliado del abogado. De hecho, emite de manera automática, en las fechas deseadas de expiración y con extrema precisión, todos los documentos que exige el cobro de una deuda: aviso de vencimiento, notificaciones de pagos pendientes, primera y segunda cartas legales, requerimiento legal, etc.

Manejar manualmente cientos de facturas no pagadas implica un alto grado de riesgo de error, mientras que, una vez instruido, el abogado electrónico opera de manera autónoma y automática. Bajo la supervisión de los abogados de la empresa o de expertos contratados por la empresa, el abogado electrónico se encarga de eliminar el lastre que supone este enorme trabajo rutinario, actuando para ello con ilimitada decisión y tenacidad, y dejando a sus colegas de carne y hueso tiempo para dedicarse a los casos más difíciles.

El perfil del cliente

El posible usuario del servicio REC es toda empresa o negocio que tenga un gran número de facturas impagadas, independientemente del número de ellas que gira. También cualquier empresa que padezca largas demoras en el cobro de sus créditos y que, como último recurso, tenga que hacer uso de la vía judicial, obtendrá las mismas ventajas del servicio REC. Sobre todo, en términos de altas tasas bancarias, especialmente en Italia, donde el crédito representa un recurso financiero sólo si puede ser controlado de manera efectiva y es cobrable.

Proceso de datos por tres canales

Este servicio ofrecido a empresas de todas las dimensiones y tipos funciona de la siguiente manera. Empieza con la transmisión por parte del usuario de datos en los que consten las partidas que van a ser gestionadas. Estos datos pueden ser transmitidos a través de uno de los siguientes canales:

– por papel impreso,
– por cualquier soporte magnético IBM compatible,
– por una conexión de teleprocesado (la transmisión de datos a larga distancia a través de cable), tanto a través de una línea reservada al usuario como a través de una terminal cualificada.

Los morosos son divididos en cuatro categorías, para cada una de las cuales se puede usar una estrategia operativa diferente. Los documentos emitidos automáticamente por el abogado electrónico son todos aquellos previstos en las fases judicial y extrajudicial del proceso, incluyendo naturalmente todo el procedimiento admonitorio y ejecutorio.

La cadencia, el momento de la emisión y el contenido de los documentos son, por tanto, acordados entre la empresa usuaria y la empresa que ofrece el servicio, dependiendo de las circunstancias del mercado en que la empresa opere y el tratamiento que desee dar a sus diferentes clientes.

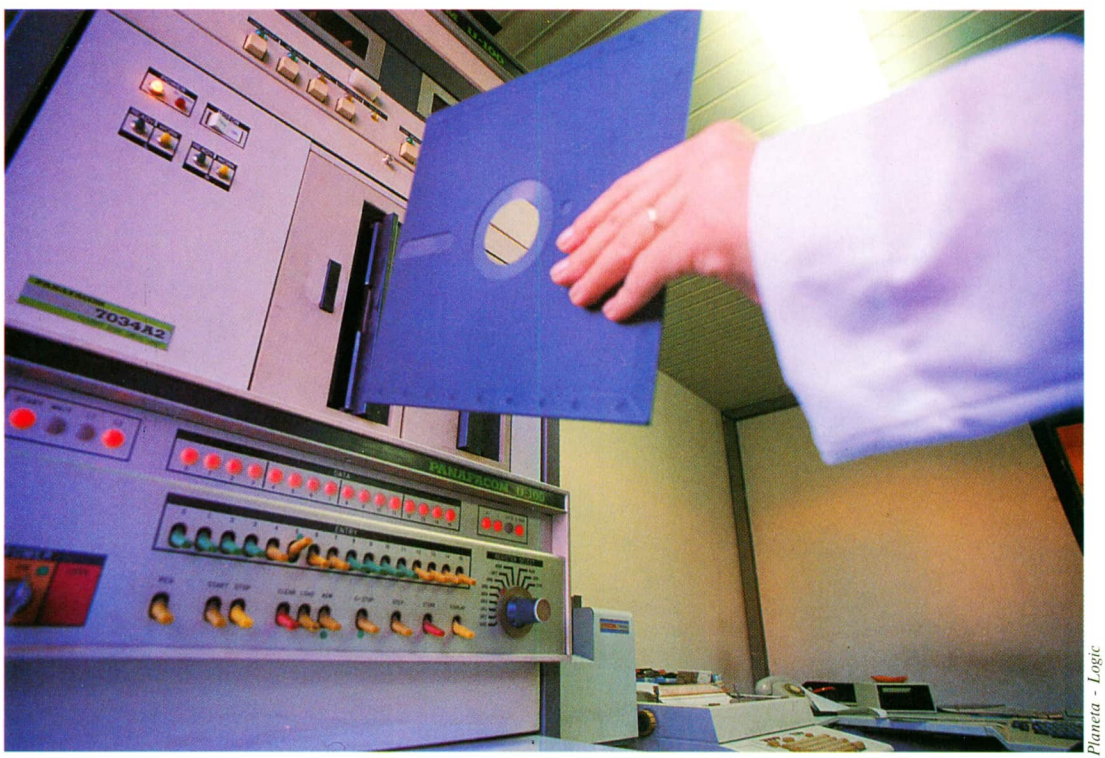
La empresa de servicios hace posible a los usuarios adoptar una política lógica y uniforme (que, por tanto, está bien controlada y es muy eficaz) y gestionar sus situaciones de crédito utilizando tácticas que han sido probadas y verificadas, aprovechando tanto la experiencia adquirida como la velocidad, la lógica y la automatización del procesador de datos.

Una encuesta judicial organizada

En concreto, el servicio REC organiza la investigación preliminar (previa a la intervención judicial), la fase admonitoria (lo que se llama requerimiento judicial) y la fase ejecutiva (desde el requerimiento de pago tras el juicio hasta el embargo de bienes, su subasta pública y el producto de dicha subasta). La emisión automática de documentos en unas fechas fijadas de antemano, de hecho, permite, por una parte, una actuación rápida y, por tanto, una mayor eficacia, y, por otra parte, ofrece la posibilidad de un control continuo y sistemático.

¿Se puede definir esta gestión y cobro del crédito como un traje hecho a la medida de cada empresa? El director gerente de la empresa de servicios responde: «En nuestra opinión, incluso puede ser definido como un guardarropa hecho a medida, que permite a la empresa usuaria "vestirse" cada día, en cualquier estación del año, de acuerdo con la "temperatura" del mercado o de la política de la empresa. Un guardarropa que es variado, adaptable y flexible como lo son las "estaciones" del mercado comercial y financiero.»

¿En qué sentido el servicio REC es diferente de los demás servicios de recuperación del crédito ofrecidos por diferentes instituciones y por determinadas oficinas jurídicas oficiales? El nuevo sistema se dirige a las compañías que desean hacer frente de manera orgánica, lógica y sistemática al problema de la gestión del crédito a partir de su fase inicial, es decir, inmediatamente después de la emisión de la factura. También se dirige a empresas que exigen ayuda en cualquier otro momento del proceso de gestión del crédito hasta llegar, si es necesario, a los ingresos por subasta pública de bienes embargados.



Los datos de facturación de las empresas pueden ser transmitidos por medio de cualquier soporte magnético compatible.

Planeta - Logic



Villeneuve - Gamma

Para el procesado y emisión de documentos se utilizan computadoras de tamaño medio con programas propios.

Aprovechándose de la total integración de las posibilidades ofrecidas por el procesador de datos y de la asistencia profesional necesaria para proteger los derechos del creditor, también durante los procedimientos judiciales, la empresa de servicios se ha encargado de más de 100 000 casos de cobro de crédito en sus primeros siete años de funcionamiento y ha emitido más de 250 000 documentos.

Hardware y software

Esta empresa utiliza computadores de tamaño medio y sus accesorios, para los que se ha creado sus propios programas hechos a medida de cada compañía usuaria y para cada situación crediticia, para la gestión y recuperación de créditos (el llamado servicio REC).

Respecto al hardware, utiliza un modelo S/3820 que tiene cuatro megabites de CPU (unidad central de procesado) y tres diskettes modelo 3370, cada uno de los cuales tiene 570 megabites de memoria. También utiliza un sistema modelo B24, con 512 kilobites de CPU y 400 megabites de memoria.

Un procesador de textos y una serie de computadores personales se conectan a estas dos unidades centrales, para un total de más de 40 terminales que pueden estar junto a las unidades centrales o a distancia.

Ocho impresoras están conectadas a las unidades de proceso de datos: dos sistemas IBM 3262 con una velocidad de 650 líneas por minuto, una impresora IBM 5224 que va a una velocidad de 240 líneas por minuto, tres modelos IBM 5256 con una velocidad de 120 caracteres por segundo, dos impresoras para computador personal y otro sistema que es también un procesador automático de textos modelo 6360 —el modelo IBM 6580 cuenta con un doble compartimento para minidiskettes—, y una impresora de calidad modelo 5218/A02.

Para la recuperación efectiva de créditos, se ha automatizado todo aquello que podía ser automatizado, con el fin de limitar la intervención manual sólo a aquellos casos en que el proceso automático no se pueda utilizar. En otras palabras, la intervención manual es la excepción a la regla.

El tiempo que el personal de la empresa ha dedicado a la puesta a punto de este programa es considerable, y su investigación, desarrollo, adaptación y modernización llevó más de 10 años.

Los dos sistemas IBM tienen un total de memoria equivalente a 2 gigabites y 110 megabites (210 000) de caracteres memorizados, que se pueden ampliar, con más diskettes, hasta más de 15 gigabites. Esto ha hecho posible construir un banco de datos más dinámico, en el que éstos están organizados de manera homogénea y se pueden encontrar fácilmente, al instante y según diferentes conceptos.

El personal se compone de profesionales, analistas y programadores cuyas diferentes procedencias y formaciones garantizan una gran flexibilidad y la capacidad de encajar dentro de organizaciones productivas de todo tipo y dimensiones, entre ellas las multinacionales.

Servicios

1 Banca
2 Bolsa de valores
3 Tarjeta chip
4 Telemarketing
5 Prensa

El desarrollo económico ha venido acompañado de un desplazamiento sectorial de la población activa: de la agricultura a la industria, de ésta a los servicios, y, dentro de los servicios, un porcentaje creciente se ha vinculado, directa o indirectamente, con la informática.

El propio concepto de servicio ha evolucionado con el tiempo. Inicialmente se consideraba una actividad primordialmente humana, que podía estar asistida por alguna pequeña maquinaria destinada a amplificar el esfuerzo humano en su aspecto mecánico o motriz.

La revolución informática y de las telecomunicaciones ha permitido llevar la amplificación de la capacidad de las personas a aspectos mucho más directamente relacionados con su propia inteligencia, como la rapidez de cálculo y la capacidad de memoria, así como extender territorialmente el ámbito de actuación.

En la prestación de servicios, el hombre es cada vez más dependiente de la máquina, convirtiéndose, en cierto modo, en un piloto de la misma. Prestar servicios es conducir máquinas dispensadoras de ellos.

La prestación de servicios, actividad básicamente humana, se está convirtiendo en una actividad de la máquina de la que la persona es, en cierto modo, el piloto.



Four by Five - Aisa

Algunos servicios se van automatizando hasta tal punto que el componente humano directo llega a desaparecer. Los propios servicios llegan a ser vehículos que se pilotan a sí mismos. Son servicios que se convierten en producto. ¿Es el hombre enteramente sustituible en este campo? ¿Pueden los servicios ser absolutamente automáticos?

La respuesta debe hallarse, en último término, teniendo de cuenta que una máquina no puede decidir, ni pensar, ni proporcionar calor humano a una situación determinada. Difícilmente se puede imaginar que una computadora emita un veredicto en una causa criminal, ni que decida sobre la concesión o denegación de un préstamo personal. El día en que esto sucediera, seguramente la humanidad habría dado un importante paso atrás.

Sin embargo, tomando el tema por el lado positivo, la ayuda que representa la máquina permite al hombre concentrarse en labores más creativas y más reflexivas, más auténticamente humanas.

En muchos casos incluso, el hombre asumirá funciones de monitorización y control sobre sistemas robotizados, interviniendo sólo por excepción ante circunstancias especiales o para resolver aspectos no contemplados anteriormente.

Cada vez más, el concepto de servicio se asimilará directamente al de tratamiento interactivo de la información a tiempo real, como, por ejemplo, en sistemas de reservas de viajes, informaciones o cotizaciones de valores. Y todo ello quizá complementado con un cierto tipo de información con alerta roja a partir de unos topes mínimos o máximos predefinidos, como pueden ser los datos monetarios.

Dicho con la mayor claridad, la propia idea de servicio equivaldrá a informática más telecomunicaciones, con diferencias tan sólo en el contenido de la información, la cual podrá alcanzar a todos los aspectos que puedan imaginarse.

A medida que se vaya amplificando el dominio del hombre sobre la naturaleza serán ofrecidos mayor número de servicios. Los elementos de base para prestarlos ya existen. Se trata de combinarlos de nuevas formas y de buscarles aplicaciones.

El hombre irá alcanzando cada vez mejores servicios. Dialogará y se servirá por sí mismo por medio de las máquinas.

El universo de los servicios empieza a estar servido.

Banca

La bancarización

Una de las consideraciones más relevantes para situar en su verdadera dimensión los cambios en la manera de trabajar de las entidades financieras, en la sociedad industrial y postindustrial durante los últimos años, es la llamada *bancarización*.

Ha existido una progresión continua, que en muchos países occidentales está llegando a su culminación, hacia la sustitución del dinero en forma de moneda o de billete por el dinero en forma escritural. Es decir, el cobro-pago inherente a toda operación mercantil no se efectúa con estos instrumentos liberatorios anónimos y efectivos dentro del contexto social.

El dinero está depositado en entidades financieras y los cobros-pagos se formalizan a través de las órdenes que emiten, según la ocasión, los que deben pagar o cobrar.

Cada orden se formaliza en una escritura bien tipificada (talón, cheque, letra de cambio, comprobante de tarjeta de crédito, recibo al cobro). El papel, el documento, es el protagonista instrumental de esta situación. Las entidades financieras dedicadas al depósito del dinero y a la atención de las órdenes anteriores degeneran en «industrias» procesadoras de documentos.

Son decenas y centenas de millones los documentos que anualmente muchas entidades financieras deben atender para hacer frente a la bancarización de sus clientes. Clientes que pagan la compra de un vestido con un talón, un automóvil aceptando venticuatro letras de cambio, la comida en un restaurante con su tarjeta de crédito y el servicio telefónico domiciliándolo en su cuenta corriente.

El ciudadano no lleva consigo dinero en efectivo, sino instrumentos de pago. Es decir el ciudadano ha cambiado su manera de utilizar a la entidad financiera.

Antes, la entidad financiera era la depositante de los ahorros que le quedaban al ciudadano en su bolsa, en su cartera o en su caja al terminar un período (generalmente una semana), y ello después de haber efectuado todos sus pagos en billetes y monedas, recibidos a su vez de otros ciudadanos a quienes vendía su tiempo, servicio o producción.

Actualmente la entidad financiera hace de bolsa, cartera y caja del ciudadano. Es decir, las entidades financieras de los otros ciudadanos a quienes vende su tiempo, servicio o producción ingresan el pago directamente en su cuenta. Los billetes y las monedas van desapareciendo de la circulación y va creciendo la circulación de órdenes. Y así, las entidades financieras han de ampliar su industria procesadora, haciéndola también industria distribuidora y transportadora de documentos para que cada entidad pase —y reciba— de todas las demás las órdenes que sus clientes han emitido en cualquier lugar y momento.

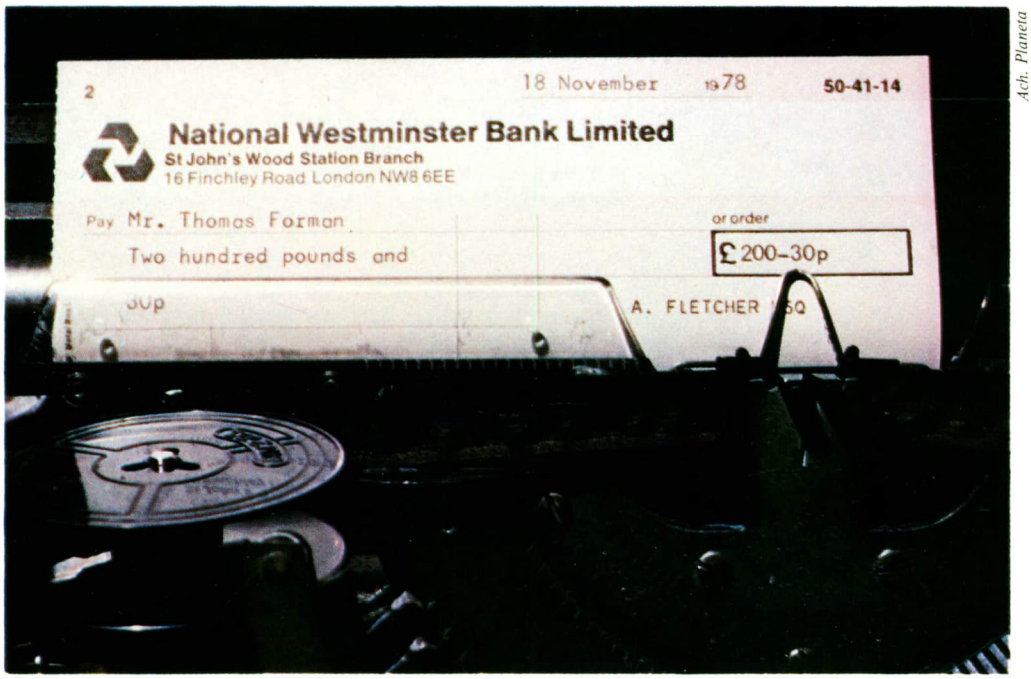
En todo este proceso evolutivo la informática desempeña un importante papel. Primero sustituyendo la formalización del depósito de dinero —en sus variedades de vista, ahorro, plazo, etc.— desde la cartulina (la ficha de posición) a un registro informático, y después aportando soluciones automáticas dentro de una buena parte del proceso manipulador de documentos.

El registro informático fue soportado primero por la tarjeta perforada y después por la cinta magnética, para

En la mayoría de los países occidentales se produce una progresiva sustitución del dinero en forma de moneda por dinero en forma escritural.



Aisa



Ach. Planeta

Los cobros y pagos se formalizan a través de órdenes emitidas por los que deben pagar o cobrar.

llegar al disco magnético, donde se encuentra en la actualidad en prácticamente todos los casos.

La manipulación automática de documentos es posible gracias al desarrollo de caracteres ópticos y magnéticos, que pueden leerse simultáneamente por el ojo humano y por una máquina, y que se usan básicamente cuando la presencia de una firma personal obliga a la conservación del documento.

El cheque y la letra de cambio han sido —y son— dos documentos arquetípicos en los que se aplica esta solución.

Las máquinas lectoras y clasificadoras de documentos marcados previamente con caracteres E 13 B (en Estados Unidos y su área de influencia) o en CMC 7 (en Europa) permiten automatizar una parte de la compleja logística distributiva antes mencionada.

Simultáneamente con los aspectos anteriores, la bancarización aporta la necesidad de ofrecer, al mercado de masas en crecimiento, una posibilidad de contacto fácil con su entidad financiera.

Ya no es pensable que decenas y centenares de miles de ciudadanos transformados en clientes deban desplazarse lejos de sus lugares normales de residencia o trabajo para acceder a su dinero.

Las entidades financieras abren «tiendas», decenas y centenares de oficinas que tienen, entre otras funciones, la de ser puntos de entrada de la anterior circulación de órdenes. Esta dispersión geográfica multiplica de nuevo las necesidades de transporte ya mencionadas.

La bancarización hace madurar también cualitativamente el mercado del particular, de la familia. La cuenta de ahorro, formalizada en una libreta, ya no puede ser la única alternativa para guardar y hacer rendir los excedentes acumulados.

Así las entidades financieras deben añadir cada vez más productos a su «catálogo», combinando la facilidad de movilizar los ahorros con las reglas de juego fiscales y las normas gremiales y de la administración pública.

Igual sucede con la concesión de crédito. La conducta del ciudadano evoluciona. La adquisición de bienes y servicios en lugar de ahorrar deja de tener una valoración social negativa.

El crédito al consumo se facilita de muchas maneras, siendo la más espectacular y la que genera mayor número de documentos —y su correspondiente circulación y proceso— la cuenta de crédito *revolving* asociada a un plástico: la tarjeta de crédito.

El teleproceso y la evolución tecnológica

La informática y la transmisión están mientras tanto jugando a una sinergia de mutua potenciación ampliamente aprovechada por las entidades financieras, que figuran entre los primeros sectores de actividad en constituir grandes y potentes redes de teleproceso.

El teleproceso de la entidad financiera permite llevar a sus últimas consecuencias la lógica de una centralización de instrumentos informáticos de proceso y almacenamiento, con su consiguiente economía de escala y aprovechamiento de competencias profesionales asociándose a una descentralización de los instrumentos *comunicativos* de entrada y salida. Es la explosión de los terminales de ventanilla, de back-office, etc., y de la construcción de las grandes centrales de proceso que albergan varios potentes ordenadores, y sus correspondientes almacenes de datos, todo ello conectado telefónicamente a la red anterior.

Las infraestructuras de estas fábricas de procesar y almacenar datos son construidas para minimizar todos los riesgos que pueden dañar o destruir los puntos neurálgicos de las entidades financieras.

La productividad aumenta y pueden absorberse los incrementos de volumen de documentos inherentes a la bancarización sin que la entidad financiera deba recurrir a la tarificación y cobro de unos servicios de cobro-pago tradicionalmente gratuitos.

Los aumentos de depósitos tesoreros, apenas remunerados, propios de esta manera de utilizar a la entidad financiera, permiten que los resultados de la explotación continúen siendo positivos.

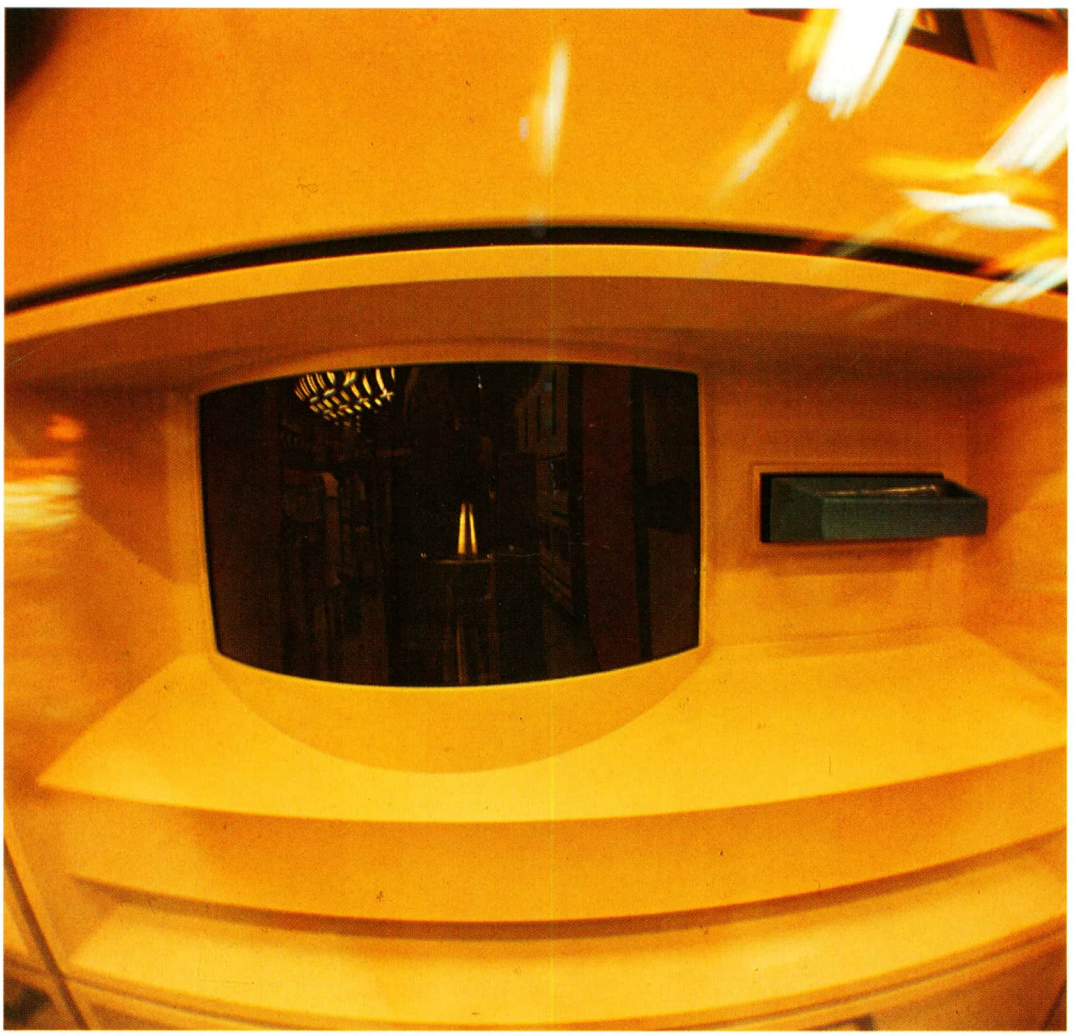
Pero la evolución tecnológica continúa. Las transmisiones son más fiables y baratas. El hardware de la transmisión es cada vez más potente. Las centrales telefónicas electromecánicas son sustituidas por las electrónicas. El conductor de la electricidad está dando paso progresivamente al conductor de luz, conocido como fibra óptica. Los satélites de comunicaciones hacen posible la minimización de los problemas de distancias.

El software de las transmisiones, la manera de usar el hardware, evoluciona y se normaliza. De la conmutación de circuitos se pasa a la conmutación de mensajes. De los circuitos punto a punto (carísimos) y de los conmutadores (de poco caudal) se pasa a las redes especiales con tarifas estudiadas para transmitir datos y casi siempre no penalizadoras de la distancia. Los ordenadores especializados en transmisiones (front-end) y sus sistemas operativos banalizan la ampliación de los sistemas de teleproceso.

Por otra parte, la evolución tecnológica presenta otro de sus aspectos más espectaculares: la integración de componentes de circuitos electrónicos en volúmenes cada vez más pequeños. Esta escalada tiene varias consecuencias, siendo la más relevante la evolución a la baja del precio de los ordenadores. La potencia del único ordenador que, dentro de la fortaleza de la central de proceso, soportaba el tratamiento de todos los datos de una entidad financiera de los años sesenta se encuentra localizado en unos pocos centímetros cúbicos y con un precio real más de mil veces inferior.

Igual ocurre con los instrumentos de almacenamiento. El coste de disponer de todos los datos de una entidad financiera en discos, accesibles *on line* y con tiempos de acceso suficientemente pequeños desde el punto de vista operativo, deja de ser una utopía. Las decenas de miles de millones de caracteres que se necesitan para representar todos los contratos y transacciones, que derivan de la bancarización masiva, son actualmente registrados en discos magnéticos continuamente consultables.

El registro informático de los datos bancarios es soportado, en la actualidad, por disco magnético.



Aisa



Arch. Planeta

El cheque y la letra de cambio han sido los documentos arquetípicos en los que se han aplicado los sistemas de lectura óptica y magnética.

Este escenario da lugar a una nueva mutación. Es la mutación, que durante los años ochenta del siglo veinte está desarrollándose en el mundo occidental y, dada la velocidad que está adquiriendo, casi se habrá consolidado al iniciar la década de los noventa.

Los pasos del cambio tecnológico

Antes de tratar de esta mutación es interesante resumir brevemente las anteriores mutaciones.

El intercambio social de bienes y servicios, el trueque, sufre la primera mutación cuando el bien y servicio es cambiado por un objeto intermedio cuyo valor pasa a ser una unidad monetaria.

La segunda mutación se produce cuando el objeto intermedio (el oro y la plata, por ejemplo) se almacenan y sólo se usa el certificado de depósito (el billete de banco) para representar la moneda.

La tercera mutación, ya ampliamente comentada antes, es la de almacenar al billete de banco y usar las órdenes de movilización de estos billetes, los instrumentos de pago y la moneda escriturada. El cobro-pago deja de ser anónimo y privado (recuérdese que la posesión de billetes de banco no figura en ningún registro) y pasa a ser personalizado y público. Las entidades financieras son «notarios» del dinero que hay en la «bolsa» de cada ciudadano y de donde recibe y a donde dirige su dinero.

Es interesante poner en relieve cómo esta circunstancia es, potencialmente, uno de los mayores riesgos de que la privacidad, la intimidad y la libertad personal de un ciudadano se vean vulneradas. Sin embargo, mientras el instrumento era el papel, el propio volumen de los datos constituyó una barrera prácticamente infranqueable contra este peligro.

Es ahora, a partir de la facilidad y el relativo bajo coste de la informática para registrar, agrupar y transmitir los datos, que este riesgo puede convertirse en realidad. Por el rastro dejado por todos los intercambios mercantiles entre ciudadanos podría hacerse realidad el escenario descrito por George Orwell en su novela *1984*.

La cuarta mutación, que está en plena fase de inicio, pero con una velocidad de crecimiento acelerada, es la de sustituir el papel, el documento, por el binomio soporte informático y transmisión de datos.

Esencialmente la nueva mutación consiste en que el dinero sólo está en los registros de las entidades financieras. Estos registros, obviamente, son soportados en la actualidad en discos magnéticos. En un disco magnético

sólo se pueden grabar unas diminutas señales para orientar magnéticamente un pequeño volumen en su superficie. Éste es el dinero en reposo.

El dinero en movimiento, la ya conocida orden de cobro y/o pago, también se desmaterializa. Gracias a la presencia, en todas las circunstancias en donde hay una operación mercantil, de un aparato (un terminal) especialmente adaptado a este menester, la orden no se formaliza en un papel, sino que es directamente transmitida al lugar donde está el depósito del dinero en reposo.

Las consecuencias del cambio

La cuarta mutación continúa. Ya no hace falta poseer una libreta con los movimientos y saldos anotados o recibir periódicamente un extracto de la cuenta corriente. Basta con mirar la pantalla de un *home-terminal* situado en cualquier rincón del lugar de trabajo o del propio domicilio. De nuevo el papel desaparece.

Tampoco el talonario de cheques ha sido respetado. Un plástico en forma de tarjeta y con un microordenador en su exiguo espesor de apenas un milímetro, realiza con creces sus funciones. La entidad financiera entrega al cliente la tarjeta con un límite registrado en la memoria electrónica, un límite que se rebaja a medida que, virtualmente, se «extienden cheques».

Otra consecuencia de esta mutación es el cambio en la manera de justificar la identidad personal. Con el papel, es la firma dibujada directamente por quien debe identificarse la que, comparada con otra de referencia, permite cubrir esta función. Cuando no hay papel se recurre a la posesión de la llave constituida por la tarjeta de plástico (equivalente al antiguo sello) asociada al PIN (personal identification number) o número secreto personal (equivalente a la antigua contraseña).

Y también ha sido la informática la que permite comparar la firma trazada encima de una superficie con la firma de referencia, sin necesidad de que exista contribución del ojo y cerebro humanos. La imagen de la firma de referencia es la trayectoria seguida por la mano al dibujarla. Cuando se firma de nuevo, la trayectoria es registrada con la ayuda de un diminuto giróscopo que se encuentra dentro de la pluma que está en la mano de quién debe identificarse.

Antes, el documento dentro de un sobre –y si este sobre era lacrado y enviado con certificado de entrega– constituía un container de mensaje que garantizaba la confidencialidad y la seguridad de la recepción. Con la informática el aspecto material desaparece. Sólo hay impulsos eléctricos a la llegada. No hay manera de distinguir un impulso eléctrico «verdadero» de un impulso eléctrico «falso». Hay que recurrir a sobres, lacres y certificaciones inmateriales, es decir, lógicas.

Los mensajes son ahora encriptados. Complejos algoritmos parametrizados con claves secretas y públicas, correspondientes al emisor y al destinatario, permiten cumplir las funciones de autentificar el emisor, garantizar la imposibilidad de que sea interpretada por alguien que no sea el destinatario y dar seguridad al emisor de que el receptor lo ha recibido e interpretado.



Las tarjetas de crédito son instrumentos del crédito «revolving» para la adquisición de bienes de consumo.

Vioujard - Gamma



Firo Foto

Teclado de operaciones de un cajero automático.

Dentro de este nuevo escenario también cambia la manera de apropiarse del dinero ajeno. Ya no es necesario forzar cajas fuertes y acorazadas, atracar una oficina de entidad financiera o asaltar una furgoneta de transporte de fondos. Basta con forzar la entrada a un banco de datos, simular la identidad de un emisor con derecho a dar ciertas órdenes y el fraude permite trasladar el dinero inmaterial de un registro a otro. Actualmente, al final de este proceso, siempre se transforma el dinero en billetes. Es la manera de borrar la pista y pasar al dinero anónimo. En el futuro, si llegara a desaparecer la circulación de billetes, no sería tan fácil apropiarse del dinero ajeno sin que el rastro registrado no llevara a la identidad del delincuente.

La nueva relación con el cliente

Gracias a la informática la empresa cliente de una entidad financiera también puede tratar de una nueva forma sus contactos con ella y su manera de utilizarla.

Por ejemplo, el descuento de los efectos, que tradicionalmente implicaba generar estos documentos en impresos ad hoc, y luego transportarlos a un banco, se ha transformado en la obtención de un pequeño disco magnético, como subproducto del proceso de facturación, donde la entidad financiera leerá, con su propio ordenador, los efectos a descontar.

Con ello no solamente se evita el papeleo entre cedente de efectos y entidad financiera, sino que, además, elimina todo el trasiego de efectos entre oficinas y servicios centrales de cartera, entre las diferentes entidades financieras que se aplican estos efectos y, finalmente, entre los servicios centrales, oficinas y el propio librado.

Todo este proceso, encaminado al crédito para el circulante (importantísimo en estados como el español, francés o italiano) queda soportado con sólo instrumentos informáticos y de transmisión.

Otro dominio en donde la empresa cliente de una entidad financiera encuentra una nueva oportunidad de afinar su gestión es en la conducción del flujo tesorero.

Una empresa acostumbra tener contratadas diferentes cuentas de depósito a la vista, bien en una misma entidad financiera pero en lugares geográficamente distintos, bien en diferentes entidades financieras. Este caso puede llegar a ser notorio para una empresa multinacional, en la que se combinan la dispersión geográfica con el hecho de ser cliente de muchas entidades financieras.

Las cuentas de depósito a la vista por su propia función, están sometidas a un constante movimiento de fondos. Centenares o miles de operaciones diarias hacen evolucionar los saldos de manera continua. Una cuenta con saldo excedente o sobrado —y con un tipo de interés ridículo— es coetánea de otra con saldo deficitario y con un tipo de interés por descubierto importante.

Es aquí donde el cash management, tal como lo ofertan las entidades financieras, permite —a través del terminal situado en los locales de la empresa cliente— conocer los saldos y los movimientos que lo justifican, así como emitir las órdenes de traspaso necesarias para equilibrar la anterior situación.

Ello se ha hecho posible gracias a la red de teleproceso que interconecta los ordenadores de las entidades financieras y éstos, a su vez, con los terminales de las empresas clientes.

La habilidad de conocer situaciones —y sus causas— y de dar órdenes de cumplimiento casi inmediato permite, además, colocar los excedentes consolidados en el mercado del dinero. Los flujos tesoreros dejan de ser negocio para la entidad financiera y pasan a serlo para la empresa. Ello hace que la entidad financiera deba variar el negocio financiero por un negocio de servicio de agregación y transporte de datos.

La transformación de las entidades financieras

Este escenario, generalizado, es portador de consecuencias sumamente inquietante para las entidades financieras. Una de sus ventajas diferenciales era la red de oficinas que facilitaba el contacto con el cliente. Difícilmente una competencia que no dispusiese de infraestructura similar podía ofrecer un servicio equivalente, sobre todo en lo referente a las operaciones de cobro-pago que implicaban uso del papel.

Ahora es diferente. La informática, el teleproceso, dada su potencia y coste, permiten a una nueva competencia (grandes cadenas de almacenes, compañías aseguradoras, intermediarios financieros, etc.) ofrecer virtualmente los mismos servicios sin necesidad de disponer de una red capilar de oficinas. Los productos y servicios financieros pasan a ser distribuidos por cable.

Hasta aquí se han puesto de relieve sobre todo los cambios en la manera de usar y ver a la entidad financiera por el mercado y por los ciudadanos y empresas que constituyen sus clientes.

A continuación se focalizará la atención en los cambios más inherentes a la manera habitual de trabajar y actuar de los propios empleados de las entidades bancarias y financieras.

La parte más tradicionalmente operativa, en la que la dimensión de «industria» tramitadora de papeles era más evidente, está prácticamente desapareciendo.

La actualización manual de fichas de posición, primero en la oficina y después (repitiendo la tarea para verificar y centralizar) en un gran servicio central, ha desaparecido.

El truncamiento del cheque, que evita el desplazamiento físico de este documento, ha aportado la última contribución a su eliminación.

Los departamentos de cartera centralizada contribuyeron, aparte de su evidente economía de escala, a un uso intensivo del ordenador, eliminando un tratamiento disperso entre todas las oficinas de una entidad financiera. Sin embargo, continúa la tramitación diaria en parte manual y en parte automática, de decenas y centenas de millar de documentos. Sólo con la implantación del efecto formalizado en soporte magnético se da el gran salto hacia la eliminación del circuito de papel.

Otra causa que provoca importantes circuitos de papel es la domiciliación de recibos. Las empresas, generalmente de servicios, suministros de energía o agua, etc., ceden a las entidades financieras las facturas-recibo para que las presenten al cobro. Estos documentos transitan entre diferentes entidades financieras para llegar finalmente, vía postal, al domicilio de quien ha pagado dicha factura-recibo.

Con el teleproceso las entidades financieras pueden llevar a sus últimas consecuencias la lógica de una centralización de instrumentos informáticos.



Planeta - Logic



Montero - Aisa

Con los terminales de ventanilla se consigue la descentralización de los instrumentos comunicativos de entrada y salida.

A medida que las empresas suministran sus facturas-recibo en forma de registros sobre soporte magnético (generalmente cinta) todos los circuitos anteriores prácticamente se transforman en intercambio de cintas magnéticas. Tan sólo se genera un documento sobre papel en el último estadio, cuando la entidad financiera comunica a su cliente el cargo que le ha efectuado, adjuntándole el justificante.

Una consecuencia de la evolución anterior es la sustitución de los circuitos físicos de transporte y distribución de cintas magnéticas desde todas las entidades financieras hacia todas las entidades financieras, por un solo circuito que va desde cada entidad financiera a una central de proceso única y de ésta de nuevo a cada entidad financiera.

En esta central de proceso se procede a la ordenación de todos los registros que representan cheques, letras, efectos o recibos, por entidad financiera de destino. No hay necesidad de montar circuitos paralelos, como antes, para hacer lo mismo con los documentos reales.

El último estadio de esta evolución es la eliminación de los circuitos de transporte de cintas magnéticas y su sustitución por circuitos de transmisión de datos de gran velocidad, que interconectan los ordenadores centrales de las entidades financieras con el ordenador de la central de compensación.

La personalización de los clientes

Otra aportación relevante de la informática en la manera de trabajar de una entidad financiera es que ha devuelto la posibilidad de tratar a los clientes personalizadamente.

Antes, cuando una entidad financiera tenía relativamente pocos clientes (con una bajísima movilidad geográfica), con poquísimas oficinas (muchas veces una sola) y con prácticamente sólo dos productos (aceptar depósitos y conceder préstamos), la relación era personal, integrada, y el banquero conocía profundamente a la persona, tanto física como jurídica, que estaba detrás de la figura del cliente.

Con los años se pasó a la situación contraria. El cliente es, a nivel de los registros contables de la entidad financiera, un desconocido. Tan sólo se conoce a los titulares de los contratos (correspondientes a una gran variedad de productos y servicios) dispersos entre las múltiples oficinas de una amplia red.

Gracias a la conjunción del teleproceso, las bases de datos y la potencia a bajo coste del almacenamiento masivo es posible brindar a los actuales banqueros los elementos que hacían imposible a sus predecesores la visión integrada y personalizada del cliente.

El teleproceso ha permitido que cualquier contacto entre cliente y entidad financiera pueda inmediatamente ser registrado. Con ello se salva la situación, muy frecuente, de un cliente que utiliza diferentes oficinas de una misma entidad para mantener simultáneamente relaciones y contratos diferentes.

Las bases de datos permiten la creación de bancos de datos que se pueden explorar desde diferentes puntos de vista: es posible considerarlos como conjuntos de contratos que, consolidados, son las partes esenciales del balance de la entidad financiera o considerarlos como conjuntos de situaciones y operaciones asociados a un determinado cliente y que generan una minicuenta de explotación.

Dada la posibilidad de mantener continuamente accesibles estos bancos de datos, tanto para registrar la última operación como para consultar la situación, el responsable del cliente puede añadir fácilmente los datos cualitativos, referentes a la persona-cliente, a medida que establece contactos directos o los va conociendo a través de otros canales.

La conjunción de un conocimiento personalizado del cliente (registrado codificadamente en el banco de datos) y de su aportación marginal a los resultados de la entidad financiera permite una mejora cualitativa sustancial en dos frentes muy importantes.

Por un lado, se potencia la relación cliente-empleado de manera que la acción de venta pueda ser más eficaz. Por otro lado, el conocimiento del mercado y de su evolución por parte de un servicio central de marketing, le permite pasar de ser un mero seguidor de productos a un seguidor de segmentos de mercado. Huelga insistir en la eficacia potencial inherente a esta nueva manera de tratar estos dos frentes.

Control de riesgos

En el dominio de las operaciones activas, también la informática ha facilitado —y puede aún facilitarla mucho más— la manera de tratarlas.

En primer lugar, ha aportado la posibilidad de centralizar, dentro de un plazo válido y a un precio razonable, las situaciones de riesgo que las entidades financieras tienen con una determinada persona física o jurídica. Una central de riesgo, alimentada por cintas magnéticas procedentes de todas las entidades financieras y con posibilidades de consulta a su vez por cualquiera de ellas, constituye un factor relevante de cara al tratamiento de una determinada concesión de crédito.

Paralelamente, la conducta de un cliente en el sentido de atender puntualmente sus compromisos también es accesible —con la ayuda de la informática— por parte de una entidad financiera que debe estudiar una concesión de crédito.

Es indudable que la transparencia informática se convierte en un importante beneficio social en el sentido de la seriedad y de la eficacia tramitativa que siempre redunda, en último término, en un menor coste para el usuario-consumidor final.

Un ejemplo concreto ilustrará plenamente la anterior manifestación. La financiación de la compra de un bien o servicio que realiza el propio usuario final puede hacerse a través del préstamo que éste solicita a una entidad de crédito, bien directamente, bien indirectamente a través del propio vendedor. En cualquier caso, un factor muy relevante para el atractivo comercial de la operación es la rapidez en estudiar el caso y en conceder —o denegar— el crédito.

En esta situación, el vendedor, usando a la entidad financiera, puede contar con una decisión casi instantánea. Por un lado, con la identidad del comprador es posible consultar inmediatamente su riesgo consolidado y su morosidad. Por otro lado, su situación socio-profesional, sintetizada en unas cuantas variables significativas, permite aplicarle una técnica llamada de *credit-scoring* que puntúa el caso. Si, además, quien solicita el crédito es cliente de la entidad financiera, el nivel de conocimiento es aún superior e incluso puede hacer innecesaria la solicitud de los datos personales.

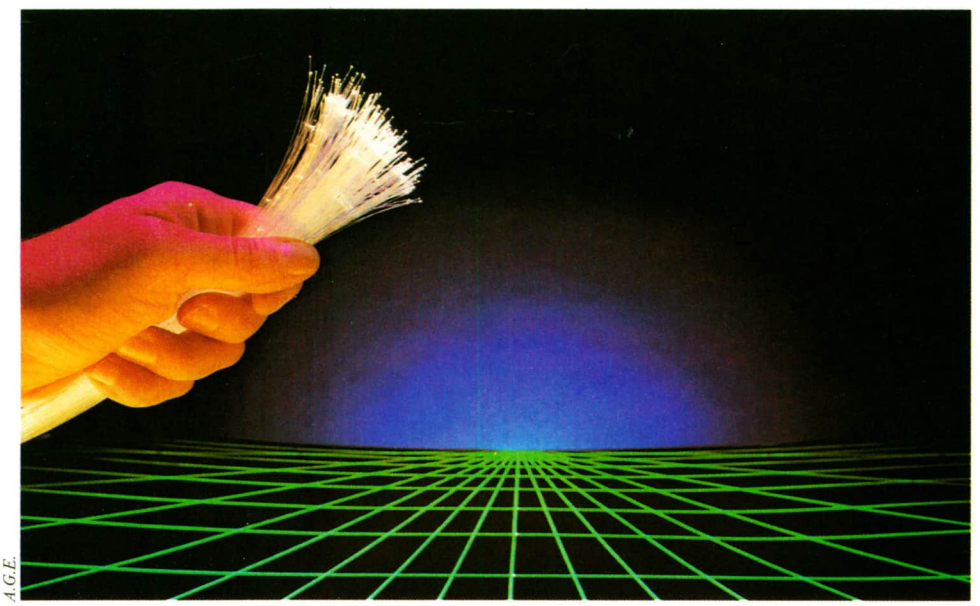
La consecuencia final del proceso es la posibilidad de otorgar o denegar una operación activa con un riesgo suficientemente reducido y en un lapso de tiempo tan corto que las tres partes —cliente, vendedor y entidad financiera— salen beneficiadas.

Los sistemas expertos y las entidades financieras

En un dominio colindante al anterior está apareciendo, gracias al soporte informático, una nueva herramienta que aportará nuevos refuerzos a la actuación asesora e informadora de la entidad financiera. Se trata de los sistemas expertos.

Un sistema experto permite registrar el conocimiento adquirido por el especialista humano a lo largo de su vida profesional y almacenarlo en un soporte informático. Una situación, caso o planteamiento —referente a la especialidad

El conductor de luz, la fibra óptica, ha venido a sustituir al conductor de electricidad.



A.G.E.

del experto— será analizada por éste y formulará un diagnóstico o recomendará una actuación.

El sistema experto (ordenador más programa) simula el razonamiento que haría el experto humano y emite, en principio, el mismo diagnóstico o recomienda la misma actuación.

Para una entidad financiera el sistema experto puede utilizarse para almacenar el conocimiento de varios especialistas en tratar operaciones activas y así potenciar el proceso antes descrito para la concesión masiva y rápida de préstamos.

El sistema experto puede utilizarse asimismo para almacenar el conocimiento y experiencia de especialistas en patrimonios, en asesoramiento fiscal o en inversiones y constituir una «prótesis» que potencie la actuación de muchos empleados que informan y aconsejan a una gran cantidad de clientes.

Autoservicio bancario

Para el contacto comercial entre un cliente y un empleado de una entidad financiera se ha considerado, hasta ahora, imprescindible la presencia física del segundo. Sin embargo, el folleto publicitario explicativo ha sido utilizado también como un instrumento portador de contacto comercial, aunque se trate de un instrumento que sufre importantes limitaciones, como la imposibilidad de entablar diálogo y ofrecer animación visual. La posibilidad de registrar imágenes y secuencias animadas y parlantes en un videodisco aporta un nuevo soporte para el contacto comercial.

La conjunción del videodisco —que permite un acceso selectivo a una gran variedad de imágenes fijas y animadas—, el microordenador y una pantalla catódica constituye un instrumento de comunicación capaz de simular con una

El almacenamiento de todos los datos de una entidad financiera en discos accesibles «on line» es una realidad.



Arch. Planeta

A.G.E.



Con las nuevas aplicaciones de la informática las entidades financieras mantienen la posibilidad de tratar a sus clientes de manera personalizada.

notable aproximación un buen número de los diálogos que se establecen en los contactos comerciales.

Este instrumento puede ofrecer, en régimen de autoservicio, las mismas prestaciones operativas que el cliente de una entidad financiera encuentra en el mostrador o ventanilla de la oficina tradicional.

Además puede presentar la oferta de los productos y servicios de la entidad financiera, conjugando el rigor expositivo del folleto, la posibilidad del diálogo del empleado y la paciencia y discreción de todo autómata.

Si además se suma a este autoservicio la potencia asesora del sistema experto antes descrito, se obtiene un elemento clave para la aparición de una nueva protagonista en el escenario de la red distribuidora de las entidades financieras: la oficina automática.

Una oficina en donde varias estaciones de autoservicio, tanto de operación como de oferta comercial, convivirán con una o varias estaciones de entrega-recogida de dinero (dinero que ya no aparecerá en forma de billete, sino en forma de cargas y descargas de un monedero electrónico que será el descendiente directo de las actuales tarjetas con chip incorporado). En estas oficinas muchas veces no habrá ningún empleado, y cuando el empleado o los empleados estén presentes será tan sólo para realizar una tarea de asesoramiento y de ayuda. Sumando a estas nuevas oficinas los terminales en el punto de venta, los terminales domésticos, los antes citados monederos electrónicos y una extensa, potente, rápida y barata red de transmisión de datos, se obtiene un escenario cuyo telón acaba prácticamente de levantarse.

Bolsa de valores

La expansión de la inversión bursátil durante la década de los años sesenta, paralela al aumento de la capacidad de ahorro de las familias posibilitado por el crecimiento de la economía, y el desarrollo experimentado por las instituciones de inversión colectiva durante la segunda mitad del decenio, produjeron tensiones en el funcionamiento del mercado, producto de las rigideces que suponía la manipulación de un creciente número de órdenes y de los volúmenes de títulos negociados.

De acuerdo con la organización vigente en aquel momento, cada compraventa ejecutada, suponiendo la pasividad del dador de la orden en el circuito, comportaba, desde el levantamiento del depósito del vendedor hasta la constitución del nuevo depósito para el comprador, un tránsito de los títulos durante el cual se repetían hasta siete veces operaciones de anotación y control de numeraciones y títulos. Este laborioso proceso provocó un creciente retraso en la liquidación de operaciones, incompatible con la agilidad que requiere el tráfico bursátil, y que supuso una amenaza de colapso del mercado.

El fenómeno se ha repetido en la historia moderna de las bolsas más activas del mundo, y en su momento obligó, en cada una, a la búsqueda de soluciones de futuro. En todos los casos, el camino se ha encontrado por la vía de la informatización de los procesos bursátiles y ha supuesto una verdadera revolución, que afecta a la propia concepción del mercado.

Para la Bolsa de Barcelona, el momento crítico se produjo a principios de la década de los años setenta.

Los primeros pasos

Los primeros pasos en la vía de la informatización de la Bolsa de Barcelona se dieron en el control de la liquidación, a partir de la publicación e introducción en el ordenador de la información diaria de las operaciones de bolsa. En los diseños iniciales se tomó como eje, sobre el cual gira toda la información diaria sobre las operaciones bursátiles, la cotización de los títulos registrada durante la sesión de contratación. Este diseño debía permitir, en aplicaciones informáticas sucesivas: desarrollar procesos para la información diaria sobre el mercado; elaborar estadísticas para períodos temporales distintos (diarios, semanales, mensuales y anuales) sobre la contratación bursátil; documentar por proceso informático todas las fases de las operaciones bursátiles (albarán de liquidación, para compradores y para vendedores, vendís, notas de entrega para acompañar a los títulos en el circuito de liquidación, pólizas y estados de liquidación de agentes, entidades financieras y de control de la Junta Sindical), y confeccionar los registros de operaciones.

No obstante, subsistía el problema del voluminoso trasiego diario de títulos. En realidad, durante la segunda mitad



Sala de contratación en la Bolsa de Nueva York.

A.G.E.



Firo Foto

Sala de transacciones en la Bolsa de Hong Kong.

de la década de los años sesenta, se habían elaborado proyectos (proyecto Cailide) basados en la experiencia del Sicovam francés, instaurado a finales de los años cuarenta, fundamentado en la inmovilización de los títulos, mediante el redepósito en un organismo interprofesional, el Sicovam, que actúa como centro de compensación de títulos entre las entidades depositarias en la liquidación de operaciones de bolsa. El llamado *Nuevo sistema de liquidación y compensación de operaciones en Bolsa y de depósito de valores mobiliarios*, instaurado a partir del Decreto 1128/1974, de 25 de abril, y O.M. de 20 de mayo del mismo año, permitió una gran simplificación del proceso de liquidación de las operaciones bursátiles y, paralelamente, del régimen de depósito de valores mobiliarios, por parte de las entidades depositarias.

Aunque el modelo español, tal como se ha indicado, está inspirado en el Sicovam francés, no requiere la existencia de un centro de redepósito para efectuar la compensación sin desplazamiento de títulos. En el caso del modelo español, creado en una fase más avanzada de la informática, el redepósito queda sustituido por el control informático de las numeraciones de los títulos incorporados al sistema por un servicio conjunto de las bolsas, el servicio de coordinación de las bolsas españolas y de las cuentas de títulos de las entidades depositarias por las Juntas Sindicales. La compensación de los saldos de las cuentas, mediante entrega-recepción de títulos en lotes normalizados, se efectúa una vez al mes. A partir de la implantación de este sistema muchas emisiones se efectúan en títulos múltiples, e incluso permite en el futuro la posibilidad de supresión del título físico, totalmente sustituido por el control de numeraciones y cuentas de títulos, o por certificados en el supuesto de inversores que no deseen mantener los títulos en depósito.

Una vez completada la fase de liquidación y depósito, el proceso de informatización prosiguió principalmente en las áreas de: información, con la creación de un banco de datos que incluye los balances y cuentas de resultados de las empresas, comportamiento bursátil de las acciones y las obligaciones y condiciones de las emisiones de obligaciones; publicación de las operaciones de bolsa por teleproceso, desde terminales instalados en los despachos de agente conectados con el ordenador central; proceso contable de los despachos de agente; organización de un sistema de gestión de depósitos de los clientes de los despachos; transmisión de información de las cotizaciones de bolsa en tiempo real, y contratación informatizada de activos del mercado monetario.

Paralelamente a los avances en la informatización, se han ido abriendo nuevas espectativas para el futuro. En la actualidad se contemplan dos áreas de trabajo que suponen una revolución superior a lo que la informatización ha supuesto en las áreas de organización, información, administrativas y de gestión, ya que imponen la superación del concepto bolsa como unidad de mercado, por la rotura del esquema temporal y espacial en que históricamente se han desarrollado las bolsas. Se trata de la informatización de la contratación bursátil y de la conexión entre las bolsas para el intercambio de información sobre el mercado por vía telemática.



Koch - Firo Foto

Departamento de valores del Swiss Credit Bank, de Zurich.

Información total de la contratación

Aunque durante algún tiempo se preconizó la contratación informatizada como fórmula del mercado del futuro, hoy las ideas no están claras sobre lo que realmente vaya a ser este futuro.

Hay una exigencia de concurrencia de órdenes de signo distinto para que, con su confrontación, se forme el precio de mercado lo más ajustado posible a los flujos de la oferta y la demanda. En la actualidad se piensa que esta confrontación podría debilitarse con una informatización total de la contratación.

En todo caso, la mecanización de la contratación es un proceso que actualmente se halla en marcha, si bien, en general, se limita a los valores con menor liquidez, es decir, para aquellos en que la confrontación de posiciones es una abstracción teórica en la realidad, y para los que puede mejorar la liquidez si las posiciones quedan manifiestas en lo que se denomina *mercado continuo* al cual se puede acceder en cualquier momento durante la celebración de la sesión bursátil. En definitiva, la doctrina del momento es la de mantener la confrontación de órdenes para la formación del precio mediante la concentración de operaciones en un espacio reducido de tiempo para los valores más activos de la bolsa, y establecer el mercado continuo prolongado en el tiempo para los menos activos.

La segunda área, la conexión informática en tiempo real entre las bolsas, constituye el proyecto más ambicioso del futuro. En realidad esta conexión está ya en marcha entre algunas bolsas de Australia, Canadá y Estados Unidos. En Europa se ha iniciado un proyecto con el nombre de I.D.I.S., que debe desarrollarse en tres fases: la primera, ya iniciada, de intercambio de información; la segunda debe permitir las operaciones entre bolsas, y la tercera, realizar la liquidación de las operaciones.

Este proceso cambia el concepto de bolsa, en la medida en que cada una tenga capacidad para conectarse, y se conecte, en la red de comunicaciones. La interconexión de las bolsas a nivel de operación significará la participación de cada unidad en un gran mercado internacional de valores, en el que las mejores posiciones de oferta y demanda para los clientes podrán ser decisivas. De hecho, la liquidez dejará de ser una cuestión local para la inversión en valores que coticen en varias bolsas, ya que la proporcionará un mercado integrado por las bolsas en que el valor en cuestión esté admitido a cotización.

En este contexto de relaciones y comunicaciones interbursátiles, difícilmente podrán subsistir las bolsas que permanezcan en su condición única de mercado local, por falta de oferta de alternativas a los usuarios, que con toda seguridad preferirán las ventajas de un mercado internacional integrado en el que pueda adquirirse, o liquidarse, cualquier tipo de activo bursátil.

Tarjeta chip

La criptografía y las tarjetas inteligentes

Las tarjetas se han convertido en una sofisticada llave de acceso a múltiples servicios y entornos; entre ellos cabe destacar cuentas bancarias, servidores de mensajes, bases de datos y espacios de alta seguridad. Por este motivo, en círculos especializados se han desarrollado actividades fraudulentas tales como duplicación, modificación y creación de tarjetas, para obtener o alterar informaciones confidenciales. Es la ciencia, junto con la tecnología, la que ha de ofrecer soluciones a este problema que ella misma generó.

El condicionante principal de la sociedad actual es la necesidad de manipular grandes volúmenes de información de acceso rápido y sin que ello obligue a desplazarse a los centros en que ésta se encuentra físicamente. El factor energético ha quedado en segundo plano. Estamos inmersos en la era de la información.

El nacimiento de la telemática, potente alianza entre las telecomunicaciones y la informática, sentó las bases que han posibilitado la aparición de nuevas tecnologías para potenciar este cambio.

En la actualidad, los ordenadores como servicio local son una herramienta muy limitada, pues para obtener resultados efectivos necesitan manejar gran cantidad de datos que, en la mayoría de los casos, no se encuentran en el lugar en que está ubicado el sistema. Es totalmente imprescindible, por lo tanto, disponer de herramientas mediante las cuales un ordenador pueda acceder a los datos requeridos para la aplicación que está ejecutando. Esto se ha conseguido mediante las llamadas redes de teleproceso, que, utilizando la red telefónica como medio de transporte, permiten establecer comunicaciones entre diversos equipos informáticos.

Aunque en principio las ventajas de la telemática sólo se dejaron notar a nivel de potentes entidades, ya fueran públicas (universidades, servicios gubernamentales) o privadas (bancos o multinacionales), no tardó en aparecer una amplia gama de servicios destinados a uso particular.

El servicio más extendido en España es el llamado *cajero automático*, terminal operativo bancario que ofrece la posibilidad de disponer de dinero en efectivo a cualquier hora y prácticamente en cualquier lugar. También está en auge la aplicación de la informática distribuida a nivel de puntos de venta de las cadenas comerciales, agencias de seguros, reservas de billetes, concesionarios, etc., y se espera que próximamente entren en funcionamiento servicios ya existentes en otros países, como servidores de mensajes, fuentes de documentación, y teléfono con recargo automático,



Las tarjetas con su enorme diversidad y especialización, se han convertido en llave de acceso a múltiples servicios.

Liaison - Gamma



Zardoya

El cajero automático es un terminal operativo bancario que ofrece la posibilidad de disponer de dinero en efectivo con cargo en cuenta o a crédito.

entre otros. Los servidores de mensajes consisten en un equipo informático conectado a la red, capaz de operar como guía de mensajes escritos entre dos terminales operativos, de forma que si ambos están activados, da paso a un intercambio de mensajes en tiempo real, mientras que si el receptor no está disponible, el servidor almacena el mensaje en espera de conexión. Las fuentes de documentación son gestores de bases de datos de temas específicos, cuyo acceso pude ser, como en el caso anterior, libre o restringido. Por último, el teléfono con recargo automático permite efectuar una llamada desde cualquier teléfono público, cargando el importe en la propia cuenta del abonado.

El hecho de que estos servicios, que comparten una misma red física, estén al alcance del gran público plantea la cuestión del control de acceso e identificación del usuario; ambos procesos requieren tanto dispositivos físicos como sistemas lógicos. El dispositivo físico que, cumpliendo ambos requisitos, está más extendido, es la llamada tarjeta personal de banda magnética. Su funcionamiento es paralelo al de las cintas de audio: la información se registra magnéticamente en una superficie impregnada de partículas microscópicas de óxido de metal (hierro, cromo) que mediante campos electromagnéticos quedan orientadas de forma reconocible por una lectora. Sirve para validar tanto al usuario como a la operación que éste pretende realizar, mediante una comparación de los datos leídos en la tarjeta con los introducidos manualmente.

Si bien en un principio esta técnica ofrecía altas garantías de seguridad, la gran difusión de la microinformática y el extendido conocimiento sobre los equipos electrónicos usuales de lectura-grabación de cinta, han permitido la accesibilidad a los sistemas y, por tanto, les han dejado al alcance de intenciones fraudulentas.

Estimaciones recientes aseguran que, disponiendo de un microordenador tipo Apple y dos lectoras de cinta, es posible conseguir falsificaciones de gran calidad por algo menos de cinco mil pesetas por tarjeta. Cabe plantearse si la primera intención de un acto de estas características es el lucro o bien la demostración de que ciertos sistemas son vulnerables. Ambas posibilidades ofrecen, sin duda, un considerable atractivo.

Los datos publicados al respecto en Estados Unidos (1985) aportan cifras realmente significativas: mientras que los robos de tarjetas han supuesto unas pérdidas de quinientos millones de dólares, los fraudes por falsificación se estiman ya en doscientos millones de dólares. En el mismo

año, Francia admite que un 0,15 % de las operaciones efectuadas mediante tarjeta fueron fraudulentas, lo que se traduce en una pérdida de ochenta millones de francos.

El láser impide las reproducciones

La respuesta tecnológica no se ha hecho esperar. En la actualidad se han tomado dos posturas conceptualmente diferentes: cambiar el tipo de información a almacenar, conservando como soporte la banda magnética, o sustituir ésta por soportes tecnológicamente más avanzados.

En el primer caso se ha pensado en representar en la banda magnética características muy personales del usuario, como pueden ser el trazado de la firma (incluidos los factores de velocidad y presión), las diversas características de la voz (tono, timbre usual) y factores sofisticados como las huellas digitales y la estructura de la retina. Si bien almacenar este tipo de información no supone una excesiva dificultad, sí en cambio resulta problemático el diseño de los equipos captadores de estas características. Los lectores de firmas utilizan 40 bits para su representación, lo que supone un máximo de 240 firmas diferentes posibles. Este método, diseñado en el Stanford Research Institute, está ya comercializado y en uso, en instituciones tan importantes como la banca nacional mejicana. Los métodos de reconocimiento puramente fisiológico, como las huellas digitales y la retina, suponen una mayor fiabilidad, incluso teniendo en cuenta que sólo una parte de la huella o de la retina es analizada, pero encarecen enormemente las unidades identificadoras. El uso de este tipo de tarjetas se limita a lugares de acceso altamente restringido, como centrales nucleares o instalaciones militares.

En cuanto a nuevos soportes, se ha pensado en utilizar tecnología láser para representar la información, ya sea vía hologramas, como en las tarjetas utilizadas en Gran Bretaña para servicios telefónicos, o mediante técnicas similares a las empleadas en los discos ópticos, cuyo resultado más avanzado es la carta Drexler. Ésta se basa en la perforación (0,5 micras) mediante láser de una superficie de drexón, material polimérico de baja temperatura de fusión. Su lectura se efectúa midiendo la intensidad de la luz reflejada, que varía según el estado de la superficie. La capacidad de almacenamiento es elevadísima: en caso de utilizar toda la superficie de la tarjeta se alcanzan los 40 millones de bits, lo cual, frente a los 1 700 bits de las tarjetas magnéticas, supone un importante avance. La tarjeta puede considerarse un elemento de archivo personal y puede contener el equivalente a ochocientas hojas de papel impreso. Este modelo ha sido elegido por la entidad estadounidense Maryland Blue Cross para almacenar los registros médicos de pacientes. Se espera que en dos años la empresa llegue a distribuir cerca de dos millones de tarjetas con este propósito.

Es evidente que tanto materiales como equipos necesarios para el almacenamiento y la lectura de la información se encuentran única y exclusivamente en sofisticados laboratorios y, debido a la reciente aparición de las tecnologías que involucran el láser, son pocas las personas capacitadas para entender y, posteriormente, implementar un dispositivo de estas características. Puede afirmarse que la copia y manipulación de estas tarjetas es prácticamente imposible. Otro factor importante es el coste de los terminales de lectura que, aun siendo elevado, está por debajo de los «reconocedores» de huellas digitales y de retina.

A pesar de estas importantes ventajas hay que tener en cuenta que la actualización de los datos, una vez registrados, sin dañar el material de soporte aún es del dominio de la investigación. Para paliar este inconveniente, han aparecido tarjetas mixtas, con una superficie de drexón y una pista magnética. También debe considerarse la posibilidad de problemas de lectura debidos a la acumulación de partículas en la superficie perforada.

Los cajeros automáticos se utilizan mediante las tarjetas de banda magnética.



Firo Foto



Maous - Gamma

Con un equipo informático reducido es posible conseguir falsificaciones de bandas magnéticas de gran calidad.

Las características de las tarjetas láser las hacen útiles para el control de acceso a ordenadores o a espacios de alta seguridad, pero no tienen aplicación práctica cuando es imprescindible que conserven información de las operaciones efectuadas, como es el caso del saldo diario en los accesos a cajeros automáticos.

¿Tarjeta u ordenador?

La integración de circuitos a gran escala (VLSI) ha supuesto un verdadero avance en la concepción de un modelo de tarjeta que, en relación con la tecnología actual, puede considerarse casi perfecto.

A mediados de los años sesenta se construyeron los primeros circuitos integrados. Desde entonces, la principal inquietud en este campo ha sido el aumento del número de componentes sin que esto repercuta en el tamaño del circuito. A principios de los años ochenta Hewlett-Packard integró 450 000 componentes en una pastilla de silicio de 40 milímetros cuadrados y tiene ya previsto un circuito del mismo tamaño con 800 000 componentes. Todos estos logros han posibilitado la aparición de las llamadas tarjetas inteligentes, formadas por una placa de plástico en la que se inserta un chip que contiene un microprocesador y una pequeña unidad de memoria. Es el propio chip, a través de su programa almacenado, quien efectúa las comprobaciones de identidad del usuario, a la vez que actualiza su memoria en función de las operaciones realizadas. De esta forma, tanto el ordenador central de la red de servicios como el terminal de lectura ahorran gran cantidad de operaciones, búsquedas y registros de datos. La construcción masiva de estas tarjetas reduce enormemente su coste.

El grado de dificultad que presenta la reproducción de una de estas tarjetas es equivalente al de las que usan tecnología láser, puesto que son diseñadas utilizando las más avanzadas técnicas VLSI. El proceso consiste en realizar las máscaras del circuito que implementa, vía hardware, el programa que debe ejecutar el microprocesador y, seguidamente, grabar el circuito, usando técnicas fotolitográficas, sobre una oblea de silicio tratada químicamente. La alimentación del chip la suministra el terminal donde se introduce la tarjeta. Un requisito fundamental es que el microprocesador y la memoria deben ocupar un espacio común, pues el intercambio de información entre ambos es detectable y, con ello, deducible el programa de funcionamiento.

Este sistema está ampliamente difundido en Europa. En Francia, por ejemplo, se calcula que a finales de 1986 había en circulación 12 millones de tarjetas inteligentes; se utilizan la *Télécarte* con el chip Eurotechnique (Thompson), la tarjeta *La poste* con un microprocesador Motorolax y la *Télécom*. En Estados Unidos, la tarjeta *DataTag*, con hasta 64 K de memoria, es la más extendida; se usa en el ejército, para control de tropas, y en empresas de control y suministro de productos.

Protección de los periféricos y la línea

La tarjeta inteligente ofrece unas garantías de seguridad altamente elevadas si, al hablar de fraude, se piensa únicamente en operaciones efectuadas sobre la propia tarjeta. No obstante, el sistema en su globalidad continua siendo vulnerable. Sus puntos débiles son los periféricos y la línea de comunicación.

Respecto a los periféricos, un método muy usado para acceder al trasvase de datos entre el terminal y la línea de comunicación es la inclusión de subprogramas en el gestor del periférico de lectura. Estos subprogramas controlan las componentes de la lectora, ordenándoles que desvíen la información que pasa por ellas hacia zonas de memoria directamente controlables por el programador; una vez obtenida esta información, el mismo subprograma la reen-

vía a la línea, manipulando de la misma manera la respuesta que ésta devuelve al periférico. Si se tiene en cuenta que, por ejemplo, en Francia la PTT ha distribuido gratuitamente unos 800 000 periféricos (conocidos como Minitel) entre los usuarios de su red, y que desde ésta puede accederse a las restantes redes europeas (Transpack, Iberpac, etc.), cabe la posibilidad de usos fraudulentos de esta índole. La necesidad de controlar directamente el hardware del periférico restringe enormemente el círculo de posibles «piratas»; no obstante, una vez construido el programa, ¿cómo detener su difusión?. Otro método, más sofisticado quizás en cuanto a material, pero no por ello menos posible, es captar las emisiones de radio producidas en los diferentes componentes del periférico mediante un receptor de radio modulado a la frecuencia adecuada. La única respuesta posible a estas acciones es construir la coraza del periférico con materiales antirradiación; esta técnica se ha aplicado en el ejército francés, que ha adquirido los equipos Alfaskop 41 de Ericsson.

El otro punto débil de un sistema de comunicación es la línea de transmisión. Sólo conociendo el protocolo de comunicación, normalmente standard y público, es fácil extraer la información que circula por una línea. Si además se dispone de un terminal acoplado a ésta, averiguar el funcionamiento de una conversación periférico-ordenador central, para posteriormente reproducirla convenientemente modificada, es sólo una cuestión de tiempo.

Planteada la problemática en estos términos, es preciso hallar un sistema que, a la vez que proteja la información asegurando su privacidad, permita identificar al usuario de la red, esto es, autentificar la información que circula por ella. Los criptosistemas de clave pública, como el RSA, reúnen estas dos condiciones, puesto que permiten la signatura digital de los mensajes mediante la clave privada del emisor y la protección de la información durante la comunicación mediante la clave pública del receptor.

El servicio de mensajes de alta seguridad *Télécam* francés es un ejemplo de aplicación práctica del RSA. El acceso a este servicio se efectúa mediante tarjetas inteligentes, cuyo chip contiene en la memoria ROM la clave privada del usuario (D), a la vez que el procesador está configurado con el algoritmo de encripción/decripción RSA. El servidor de la red posee las claves públicas de todos los usuarios (E), de forma que si el usuario 1 desea enviar un mensaje M al usuario 2, en primer lugar la tarjeta calcula D1(M), pide al servidor la clave E2 y calcula E2(D1(M)) enviándolo al servidor, quien gestiona la comunicación con el usuario 2; cuando éste reciba el mensaje, el microprocesador de su tarjeta calculará D2(E2(D1(M))) = D1 (M) y, para autentificar el mensaje, pedirá E1 al servidor para obtener E1(D1(M)) = M. La combinación del criptosistema RSA y la tarjeta inteligente cubren cualquier hueco que pueda ofrecer el uso de una red de teleproceso.

El único inconveniente que aparece ante una solución de este tipo es independiente tanto de la red como de la tecnología. Son los servicios de inteligencia gubernamentales quienes se oponen al uso de claves suficientemente potentes como para preservar totalmente la privacidad y la autenticidad de la información. Por ejemplo, en Estados Unidos, el RSA sólo está permitido en aplicaciones estrictamente militares; en el ámbito comercial se utiliza otro

Maous - Gamma



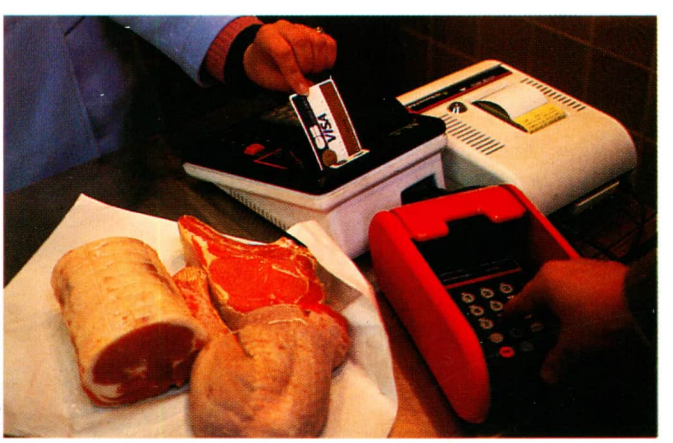
Las llamadas tarjetas inteligentes están formadas por una placa de plástico en la que se inserta un chip que contiene un microprocesador y una pequeña unidad de memoria.

conocido método criptográfico, el Data encription system (DES), restringido además a claves de sólo 56 bits, cuando en realidad la tecnología permite adaptarlo a claves de 92.

Al igual que hace diez años las tarjetas de banda magnética ofrecían unas prestaciones suficientes para garantizar tanto la seguridad como el correcto funcionamiento de una red de teleproceso, no es de extrañar que en la próxima década se hable de la combinación tarjeta inteligente-criptografía como de una solución adecuada a una época ya olvidada, pero insuficiente a causa de los avances que en estos próximos años, con toda seguridad, experimentarán las nuevas tecnologías. Sin ir más lejos, el RSA quedará obsoleto cuando existan algoritmos no exponenciales capaces de descomponer cualquier número en el producto de sus factores primos.

En las llamadas tarjetas inteligentes es el propio chip, a través de su programa almacenado, el que efectúa las comprobaciones de identidad del usuario a la vez que actualiza su memoria en función de las operaciones realizadas.

Viouard - Gamma



Telemarketing

El concepto de marketing ha ido cobrando amplitud con el transcurso de los años, incluyendo aspectos que inciden prácticamente en todas las áreas de la empresa y el entorno en que ésta se mueve (clientes, proveedores, concurrencia, instituciones).

La entera concepción de la empresa ha pasado de estar orientada a la producción, a estar orientada al marketing. Antes, el empresario se planteaba el problema de cómo vender lo que fabricaba. Ahora, la cuestión se halla en conocer lo que el mercado compraría para, a continuación, fabricarlo. Un caso límite de este enfoque es el de un autor norteamericano de libros sobre cómo triunfar en la vida, quien puso un anuncio de un libro que, por el momento, existía sólo en su imaginación; únicamente en el caso de que el número de pedidos fuera suficiente, se animaría a escribir el libro.

Venta por correo en Francia: una empleada de la empresa «Les Trois Suisses» procesa los pedidos recibidos por teléfono y los transmite al almacén, para su cumplimentación.



Zardoya

La venta puerta a puerta

El contacto personal, directo, persona a persona, ha existido, existe y existirá siempre. No obstante, en la vida moderna, este recurso se está convirtiendo en muy caro, por lo que debe aplicarse selectivamente, ya que en muchos casos deja de ser soportable económicamente, y queda, por tanto, fuera de mercado.

Enumeremos algunos factores que han incidido en el extraordinario incremento del coste de las visitas comerciales: los salarios han subido notablemente; la circulación en las áreas metropolitanas se está densificando, con el consiguiente aumento en los tiempos de desplazamiento, y, por tanto, pérdida de productividad; el coste de los aparcamientos aumenta. La incidencia simultánea de estos factores ocasiona un aumento exponencial del coste por visita y, en consecuencia, del coste por pedido.

Si observamos la evolución del tema en Estados Unidos, por tomar un ejemplo de sociedad organizativamente más avanzada, encontramos totalmente confirmadas las anteriores tendencias, las cuales se van acentuando día a día. Puestos a no tener, muchas ciudades del Sur y del Oeste de Estados Unidos, no tienen ni calles, y no existen facilidades para las visitas personales no concertadas previamente.

Comparando técnicas de visitas personales con ventas por teléfono, se observa que el número de visitas posibles y el coste está aproximadamente en una relación de 10 a 1 (alrededor de 20 000 posibles contactos telefónicos por persona y año contra tan solo 2 000 por vendedor de calle y año).

Distribución de tiempos en la venta puerta a puerta

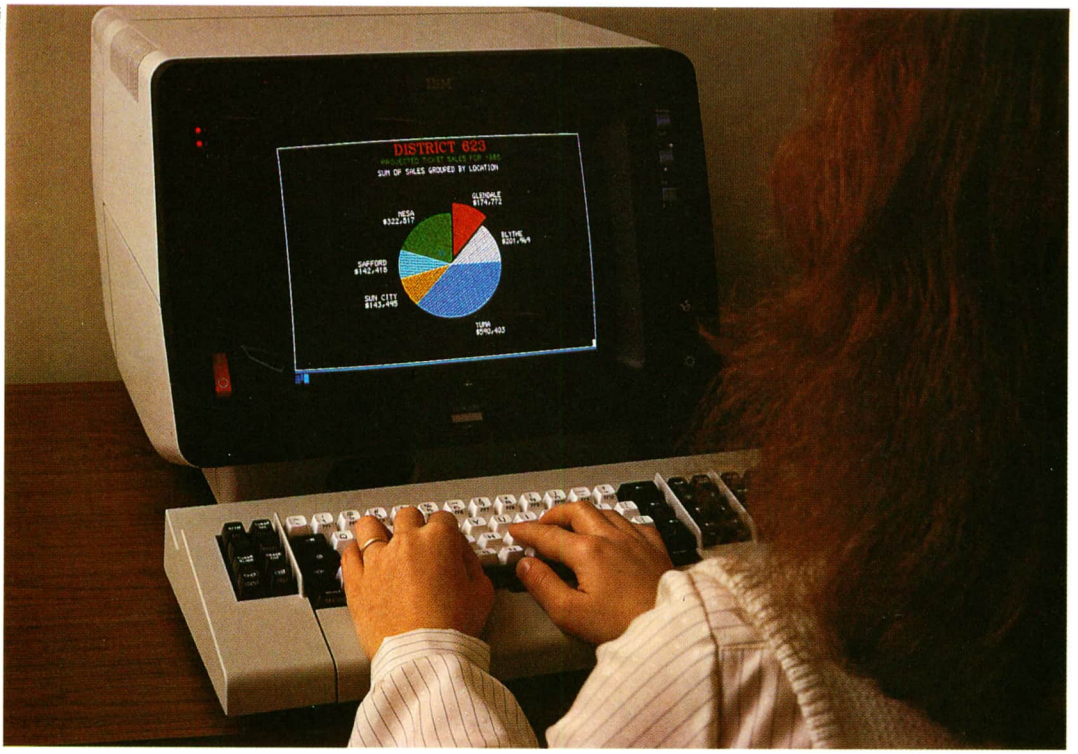
Es importante cuantificar al máximo en qué pasa el tiempo el vendedor ambulante, ya que, según frase tópica española, el tiempo es oro, o, ajustándola a los tiempos modernos y a su versión americana, el tiempo es dinero.

Disponemos de datos resúmenes de estudios efectuados en Alemania, procedentes de diversas fuentes, de los que podemos obtener la siguiente tabla de distribución de tiempo:

Viaje	35 %
Charla	8 %
Control inventario cliente	8 %
Venta	17 %
Administración	7 %
Descansos	10 %
Esperas	15 %
Total	100 %

Obviamente, estos porcentajes pueden variar mucho en función del sector, país, densidad de población y tráfico, pero en cualquier caso indican claramente que sólo se aprovecha directamente una sexta parte del tiempo contratado. Para algunos sectores tales como visitadores médicos, los porcentajes son aún peores.

A.G.E.



La aplicación de la informática a los estudios de mercado es de una gran ayuda tanto en rapidez y exactitud en la obtención de datos como en la posibilidad de analizarlos posteriormente.

Al ser necesario aproximadamente el mismo tiempo para obtener un pedido pequeño que para obtener uno grande, se plantea la cuestión de si únicamente es rentable ir a buscar estos últimos, y, en definitiva, de si los pedidos grandes están subvencionando a los pequeños.

Control de la fuerza de ventas

La informática puede utilizarse para canalizar y controlar esta fuerza de ventas de alto coste. A través de la informática es posible analizar la rentabilidad por vendedor, medir la eficacia de las visitas, pulsar las motivaciones y opiniones del cliente y planificar próximas visitas.

Vemos que la informática tiene aquí un uso que puede ser alternativo. Sustituir o complementar la venta puerta a puerta, en función de los costes y expectativas de ambos planteamientos.

Estudio de mercado

Antes de invertir grandes sumas en la fabricación o lanzamiento de un producto es a todas luces aconsejable efectuar un test de aceptación por parte del mercado.

Intervienen aquí técnicas estadísticas sobre cómo seleccionar muestras válidas, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, y de cómo tener una fiabilidad suficiente de los resultados obtenidos sin tener que soportar el coste de un exagerado número de encuestas.

La informática ayuda a analizar los resultados de estas encuestas, a correlacionar respuestas y a extraer conclusiones válidas. Ello es especialmente cierto en las preguntas «cerradas», aquellas en que las posibles respuestas están prefijadas y se trata únicamente de optar por una de ellas (marcar crucecitas en recuadros).

Imaginemos una lista de cincuenta preguntas cerradas, cada una de las cuales presente como respuestas posibles, y supongamos que hemos pasado el cuestionario a dos mil personas. Si deseamos obtener los resultados de las preguntas tomadas individualmente, tenemos 50 análisis posibles; si los tomamos dos a dos, 1 225 análisis posibles, y si los tomamos tres a tres 19 600 análisis posibles. Tendremos, con toda seguridad, más combinaciones que tiempo para analizarlas.

El ordenador es una gran ayuda, tanto en rapidez y exactitud en la obtención de datos como en la posibilidad de analizar a posteriori una combinación de opciones no contemplada inicialmente.

Podemos así obtener unas conclusiones más objetivas, y por tanto más científicas, sobre las preferencias, motivaciones y comportamientos de nuestro mercado potencial.

Estadísticas de ventas

Con las modernas computadoras es posible analizar exhaustivamente las ventas bajo el prisma de todos los parámetros comerciales significativos que en ellas intervienen.

En cada línea de factura, podemos determinar: cliente, tipo de cliente, zona, % impagados, artículos, familia de artículos, porcentaje de descuento, porcentaje de comisión, representante, etc. Para cada uno de estos datos, o para cada combinación de ellos tomados dos a dos, es factible obtener las siguientes series temporales (generalmente mensuales), tanto en unidades como en importes: ventas reales, pedidos reales, ventas previstas, pedidos previstos.

El análisis de desviaciones presupuestarias permite dosificar las promociones, tomar medidas internas, etc., para restablecer el equilibrio global de la empresa, máxime cuando la función ventas es la primaria en toda empresa y, a partir de ella, se construyen las demás.

Para obtener los anteriores datos, en muchas ocasiones es preciso manejar y sintetizar centenares de miles de registros, siendo para ello ya no tan sólo de una gran utilidad, sino absolutamente imprescindible, el empleo masivo de la informática.

Ventas a distancia

Por los anteriores motivos, las ventas a distancia van proliferando, con intensidad variable en función de lo organizado que esté el país, de los productos y de los hábitos de los consumidores. En Estados Unidos, al acercarse las Navidades, las carteras apenas pueden con el peso de los folletos que transportan.

Podemos distinguir varias clases de ventas a distancia:

– Por teléfono. Concepto multiuso. Puede utilizarse para sustituir totalmente, preparar o complementar las ventas personales. Televendedoras entrenadas y especializadas pueden lograr un nivel de flexibilidad y adaptación al cliente muy superior a la que es posible por otros medios.

– Por correo. Sea por oferta directa o mediante envío de catálogo, al que puede responderse por correo o telefónicamente.

– Por anuncio en periódico o revista, con respuesta directa (rellenando el cupón del propio anuncio o llamando a un número de teléfono).

La introducción de medios automatizados de pago, tales como tarjetas de crédito a cargos automáticos en cuenta corriente, facilitan la total operativa de las ventas a distancia.

Existe un nuevo tipo de ventas, llamado a tener gran influencia en el futuro, y al que por su importancia dedicamos un apartado específico: las ventas telemáticas.

Bancos de direcciones

Se entiende por banco de direcciones, una lista lo más completa posible de personas o entidades, con datos identificativos, de localización y parámetros de su interés por determinadas actividades.

Existe una gran proliferación de este tipo de listas. Desde el punto de vista de una empresa y del marketing, algunas son privadas (cliente, proveedores) y otras pueden ser públicas y susceptibles de ser alquiladas o compradas.

En todos los países avanzados, la industria de las listas de direcciones progresa a pasos agigantados. Su valoración depende, no solamente de criterios cuantitativos, sino también, y especialmente, cualitativos. Por ejemplo, una lista de personas que acaban de adquirir una vivienda es mucho más cotizada por una empresa que venda electrodomésticos que una relación de amas de casa escogidas al azar.

Soportes físicos de direcciones

Las listas de direcciones pueden obtenerse en distintos formatos y de distintas formas: listados, etiquetas autoadhe-



Las ventas telemáticas ponen en cuestión los sistemas convencionales de distribución y el comercio tradicional.

Viotjard - Gamma



Gontscharoff - Aisa

La computación organiza las ventas inducidas por estos anuncios luminosos ubicados en una calle de Nueva York.

sivas, soportes magnéticos (cinta, diskette), correo electrónico (grabadas directamente en el propio computador a través de su recepción en líneas telefónicas).

Se escogerá uno u otro soporte en función de los medios técnicos de que se disponga y dependiendo de si la utilización de los datos se precisa de forma esporádica o permanente.

Cartas personalizadas

La gran mayoría de programas editores de textos permiten intercalar datos variables en un texto fijo e incluso escoger entre varios párrafos posibles en función de las circunstancias de la relación concreta con el receptor de la correspondencia.

Si conectamos este texto a un archivo e indicamos al programa que escriba una carta a todos aquellos registros que cumplan unas ciertas condiciones, podemos dirigirnos a todos ellos de forma personalizada. Esta sensación se acentuará si utilizamos impresoras con idéntica calidad de impresión que las máquinas de escribir electrónicas convencionales (de bola o de margarita), ya que, en este caso, al destinatario le será imposible, viendo la carta, averiguar si la misma es totalmente personal o simplemente personalizada. Estas misivas nos hacen llegar el mensaje que, en opinión de Dale Carnegie, nos es más agradable: nuestro propio nombre.

Es conocido el planteamiento que acostumbran dar las empresas editoriales a sus clientes que se retrasan en el pago: la primera carta es muy suave, la segunda, menos, y en la tercera amenazan con un abogado. En ninguna de ellas ha intervenido nadie, a excepción del propio computador, el cual, simplemente, ha recordado en su propia memoria lo que había escrito anteriormente.

En cualquier caso, las posibilidades de combinación de datos y opciones son ilimitadas.

Impresión por láser

La aplicación de las impresoras de láser a la emisión de documentos presentó, en su día, unas interesantes posibilidades: la excepcional velocidad de 13 000 líneas por minuto; una precisión mucho mayor que la alcanzada con las tradicionales impresoras de cadena, que permite gráficos de alta resolución y una calidad muy parecida a la de la imprenta; la confección simultánea del formulario y los datos en él contenidos, con la consiguiente reducción del stock del papel continuo necesario. Sin embargo, no todo



Loeso - Firo Foto

Robot repartiendo folletos de publicidad en las calles de Colonia, Alemania.

eran ventajas: recordaremos que, una década atrás, una impresora de láser costaba 13 veces más que una impresora convencional de cadena. El precio era un importante factor limitativo, y las ventajas debían buscarse por otro lado.

En cualquier caso, quedaba abierta la posibilidad de emitir boletines, revistas e incluso libros por este sistema, con opción a personalizar dedicatorias, tipos de letra, rótulos, intercalaciones en el contenido, etc., sin merma de la velocidad.

Actualmente, la impresión por láser puede implementarse incluso en los microordenadores de oficina, a unos precios mucho más asequibles y, naturalmente, a unas velocidades mucho más limitadas.

Ventas telemáticas

Cuando el comprador potencial dispone de una pantalla (ordenador, televisión), un sistema de transmitir órdenes (marcador de teléfono, teclado) y una comunicación con la base de datos adecuada, está en condiciones de comprar manteniendo un diálogo interactivo con el sistema. Éste le va presentando menús de opciones, a cada uno de los cuales puede responder con un número concreto y limitado de respuestas (generalmente, pulsando un número que puede ir de 0 a 9).

Mediante la consulta a una jerarquía de menús, puede obtenerse toda la información referente a un artículo, y, caso de ser de interés, pasar pedido del mismo, marcando su código de artículo y número de unidades deseadas.

Generalmente, la identidad del comprador y su forma habitual de pago son ya conocidos previamente por el sistema, dado que, para iniciar la sesión interactiva, el usuario habrá debido de facilitar previamente su número de identificación y código secreto de verificación, al objeto de evitar que alguien actúe en su nombre.

Las ventas telemáticas, al poder gestionarse instantáneamente, desde el hogar y desde la oficina, y al disponer de la posibilidad de información rigurosamente actualizada sobre productos, precios, características, etc., están llamadas a impactar muy seriamente, a 10 o 15 años vista, en la distribución y el comercio, acortando y simplificando los circuitos del mercado y cuestionando seriamente la función de los distribuidores mayoristas.

Prensa

Un nuevo paso de una historia que comenzó con la pluma de oca

La utilización de tecnología informática era para la prensa una cita inevitable y, aunque hace varios años que dura, el horizonte de esta nueva revolución tecnológica todavía no se ha alcanzado. Pero la sustitución de las entrañables máquinas de escribir y linotipias por videoterminales, ordenadores y fotocomponedoras supone ya un cambio profundo en las redacciones y talleres de los periódicos.

En 1440, Gutenberg inventó el método de composición mediante caracteres móviles. En 1980, unos 700 diarios norteamericanos tenían ya una redacción electrónica. Durante los cinco siglos que van de una a otra de estas fechas, toda la prensa escrita —como, en general, las artes gráficas— vivió de la evolución del sistema heredado de Gutenberg. La primera etapa de la revolución de la fotocomposición se produjo entre los años 1947 y 1955, en los que las máquinas de componer tipos se modificaron para pasar del soporte plomo al soporte de película fotográfica. Es lo que se conoce como el cambio de la composición caliente a la composición fría.

Sin embargo, para los periodistas la auténtica inflexión en el proceso técnico ha sido el momento en que en las redacciones han aparecido las pantallas acompañadas de un teclado. Un cambio que inevitablemente va acompañado a priori de un recelo —como ocurre con cualquier ser humano al afrontar una modificación en sus hábitos—, pero que en la gran mayoría de las ocasiones se convierte rápidamente en una simbiosis entre persona y máquina, al comprobar las ventajas y comodidades que ofrece el nuevo método de trabajo.

Como es lógico este cambio tecnológico también ha llegado a España. De los 113 diarios españoles, hoy solamente quedan ocho que imprimen en tipografía-plomo. El resto se han reconvertido al offset o utilizan los fotopolímeros. Unos sesenta periódicos disponen de sistemas antiguos de fotocomposición (cinta perforada, lectores ópticos, etc...); una treintena usan microordenadores con floppy-disks y

Sala de redacción con ordenadores del periódico La Vanguardia.



Foto Foto

unas veinte empresas periodísticas disponen ya de sistemas integrados on-line de ordenadores, con inversiones que en una primera etapa pueden oscilar entre los 30 y los 300 millones de pesetas, únicamente en lo que a la composición de textos se refiere.

¿Qué ha impulsado el cambio?

El primer aspecto a tener en cuenta en el capítulo de las razones de la adopción de una tecnología computarizada para la composición de textos en un periódico es la gran versatilidad, y la consiguiente adaptación a las necesidades de cada caso en concreto, que ofrecen estos equipos y la relativamente rápida amortización que se puede prever (equipos casi todos ellos procedentes de Estados Unidos, como parece obvio, aunque las empresas de informática de Europa han intentado no quedar demasiado rezagadas). Por otro lado, este salto tecnológico supone que se ha podido pasar del tope de 15 000-20 000 caracteres compuestos por hora hasta superar largamente el millón en las actuales fotocomponedoras, con notable reducción de los costes de producción. Y un tercer aspecto es la posibilidad de operar con un sistema mixto de composición, redacción, producción y publicidad que elimina la doble composición de los textos y cuya información digitalizada es susceptible de recibir simultáneos y diferentes tratamientos, prácticamente sin esfuerzos añadidos.

A las razones basadas en la reducción de los costos de producción, laborales y de materias primas se deben añadir también una motivación de exigencia de calidad, ya que la nueva tecnología permite sin duda una mejora técnica de la producción, un mayor control de las diferentes fases del producto y una mayor responsabilización de la inevitable jerarquización del trabajo de una empresa periodística. Naturalmente también existen razones de imposición de mercado: por ejemplo, en la actualidad ya son muy difíciles de encontrar determinadas piezas de recambio para las linotipias tradicionales. Claro que desde el punto de vista empresarial un aspecto decisivo es que la nueva tecnología supone un ahorro considerable.

No hay que dejar de señalar también que el trabajo con un sistema de ordenadores abre la puerta a otras posibilidades de futuro para una empresa de prensa, como son la creación de un banco de datos o la venta de información mediante sistemas derivados del videotexto.

«El País» y «La Vanguardia», dos ejemplos

España cuenta con dos ejemplos de empresas periodísticas introductoras de las nuevas tecnologías del periodismo electrónico. Una, *El País*, arquetipo de la creación de un periódico nuevo que partió de cero, y otra, *La Vanguardia*, publicación centenaria que se adapta y transforma y que convierte una revolución tecnológica en una evolución que puede marcar un hito en la historia de la prensa.

En ambos casos, ya sea partiendo de un pasado inexistente o de una larga tradición, se contempla el futuro y se diseña un sistema informatizado que responde globalmente a los siguientes aspectos:

– eliminación de la doble pulsación en la composición de textos;

– capacidad de absorción de picos de producción, que pueden llegar a los dos millones de pulsaciones en seis horas;

– garantía absoluta de privacidad de los archivos personales de los redactores;

– no interferencia de cabeceras en el caso de la composición de diferentes periódicos y publicaciones en un mismo taller;

– capacidad de corrección de textos por teclado y directamente en pantalla;

– posibilidad de codificación de los textos para la adopción de la forma establecida en el libro de diseño de la publicación, incluso con la configuración en columnas, de forma a obtener bloques y páginas completas;

– inclusión de recuadros y filetaje;

– programa para participación de palabras y justificación de textos en diversas lenguas;

– programa efectivo para la confección de textos en bandera;

– capacidad de almacenaje de anuncios y sus repeticiones programadas, manteniéndolos recuperables durante un determinado período de tiempo;

– capacidad para guardar textos manteniéndolos recuperables con acceso inmediato, para un futuro corto, o archivándolos en cintas magnéticas, para la ulterior configuración de una base de datos informatizada;

– seguridad total de recuperación de cualquier información almacenada por fallo de las unidades de disco;

– clasificación de la publicidad, distribuyendo los anuncios en distintos grupos;

– valoración económica instantánea de cada inserción publicitaria en anuncios económicos y confección de las facturas en el momento de la incorporación;

– clasificaciones deportivas;

– capacidad de entrada de líneas para el proceso de agencias de noticias, con una velocidad que puede ir desde 50 hasta 1 200 baudios;

– dejar la puerta abierta a la compaginación de textos y anuncios en páginas enteras realizada directamente en pantalla.

Asegurar el futuro

El haber citado a dos de las principales empresas de la comunicación española no debe inferir la suposición de que el uso o la adaptación a la tecnología del periodismo electrónico es sólo potestad de empresas que puedan realizar notables inversiones económicas. Todo depende del diseño técnico que se realice. Y, paradójicamente, hay que tener en cuenta que un sistema integrado de composición favorece los procesos de concentración empresarial y monopolio informativo, pero también facilita la diversificación y el florecimiento de una prensa comarcal o local. De ambas consecuencias hay ejemplos en países europeos, como la R.F.A.

Por otro lado, la simplificación del trabajo de documentación y, yendo más allá, el contar con un completo banco de datos informatizado sitúa a las empresas de prensa escrita en disposición de competir con mayores garantías de supervivencia con la fuerte presión social de los medios de comunicación audiovisuales. Los periódicos y revistas se están convirtiendo paulatinamente en medios más analíti-

Montoro - Aisa



Sala de ordenadores del periódico El País.

cos y de servicio al lector. El ciudadano se acostumbra a conocer las noticias por mediación de la televisión o la radio, pero el análisis en profundidad y la reflexión la debe buscar en los medios escritos.

El periodista y la pantalla

Poco a poco las máquinas de escribir quedan arrinconadas en las redacciones. ¿Qué siente el periodista ante el cambio?

La composición de un texto ante una pantalla supone un cambio cualitativo notable. Una vez superado el inevitable período de adaptación y de conocimiento de los amplios recursos que ofrece un sistema electrónico de composición, aprendizaje para el que no hay reglas fijas ni presunciones válidas, el periodista agradece las facilidades que le ofrece el videoterminal, ya sea «inteligente» —en cierta medida independiente del ordenador central— o mediante un teclado y pantalla que carezca de esta cualidad y sea una simple ventana de la memoria general que controlan las computadoras centrales.

El poder confeccionar un texto al tiempo que se consultan, mediante la pantalla alterna o partida, unos textos de documentación que se poseen en un archivo personal, o se accede directamente a las noticias de las diversas fuentes de agencia que se distribuyen automáticamente en diversos cajones electrónicos preestablecidos, comporta una comodidad a la que el periodista que se informatiza se acostumbra con suma facilidad. Por otro lado, las posibilidades de edición que se ofrecen al poder insertar, borrar o cambiar porciones de texto sin grandes dificultades o utilizar los diversos modos de escritura (redondas, cursivas o negritas) con visualización directa en pantalla convierte al videoterminal en un útil de trabajo del que una vez habituado no se puede prescindir. Sin olvidar que los formatos que se pueden introducir en el sistema permiten ajustar titulares con conocimiento exacto de los caracteres que faltan o sobran en cada línea; o que las funciones de búsqueda o cambio permiten encontrar rápidamente una serie de caracteres deseados en un largo texto y sustituirlos por otros a voluntad; la seguridad de que todas las versiones de un texto quedan archivadas, con lo que los «duendes de la imprenta» dejan de existir y se puede determinar quién es el responsable de una determinada modificación a lo largo del proceso de edición y producción; la posibilidad de ajustar los textos milimétricamente a las necesidades de la maquetización previa o de apurar la hora de cierre con la actualización de los artículos en el linde de la hora tope sin que repercuta desfavorablemente en la distribución del periódico, etc.

Son solamente algunos de los aspectos que la nueva tecnología periodística ha puesto al servicio de una mejora



Firo Foto

Sala de ordenadores del periódico La Vanguardia.

de la información y que revierten globalmente en una mayor cualificación, ya que cuanto mayores son los recursos técnicos que se poseen para la confección de los textos, mayor es la posibilidad de creación literaria del periodista, que deja de estar abrumado, por ejemplo, por las incomodidades que antes suponían las reelaboraciones de textos.

Asimismo, el dominio de la herramienta básica en la producción de la publicación conlleva en la práctica que el peso específico del periodista aumente en el seno de una empresa de prensa, ya que se convierte, o por lo menos se puede convertir, en absoluto protagonista de la elaboración de un periódico.

Naturalmente, no es el mismo el caso de una empresa que parte de cero o el de una que arrastra y es fiel a una tradición de más de un siglo. En este sentido los dos ejemplos antes citados son elocuentes y podemos afirmar que modélicos: *El País*, como producto periodístico de nuevo cuño, y *La Vanguardia*, como empresa que afronta una reconversión sin traumas, que supera el peligro de una crisis como la ya famosa de *The Times*.

En este sentido no hay que infravalorar un aspecto negativo de las relaciones humanas en el seno de una empresa periodística, que la fría tecnología computarizada ha ayudado a superar, o que por lo menos ha sentado las bases para que en un futuro llegue a superarse. Nos referimos a la tradicional división existente entre redacción y talleres. Un sistema integrado de redacción y producción comporta un gradual acercamiento del trabajo entre las personas que están encuadradas en uno y otro lugar. Así, la «orwelliana» predicción de una sociedad cada vez más insensible y deshumanizada como consecuencia de que los ordenadores compartan simbióticamente la vida de las personas no necesariamente se debe cumplir. En algunos casos las computadoras han acercado a las personas.

Sea como sea, el periodismo electrónico se ha de contemplar como un paso más en la evolución tecnológica de la humanidad, una historia que comenzó con la tradición oral y la pluma de oca y siguió durante siglos, gracias a Gutenberg, con las máquinas de escribir y las linotipias. Evidentemente, el periodista no es más o menos buen informador según trabaje o no con un videoterminal; no obstante, hay que valorar en su justa medida la extraordinaria herramienta que representa el nuevo sistema para esta vocación y profesión.

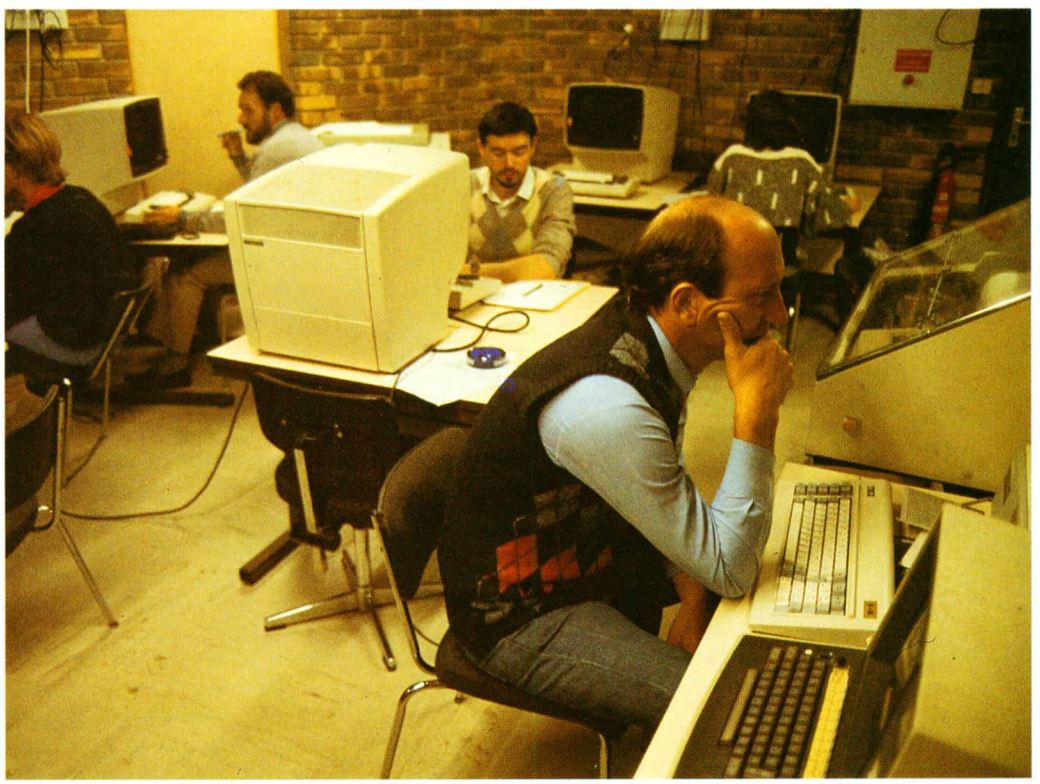
Usuarios profesionales

1 Ejecutivos de empresa
2 Profesiones informáticas
3 Funcionarios públicos

El desarrollo y aparición de nuevas tecnologías produce cambios cualitativos en todos los ámbitos sociales, y la invención de las máquinas industriales origina relaciones laborales y económicas distintas, transformadas por la sociedad en un nuevo modelo industrial: la llamada sociedad de los ordenadores. Por tanto, conceptos como trabajo, organización, empresa, educación, relaciones sociales y políticas se modifican y dan lugar a nuevos perfiles profesionales, aún por descubrir.

Los primeros ordenadores comerciales fueron máquinas de gran tamaño y elevado coste, destinadas a un mercado relativamente pequeño. Con el tiempo, y gracias a una progresiva mejora tecnológica, originaron los primeros cambios organizativos, como la aparición de los servicios de proceso de datos de empresas y profesionales de la informática. Hoy en día, el ordenador se encuentra físicamente en un lugar privilegiado, rodeado por una serie de personajes profesionalmente poco implicados en la organización, pero poseedores exclusivos de la nueva tecnología. Son las primeras profesiones creadas para la informática: analistas, programadores, operadores y perforistas. La empresa genera y crea, en torno a ellos, un nuevo servicio: el departamento de informática.

La evolución del hardware y el software ha permitido la ampliación de su mercado con la introducción de los primeros elementos de descentralización en el departamento de proceso de datos y la aparición de equipos cada vez más pequeños, baratos y potentes. Con los sistemas operativos multiusuario que comparten los recursos de la unidad central, los servicios informáticos se extienden tecnológicamente a otros lugares y actividades de la empresa y, al mismo tiempo, la aparición de terminales en distintos departamentos de la organización permite un mayor protagonismo al usuario.



La introducción del ordenador modifica aspectos del mundo laboral y, dentro del esquema ya existente, varía la forma de trabajo individual y su adaptación dentro de la organización de la empresa.

Gamma



A.G.E.

La aparición de equipos pequeños, baratos y potentes ha permitido la descentralización en el departamento de proceso de datos.

Por tanto, se amplía y diversifica la oferta de miniordenadores, ya que el hardware es cada día más potente, barato y fiable, y con la aparición de la microelectrónica y los microprocesadores se introducen nuevos elementos: la capacidad de proceso de los equipos se va distribuyendo y la periferia del sistema se vuelve cada vez más inteligente. Incluso el software se acerca progresivamente al usuario, al incrementar su fiabilidad y oportunidad al tomar distintas opciones frente a la terminal y la posibilidad de introducir algún tipo de procedimiento.

Paralelamente, el papel del profesional de la informática cambia, tanto en su relación con el usuario como en su actividad en el seno de la empresa. El usuario participa ya en el diseño del sistema, definiendo las prestaciones necesarias para su posterior aplicación y el método de comunicación. En la empresa, al técnico informático se le exige conocimientos relativos a la organización, para que su labor sea realmente efectiva y adaptada a las necesidades reales.

Por otra parte, la aparición de los microordenadores significa un adelanto, ya que proporciona a todo usuario capacidad para procesar información desde su mesa de trabajo. Surge la informática personal y el mercado se amplía a casi todo tipo de negocio, por pequeño que sea, y prácticamente cualquier persona se convierte en usuario en potencia.

Al mismo tiempo, se implanta el software para ordenadores personales y domésticos, con sistemas operativos sencillos y programas prácticos relativamente fáciles de aplicar por el usuario. Y por último, con la introducción de la microelectrónica en los procesos industriales se producen mejoras en el seno de la empresa: aparecen terminales, el ordenador controla máquinas y sistemas de producción y los robots sustituyen mano de obra poco cualificada.

Resumiendo, la tendencia evolutiva de los ordenadores ha supuesto, en primer lugar, después del marcado protagonismo de una élite de profesionales de la informática, un mayor acercamiento a las necesidades y demandas del usuario y, en segundo lugar, la creación de sistemas más sencillos y fáciles de utilizar. Por tanto, el papel de los profesionales de la informática cambia: no tan sólo ha de solucionar problemas técnicos, también ha de tener en cuenta las necesidades reales de la organización.

Una nueva perspectiva: el usuario y la empresa

Hasta ahora hemos trazado un recorrido ideal de la evolución e implantación de la informática, pero la realidad es otra. La mayoría de las veces, el usuario aún no está preparado para asumir un papel protagonista frente al ordenador, y las aplicaciones en informática se encuentran bastante alejadas de sus expectativas.

Uno de los mayores problemas a que se enfrenta la nueva ciencia es una adecuada formación técnica y práctica, ya que la utilización del ordenador requiere unos conocimientos y habilidades específicos.

La sensibilidad e intuición que muestran las empresas hacia estas nuevas tecnologías y su instauración en el campo gestor y productivo no siempre van acompañados de un plan de formación y reciclaje del personal. Esta deficiencia provoca a los posibles usuarios comentarios y opiniones distorsionados. La propia imagen de los profesionales de la informática, aislados en un mundo complejo e inaccesible como ocurría en los primeros momentos de la introducción de esta nueva tecnología, produce confusiones, tales como identificar la utilización del ordenador a la compleja y específica labor de programación. Por otra parte, los medios de comunicación y parte de la oferta de formación informática contribuyen a deformar e incrementar la confusión sobre estos conceptos.

Todo ello tendría fácil solución si se formara a los interesados en una serie de principios básicos que les permitiera tener conocimientos suficientes para poder valorar y conocer las posibilidades y aplicaciones fundamentales de la informática en su entorno laboral. Esto ayudaría a que se perdiera el miedo al ordenador y permitiría el acercamiento y utilización de éste por el usuario.

La llamada revolución informática tan sólo está en sus inicios. Nuevos productos de hardware y software y temas como la telecomunicación, inteligencia artificial y sistemas expertos tomarán cada vez más un mayor protagonismo en todos los ámbitos de la sociedad y, en particular, en la oficina y la empresa, como ocurre ya en muchos países. Sobre todo la aparición de la microinformática genera unas necesidades de orientación en su aplicación en el trabajo, en la empresa y, en general, por parte del ciudadano.

La introducción de cambios tecnológicos modifica aspectos del mundo laboral y, dentro del esquema ya existente,

se varía la forma de trabajo individual y su adaptación dentro de la organización de la empresa. Incluso las necesidades estructurales y organizativas internas experimentan una radical transformación cuando se implanta un proceso informático.

Como consecuencia de los cambios introducidos por la informática se crean nuevos perfiles profesionales que se añaden a los ya existentes, y éstos sufren, a su vez, profundas modificaciones. Los nuevos perfiles profesionales integran conocimientos informáticos y otras habilidades que hacen necesaria y urgente su identificación en la empresa.

Referencias europeas

El tema de la incidencia de la informática en el mundo laboral es uno de los problemas con los que se enfrentan la mayoría de investigadores europeos. La literatura en torno al tema es, con mucho, superior a la realizada en nuestro país. En consecuencia, para este breve análisis se han tenido en cuenta trabajos realizados en Gran Bretaña, República Federal de Alemania y Francia y se han tomado referencias de países como Dinamarca, Bélgica y Países Bajos.

La introducción de la informática en el sector administrativo y de servicios hace que la forma de trabajar y la calificación exigida varíen considerablemente. No es suficiente la habilidad para operar el nuevo equipo, sino que debe conocerse el potencial del equipo utilizado y la manera en que pueden ser empleados los sistemas de datos en las áreas comerciales y administrativas más importantes. Esto provoca una diversificación en el campo profesional y se hace necesaria una formación específica para cada puesto de trabajo. En Francia y Gran Bretaña la formación en las escuelas resulta aún anticuada y no está adaptada a las necesidades tecnológicas, lo cual no ocurre en Alemania Federal.

Investigadores y educadores de estos tres países han propuesto una solución al problema: la instauración de centros de formación en los cuales se enseñe la utilización de la informática en el sector administrativo y de servicios, tanto a nivel práctico como teórico; combinando los conocimientos teóricos con prácticas en ordenadores y un entrenamiento real en compañías usuarias.

Los empleados, para una mayor asimilación del concepto informático y tecnológico, deben afirmar su potencial en la organización y prepararse para el cambio tecnológico y organizativo a través de una formación permanente.

Junto al sector servicios, la aplicación de la informática a la industria ha posibilitado la elaboración de estudios comparativos entre Gran Bretaña y la República Federal de Alemania, referentes a la formación y situación de los trabajadores, técnicos o no, en este sector, así como la aplicación de la tecnología a la producción en ingeniería eléctrica e instrumental, alimentación, papel, metales e industrias químicas. Los recursos informáticos utilizados con mayor frecuencia son PLCS (controladores lógicos programables), CNC (control numérico), control de maquinaria, control de proceso, CAD y robots.

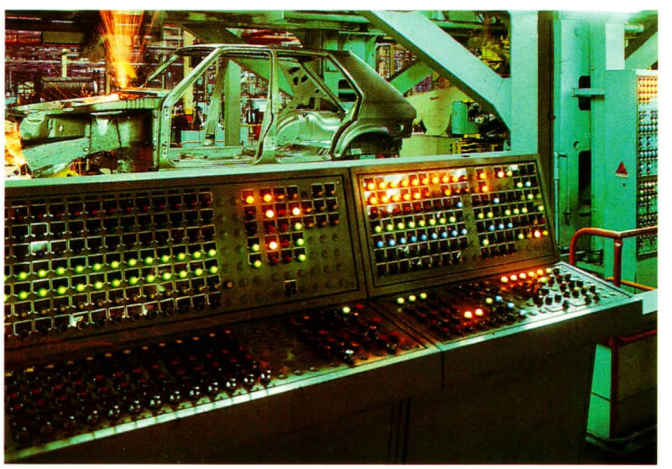
Francia, Gran Bretaña y la República Federal de Alemania coinciden en que la principal dificultad que se encuentra en la informatización de la industria es la falta de especialistas microelectrónicos capacitados. La experiencia requerida varía considerablemente de una industria a otra, dependiendo de la naturaleza de los productos y de la sofisticación de los procesos de producción. El tipo de profesional que se exige no es fácil de encontrar. Se trataría de un ingeniero con formación y experiencia en hardware microelectrónico y software, poseedor de conocimientos informáticos y que fuera capaz de dirigir un diseño de

A.P.



El software para ordenadores personales y domésticos se basa en sistemas operativos sencillos y programas fáciles de aplicar por el usuario.

La introducción de la microelectrónica en los procesos industriales produce extraordinarias mejoras en los resultados de las empresas. Robot soldador múltiple en una industria automovilística.



J. Belver - Firo Foto



Planeta - Logic

La utilización del ordenador requiere unos conocimientos y habilidades específicos que sólo se adquieren con una adecuada formación técnica y práctica.

equipos para desarrollar un nuevo producto o introducir un proceso de producción. En general, parece ser que falta personal con suficiente experiencia, aspecto que se percibe con mayor frecuencia en industrias y establecimientos con una orientación y aplicación tecnológica avanzada más que en otras industrias menos desarrolladas y con poca experiencia en el campo de la electrónica.

Aparte de los ingenieros electrónicos, es imprescindible otro tipo de personal entendido en programación y diagnóstico, así como en mantenimiento y operación de maquinaria.

La formación de personal interino o la creación de nuevos puestos de trabajo dentro de la empresa varía de un país a otro. En Gran Bretaña se realizan cursos de reciclaje únicamente para ingenieros y, en raras ocasiones, para otros tipos de empleados. En cambio, en Francia ocurre lo contrario, son los técnicos quienes acceden a la formación suplementaria. Por último, en Alemania Federal se hace extensible la formación a todo el personal interino.

La mayoría de los estudios europeos realizados hasta ahora indican la necesidad de crear centros específicos de formación, dirigidos a un nuevo personal surgido de la implantación de nuevas tecnologías encaminadas a la introducción y control del ordenador en industrias y oficinas. Precisamente aquí reside el principal problema: la falta de posibilidades de reciclaje de personal por escasez de centros de formación adecuados. Existen organizaciones europeas dedicadas a investigar y analizar esta difícil coyuntura: la organización CEDEFOP (European Centre for the development of vocational training), y en Alemania Federal la BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildungsforschung) han realizado estudios a largo plazo referentes a cómo puede afectar un tipo de formación concreto a la utilización de los ordenadores; en Bélgica existe la ONEM (Office national de l'emploi).

La conclusión de los trabajos realizados plantean la necesidad de:

– una formación comprensible y asimilable;

– una formación específica según la especialidad profesional y el tipo de aplicación informática que vaya a ser desarrollada;

– la formación a impartir ha de tener en cuenta los cambios en la actitud y organización de la empresa, mediante cursos con ejercicios prácticos (juegos y simulaciones en empresas).

Después de los resultados obtenidos, han aparecido en distintos países europeos centros que dedican sus esfuerzos a la elaboración de cursos de formación y reciclaje destinados a paliar las deficiencias detectadas.

En Gran Bretaña cabe destacar el NCC (National Computing Centre), que se ha instalado ya en la actualidad en Malaysia, Chipre y España, y la BEC (Business education council). Ambas instituciones imparten enseñanza técnica informática y la última ha elaborado un informe orientativo sobre cuál es el objetivo inmediato en el campo de la enseñanza y sus relaciones con el alumnado, así como las expectativas que quieren conseguirse.

En Francia existe la Agence pour le développement de l'informatique, con una labor de reciclaje a desarrollar en pequeñas y medianas empresas, la ADEPA (Agence nationale pour le développement des automatismes) y la Escuela técnica de París.

Ejecutivos de empresa

Consideraciones generales

En la actualidad se da por sentado que para cualquier profesional usuario de la informática es de todo punto necesaria una preparación previa que le permita trabajar en el ordenador con una mayor eficacia.

Las fuentes de la divulgación en el sector coinciden en afirmar la utilidad de realizar un curso básico de introducción a la informática como paso previo al conocimiento de las posibilidades reales del ordenador. Dicho curso debería dotar al usuario de unas nociones generales sobre la informática, complementado con aplicaciones sencillas y prácticas.

Para los próximos años se prevé una gran movilidad, a todos los niveles, de este mundo de la informática y por ello es aún más necesario que comiencen a divulgarse las posibilidades del ordenador de forma que se conozcan las necesidades que pueden ser cubiertas por este sistema y las que no pueden serlo.

Las investigaciones que se llevan a cabo permiten detectar una serie de requisitos que, asociados a cada perfil profesional, nos ilustrarán sobre los previsibles cambios que conllevará la generalización del ordenador en los circuitos profesionales.

Tales requisitos serán de dos tipos:

– de carácter general, es decir, que afectan de manera similar, sea cual sea el puesto de trabajo;

– de carácter específico, es decir, que afectan de forma particular a cada sector profesional.

Entre los requisitos de carácter general cabe señalar el ya citado curso introductorio a la informática. El público ha de ser consciente de que necesita esta formación básica, independientemente del nivel en el que actúe. Dicha formación incide de forma diversa en las tres áreas sociales de la empresa.

En primer lugar, sobre la sociedad en general, puesto que colabora a prevenir y combatir mitos tan extendidos como el de la inteligencia de los ordenadores. El ordenador no es inteligente, su utilidad radica en que puede procesar datos a una velocidad muy superior a la humana mediante una serie de instrucciones creadas por el hombre.

En segundo lugar, en la dirección de la empresa, ya que proporciona una información realista sobre los pros y los contras de la introducción del sistema, dotando a este tipo de organizaciones de los equipos más adaptados a sus exigencias.

Finalmente, también el personal y los sindicatos han de participar de las ventajas de este proceso formativo, conociendo de esta manera las consecuencias económicas y



En la actualidad se piensa que para cualquier profesional usuario de la informática es necesaria una preparación previa y es conveniente que realice un curso básico de introducción a la misma para lograr el conocimiento de las posibilidades reales del ordenador.

A.G.E.



Mauritius - Index

El ordenador no es inteligente; su utilidad radica en que puede procesar datos a una velocidad muy superior a la humana mediante una serie de instrucciones creadas por el hombre.

sociales de las nuevas tecnologías para así, mientras se superan las resistencias iniciales, aprovechar al máximo las posibilidades del nuevo instrumento con el que se trabaja.

En síntesis pues, este modelo de aprendizaje pretende alcanzar dos objetivos básicos, dos actitudes imprescindibles cara al futuro. De una parte, la capacidad de asumir la formalización del pensamiento para la utilización de los nuevos sistemas. Sin este razonamiento formal y lógico, los procesos que comportan el concurso del ordenador no pueden comprenderse ni mucho menos se puede explotar su gran gama de posibilidades. Por otra parte las nuevas tecnologías, con su creciente presencia en la toma de decisiones, van a hacer necesaria una aproximación interdisciplinaria e integradora, que incorpore las ventajas del trabajo en equipo. Dado que la introducción del ordenador aumenta el grado de implicación del usuario en los diversos niveles organizativos de la empresa, es conveniente incorporar a todo proceso formativo una serie de contenidos relacionados con la organización y la gestión. En primer lugar se hace imprescindible conocer los conceptos básicos referidos al conjunto implantado, ya que ello alejará el peligro que surge de la toma de decisiones elaboradas sin tener en cuenta los principios elementales de funcionamiento del sistema. Con una mayor formación se reduce, asimismo, la complejidad en la comprensión de los procesos y aumenta la preparación media de los usuarios, lo que puede suponer una colaboración más estrecha entre la empresa y el público.

La introducción de los miniordenadores y los ordenadores personales hace que prácticamente todo proceso de información, por pequeño que sea, pueda mecanizarse en términos de utilidad o rentabilidad. El ordenador personal ha jugado un papel decisivo en la tarea de facilitar al conjunto de los usuarios un progresivo dominio sobre la capacidad del proceso. Hay que pensar en el creciente número de aplicaciones de los ordenadores, imprescindibles en situaciones que exijan el manejo rápido de un gran volumen de información.

Redactar un texto, consultar un fichero, diseñar un nuevo producto o calcular un presupuesto, todo ello supone gestionar una cierta cantidad de información. Actividades como éstas o similares son frecuentes en el mundo del trabajo o de la empresa, pero lo más interesante es que pueden ser, en su mayoría, sometidas a informatización con relativa facilidad.

Es por ello que se reseñan algunas de las aplicaciones prácticas más comunes al conjunto de los perfiles profesionales. Aprender a utilizarlas ya es, y lo será aún más en el futuro, algo esencial para cualquier usuario de ordenador. Entre estas aplicaciones sobresalen de forma acusada las bases de datos, los tratamientos de textos y las hojas electrónicas.

La base de datos permite trabajar con volúmenes de información almacenados en forma de fichero de datos. ¿Quién, hoy en día, no recurre en alguna ocasión al fichero? Todas las empresas, prescindiendo de su tamaño, llevan un fichero de clientes, proveedores, etc. Cualquier biblioteca tiene archivadas sus referencias bibliográficas en forma de fichas según las diversas clasificaciones. Cualquier persona utiliza agendas para recordar los nombres, teléfonos y direcciones de sus amistades. Todo este público es usuario potencial de las bases de datos, puesto que este programa les ofrece la posibilidad de trabajar con sus archivos de forma más rápida y flexible que manualmente.

Un tratamiento de textos representa, en esencia, la sustitución de la tradicional máquina de escribir por el ordenador, con un número considerable de ventajas. Mediante este sistema se puede escribir un texto completo, reproducirlo y enmendarlo de forma sencilla y rápida. Un tratamiento de textos posibilita la corrección automática de errores ortográficos o la confección de cartas personalizadas.

La hoja electrónica es una herramienta muy potente, diseñada para solucionar los problemas que comporta la realización de una serie de cálculos repetitivos y a menudo numerosos, como estimaciones de costos, balance de cuentas bancarias, etc. Permite además confeccionar todo tipo de gráficos a partir de los datos introducidos previamente. Las presentaciones son diversas: histogramas, diagramas, etcétera. A todo ello se añade el atractivo del color y, en ocasiones, la imagen tridimensional.

Estas tres utilidades no son, en realidad, sino nuevas formas de realizar los clásicos trabajos que siempre estuvieron presentes en cualquier ámbito profesional: ficheros, textos y cálculos. Por todo ello, la introducción progresiva del ordenador modificará sin duda el entorno laboral y las fórmulas de trabajo habituales, mejorando su eficiencia sin la obligación de eliminarlos.

Es evidente que, además de estos programas citados, la oferta de software en el mercado informático es hoy por hoy bastante densa y capaz de satisfacer las necesidades o requerimientos específicos de cada sector. Por ello, las exigencias de un arquitecto se orientarán, por ejemplo, hacia los programas de diseño gráfico mediante ordenador, mientras que el contable de cualquier empresa buscará entre esta oferta un gran sistema centralizado que cubra todas las demandas de los diversos departamentos. En otro sentido, es absolutamente necesario que el usuario sea capaz de valorar sus necesidades para así acceder de manera satisfactoria a las distintas posibilidades que ofrecen el software o los variados equipos informáticos, desde el simple miniordenador hasta los grandes sistemas más potentes.

Cambios en la manera de trabajar

En diversos apartados anteriores se ha insistido acerca de la importancia que tiene la introducción de la informática en los centros de trabajo y los cambios en los hábitos de trabajo que se derivarán de tal novedad. Pero ¿en qué sentido se puede hablar de un gran cambio?

Creatividad

En primer lugar, no hay duda de que la aplicación del ordenador a cualquier tipo de tarea supone dotar a esta última de un mayor grado de creatividad. La máquina permite que el sujeto se libere de procesos repetitivos y monótonos, susceptibles de automatización, para así invertir su tiempo en actividades diversas que le aporten un mayor aliciente. Todo lo cual permitirá superar el estancamiento y convertir el trabajo en una actividad diversificada, basada en la búsqueda de nuevas posibilidades.

Tareas tan diversas como la que realiza un trabajador en una cadena de montaje, un contable obligado a traspasar



Aisa

La introducción de los miniordenadores y los ordenadores personales en las empresas hace que prácticamente todo proceso de información por pequeño que sea pueda mecanizarse en términos de utilidad o rentabilidad: en la foto, un ordenador personal IBM sistema/36.



Arsa

Hay varias actividades en el mundo de la empresa que suponen manejar una cierta cantidad de información que pueden someterse a infomatización con relativa facilidad; en la foto y en pantalla, realización de un presupuesto mediante tratamiento de textos.

los mismos datos de un libro contable a otro con la repetición exhaustiva de comprobaciones sobre las sumas y saldos, y las previsiones presupuestarias que realiza un director financiero al calcular siempre lo mismo con valores distintos, perderán ese lastre de ineficacia productiva gracias a las ventajas de la automatización.

Eficiencia

Todo lo dicho hasta ahora no implica que el proceso automatizado suponga la forzosa eliminación de estos puestos de trabajo. La informática se implanta con el objetivo de incrementar la eficiencia tanto en la esfera productiva como en la prestación de servicios. La introducción del nuevo sistema no ha comportado, en la mayoría de los casos, una reducción generalizada de puestos de trabajo y cuando las reducciones se han dado, respondían casi siempre a la propia organización de la empresa, al margen de la llegada del ordenador a su estructura.

La implantación de un sistema nuevo supone que el personal existente queda capacitado para producir más y mejores servicios que antes. Representa una modificación sustancial de los puestos de trabajo, en el sentido de que aporta una visión diferente sobre las tareas a realizar.

Cuando se habla de automatizar las tareas de un contable, de una secretaria o de un director financiero nos estamos refiriendo a que aquella persona no habrá de preocuparse más de perder el tiempo en tareas repetitivas que le puede resolver el ordenador con gran facilidad. Así, al disponer de una mayor cantidad de tiempo, podrá dedicarse más tranquila y profundamente a las funciones propias de su profesión, lo que permitirá ampliar el campo de actividades y mejorar sustancialmente las que venía realizando.

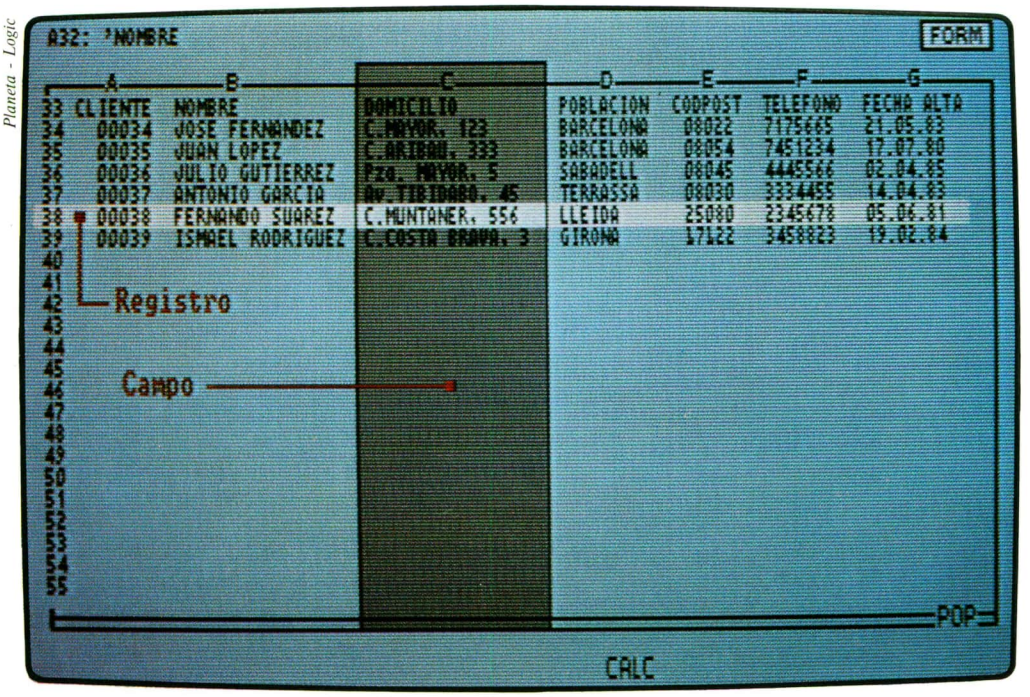
Enriquecimiento del puesto de trabajo

En un sentido diferente, la introducción de la informática a las tareas profesionales comportará sin duda una integración real de muchas funciones que tradicionalmente se realizaban de forma separada dentro de la propia empresa. El ordenador permite poner en contacto muchos aspectos y grandes volúmenes de información en pocos instantes. Veamos un ejemplo con un supuesto proceso de ventas.

El circuito en una empresa mayorista informatizada se inicia en el almacén, donde el jefe correspondiente envía, con el concurso de un terminal portátil, la confirmación de salida del producto, tipo, cantidad y comprador al departamento de ventas, de donde parte la notificación al contable. Éste se encargará de introducir la información recibida en el ordenador mediante el correspondiente programa de contabilidad. Una aplicación de este tipo permite la actualización automática del fichero de stock y artículos, así como la puesta en marcha del necesario programa de facturación. Como se puede ver, un proceso de esta clase posibilita la interrelación de muchas tareas que anteriormente se realizaban de forma separada y, a menudo, manual. La actividad no ha experimentado cambio alguno, pero sí lo ha sufrido la manera de llevarla a cabo.

Todo ello supone, de entrada, un enriquecimiento evidente del puesto de trabajo, es decir, la concentración en un mismo lugar y en una misma persona de actividades provenientes de diversos ámbitos que quedan interconectadas gracias a las facilidades informativas que genera el ordenador.

La utilización de la informática posibilita que un mayor número de puestos de trabajo acceda a volúmenes mayores de información. Por ejemplo, un fichero de proveedores automatizado puede utilizarse de diversa manera por parte del personal existente en la empresa: una secretaria solicitará información de los proveedores para enviarles correspondencia, al jefe de compras le interesará conocer las diversas ofertas para así calcular los presupuestos más rentables, y el director financiero pretenderá analizar los resultados en función de los pedidos a los distintos proveedores.



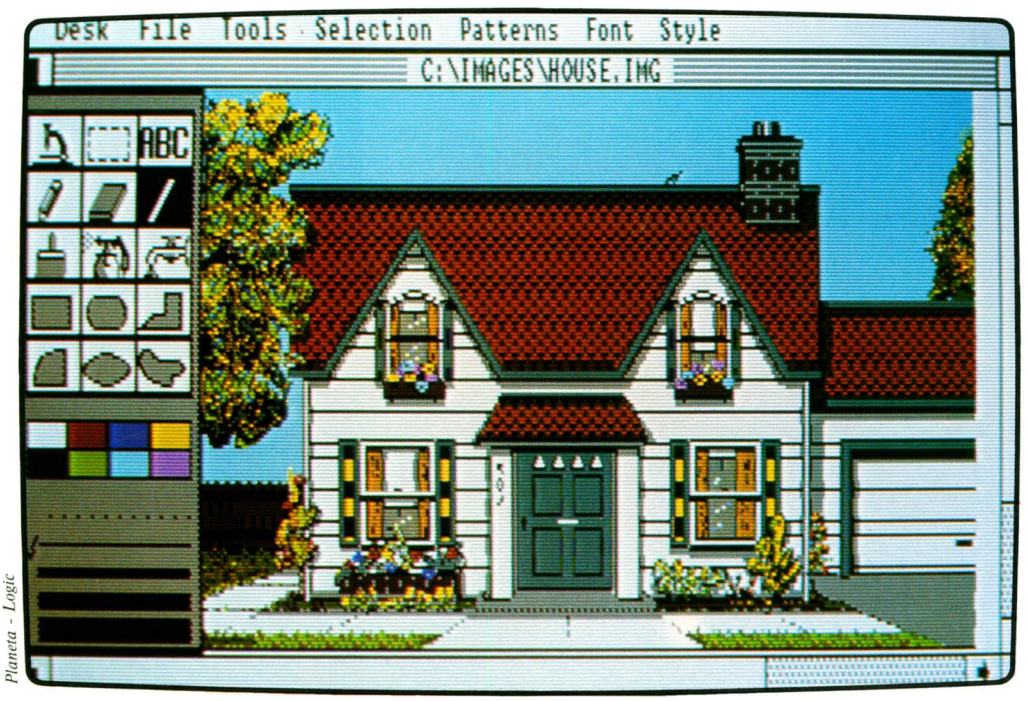
Planeta - Logic

La hoja electrónica está diseñada para solucionar los problemas que comporta la realización de una serie de cálculos repetitivos y numerosos y permite confeccionar todo tipo de gráficos.

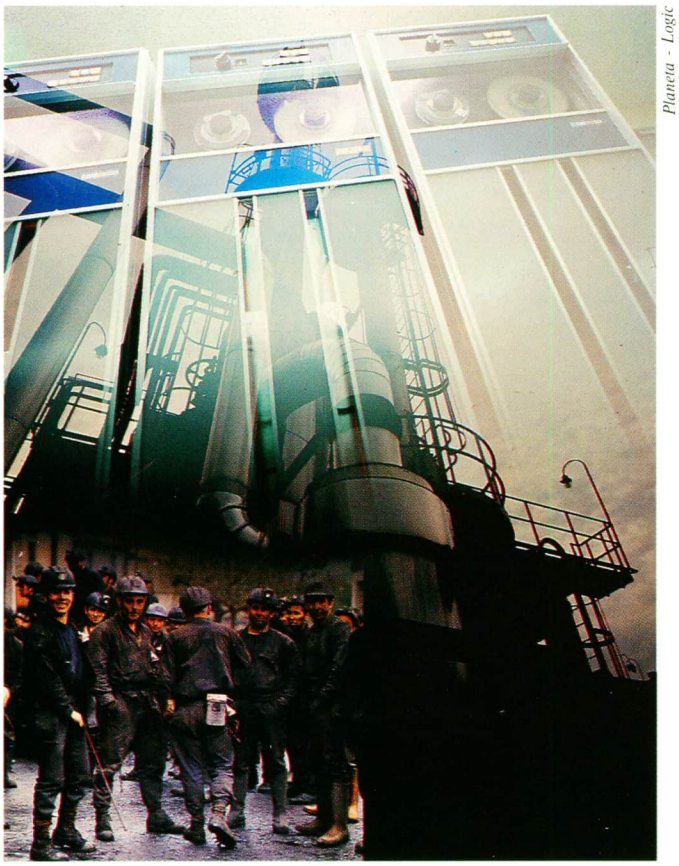
Hay que considerar, asimismo, un nuevo factor de gran importancia surgido al amparo de los decisivos progresos en tecnología, como es la telecomunicación. Los sistemas de comunicación a distancia mediante ordenador permiten aumentar la interrelación en el ámbito de los puestos de trabajo.

Los terminales de ordenadores facilitan el acceso a una determinada información almacenada en un gran ordenador por parte de las diversas sucursales, despachos o almacenes de una misma empresa, ubicados a menudo en lugares diferentes. Con ello se evita el engorro de duplicar unos datos idénticos para que estén a disposición de todo el personal. El correo electrónico, con su capacidad de enviar todo tipo de mensajes, cartas o avisos de cualquier persona —clientes, proveedores, empresas de un mismo ramo— que tenga simplemente un terminal conectado al ordenador de la empresa, agiliza de manera excepcional la comunicación. Las aplicaciones de la telecomunicación al mundo del

Programa estándar para IBM/PC utilizado por los arquitectos para el diseño gráfico artístico mediante ordenador.



Planeta - Logic



Planeta - Logic

El proceso de informatización de las empresas no implica forzosamente una pérdida de puestos de trabajo sino que enriquece las posibilidades de los mismos.

trabajo se convierten día a día en más necesarias y pronto serán imprescindibles.

Visión integral

Toda esta serie de progresos hace aún más necesaria una nueva visión del conjunto de la empresa que incorpore el ámbito integral de la gestión. Es muy importante que todos los usuarios del ordenador en sus tareas concretas estén informados de qué otros sujetos, dentro de la propia empresa, recurren al mismo sistema para acceder a una información que puede incluso ser idéntica.

Un hecho de esta clase no debe ignorarse y ello implica la necesidad de que el sujeto conozca cómo se relaciona su propia actividad con la del resto del personal, ya que es muy posible que los resultados de un departamento afecten a procesos similares en el resto de sectores de la misma empresa.

Por todo ello es absolutamente necesario que el personal esté informado sobre el funcionamiento y organización de la empresa, aunque sea a distintos niveles. No se puede comprender por entero la función del ordenador en la estructura de tipo empresarial si se desconocen las partes sobre las que actúa y el grado en que afecta a las diversas tareas el hecho de obtener y procesar los posibles resultados mediante el concurso del ordenador.

Rigor

En este punto cabe plantearse otro tipo de cuestiones. Ya se ha podido ver cómo una serie de datos iniciales introducidos en un ordenador pueden generar, en muchos casos, una cadena de procesos interrelacionados. Siguiendo este razonamiento, cabe la posibilidad de que, si los primeros datos se introducen de forma incorrecta o se interpretan equivocadamente en uno de los numerosos procesos intermedios, pueda desencadenarse una cadena de errores que afectará al proceso de principio a fin.

Debe considerarse que cuando se recurre al ordenador, se está utilizando una máquina incapaz de pensar y, por lo tanto, incapaz también de detectar cierto tipo de errores, especialmente si son de tipo humano. Los ordenadores sólo están capacitados para procesar información mediante un programa que les ha sido introducido previamente, es decir, una cadena de instrucciones que deben realizar de forma obligatoria cada vez que se les solicita. No pueden tomar decisiones ni analizar resultados bajo un prisma crítico; simplemente se limitan a realizar una serie de cálculos predeterminados, prescindiendo de si los datos son correctos o no lo son.

Por todo ello, el recurso a estas máquinas exige una serie de actitudes por parte del usuario. La principal de estas condiciones es la de trabajar con rigor. En consecuencia, es muy conveniente poner atención a la hora de introducir los datos en el ordenador, ya que un error podría afectar gravemente al resto de informaciones. Es necesario conocer y entender las exigencias mínimas de la máquina para mejor administrar la información que se debe procesar.

Este elemento de rigor representa poco menos que una exigencia imprescindible para que el ordenador pueda cumplir su misión, dado que su lenguaje es bastante reducido. En cuanto a posibilidades, hay que asumir los condicionantes del ordenador para que la máquina responda adecuadamente a las tareas que se le encomiendan.

Nuevas habilidades, actitudes nuevas

Los cambios citados hasta ahora suponen una recalificación de los puestos de trabajo ocupados por usuarios de ordenadores. Esta revalorización comporta una serie de nuevos conocimientos y actitudes:

- atención,
- habilidad para interpretar la información con rapidez,
- mayor responsabilidad,
- conocimiento de los procesos,

– capacidad para valorar y tomar decisiones,
– concentración,
– buena memoria,
– capacidad analítica.

Todas estas características responden a una realidad futura, porque se debe considerar que los ordenadores funcionan mediante unos sistemas complejos, con un lenguaje y una forma de trabajo de tipo lógico-formal. La posibilidad de extraer del ordenador todos los recursos que pone al alcance del usuario exigirá cada vez más del mismo un modelo de actitud que se configurará sin duda alrededor de los elementos reseñados.

Cambios en la organización de las empresas

En los anteriores apartados se ha hecho referencia a los cambios que genera la informática en los hábitos de trabajo. Pero ¿qué sucede en el ámbito organizativo de la empresa? Se analizan a continuación, en primer lugar, los cambios estructurales en la organización interna y, más adelante, las variaciones de tipo interrelacional.

Con la implantación de la informática en las empresas surge el departamento informático. En sus inicios, esta sección dependía directamente de los departamentos administrativos y financieros, desde los que se establecían los objetivos a seguir, los proyectos, etc. Sin embargo, a medida que la dirección de la empresa fue adquiriendo mayor experiencia en este terreno, el departamento informático pasó a depender en gran medida de la propia dirección.

Las ventajas que comporta la introducción del ordenador son muchas y variadas. Una de ellas ha sido la mejora considerable de los circuitos administrativos de la empresa. El departamento administrativo ha experimentado un gran incremento en la rentabilidad y agilidad de sus procesos, lo que no ha venido acompañado por los necesarios cambios cualitativos, es decir, se hacen las mismas tareas, pero simplemente mejoradas.

No se puede sostener lo mismo cuando se discuten los procesos de producción en la industria. En este ámbito la informática ha generado cambios realmente importantes.

A pesar de las ventajas que comporta el proceso de incorporación de la informática en cualquier empresa, ésta debe hacer frente, demasiado a menudo, a una serie de problemas de tipo organizativo. Este tipo de obstáculos son la causa principal del retraso formativo por parte de la mayoría de usuarios y un problema real que dificulta el acceso normal del no experto a las posibilidades de la informática.

El procedimiento habitual en un sistema informático se conduce generalmente de una forma lógica y sistemática, siguiendo una pauta de secuencias lógicas. Todo ello supone que cualquier proyecto de mecanización debería partir de una estructuración previa bien organizada, entendida como paso imprescindible ante el reto que implica una aplicación informática.

Lamentablemente, esto no es siempre así. El propio hecho de realizar manualmente cualquier actividad implica, por sí solo, cierto grado de improvisación. Sería éste, pues, el obstáculo más grave ante la decisión de mecanizar los proyectos más diversos. El primer paso del usuario, previo a la informatización, debería ser el conocimiento preciso y global de su profesión.

No debe confundirse, como ocurre a menudo, informática con organización. El ordenador no está capacitado para

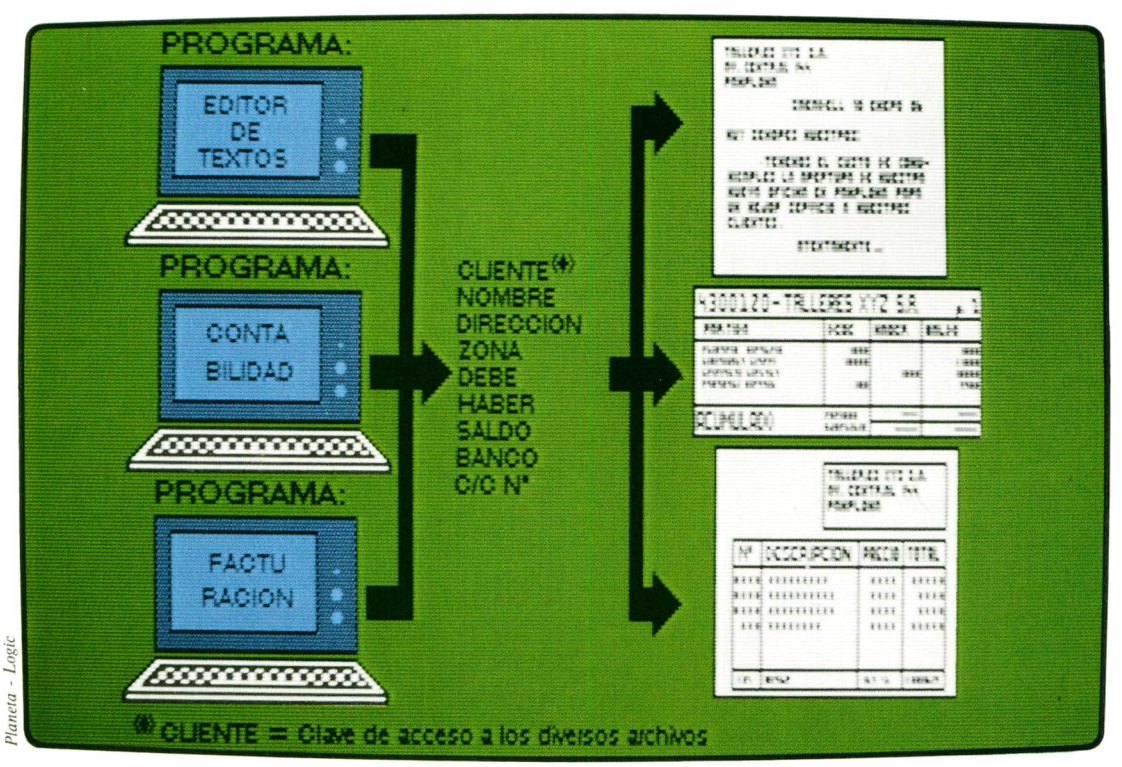


Diagrama de una ficha de un cliente al cual pueden tener acceso diversos departamentos de una misma empresa.

Planeta - Logic



Firo Foto

Con la implantación de la informática en las empresas surge el departamento informático.

resolver problemas organizativos. Su verdadera misión consiste en el procesamiento rápido y fiable de los datos, a condición de recibir la información bien definida y tener estructuradas, paso a paso, las diversas operaciones que la máquina debe realizar.

Junto a esa necesaria organización previa, sea a nivel individual o en el ámbito del departamento, se hace cada vez más imprescindible, por parte de los órganos directivos, una visión clara de los objetivos que pueden alcanzarse con la introducción de las nuevas tecnologías, así como una mayor capacidad en la toma de decisiones a este respecto. Son dos elementos básicos en la implantación de un sistema informático idóneo.

Los logros en productividad que se pueden conseguir con estos nuevos recursos tecnológicos son siempre importantes, pero se ven mediatizados por dos variables muy relacionadas, como son las responsabilidades de los especialistas y las expectativas en la dirección. El éxito en el desarrollo de cualquier aplicación requiere normalmente el concurso de un integrante del departamento que haga de intermediario entre los especialistas informáticos y los potenciales usuarios. Como mediador, deberá hacer frente a un gran número de problemas que surgen al realizar su misión. El rol que ejecuta puede derivar hacia lo informal con cierta facilidad, al verse obligado a atender, por una parte, necesidades concretas mientras que por otro lado ha de resolver un buen número de imprevistos que no se corresponden con su tarea habitual y atañen más bien a la dirección.

En consecuencia, un intermediario de este tipo puede hallar grandes dificultades en el cumplimiento de esa doble responsabilidad, la que le es propia y la de la toma de decisiones que no le competen. Esta clase de obstáculos se han malinterpretado a menudo por causa de una planificación excesivamente optimista en el desarrollo de una aplicación.

La introducción de la informática en la empresa debería inducir a un aumento de la formación de los altos directivos, con la finalidad primordial de elevar su grado de capacitación para la toma de decisiones por lo que se refiere al proceso informático y, al propio tiempo, con objeto de aumentar su disposición de diálogo con los técnicos informáticos, haciendo uso para ello del concurso del intermediario o mediador.

Otro punto a considerar es que los problemas que debe enfrentar una organización pueden sensibilizar a otros sectores con respecto a los potenciales peligros en el desarrollo de aplicaciones similares. Gran parte de las planificaciones se revelan inapropiadas o insuficientes, creando con ello una serie de dificultades adicionales al usuario. Una planificación correcta no se puede llevar a cabo sin consultar a los usuarios finales o a aquellos que se verán afectados en su actividad diaria que, a fin de cuentas, son los principales interesados.

Las dificultades no lo son todo. Cada vez se plantea como más necesaria una teoría general de los potenciales efectos organizativos de la informatización, para así conformar un marco adecuado en las relaciones entre las múltiples facetas de la organización y las consecuencias o exigencias que se derivan de la implantación del ordenador en la empresa.

En cuanto a los efectos sociológicos de la informática en el trabajo, se pueden reseñar dos conjuntos de variables que afectan a la organización: las consideradas de efecto sociológico directo y las de tipo indirecto. Entre las primeras cabe señalar el nivel de ocupación, el papel funcional del hombre en la organización y los aspectos y organizaciones del poder. En cuanto a las variables de tipo indirecto, se pueden apuntar la satisfacción en el trabajo, la alienación y la intimidad.

En un sentido parecido, se puede descubrir una relación bastante diáfana entre las tres consecuencias principales que pueden derivarse de la informatización: el impacto de las tecnologías informáticas en la organización, su impacto en el individuo, por lo que atañe a su relación con la organización, y, finalmente, el impacto sobre el individuo como usuario que «dialoga» con el ordenador.

Una gran mayoría de los casos parecen abonar los efectos descritos tanto en la forma de trabajo como en la propia organización.

Si en un principio la operatividad de los resultados puede verse afectada ante las dificultades de tipo organizativo, el futuro traerá, sin duda, una época de grandes logros y expectativas en cuanto el sistema de gestión se adapte a los nuevos métodos de trabajo.

El contraste entre las necesidades de la empresa: resultados formativos. Evolución futura

La decisiva introducción de la informática en la empresa ha generado unas nuevas necesidades en recursos humanos. La consolidación de este proceso ha de hacer frente al grave problema que supone la escasez de personal suficientemente preparado para cubrir tal demanda social de trabajo.

El conflicto radica en que las actuales ofertas de recursos formativos presentes en el mercado no se adaptan, excepto casos aislados, a las exigencias formativas que se derivan de esta forma renovada de trabajar.

Todo ello se manifiesta en diversos aspectos. En primer lugar, son los centros de formación escolar, con sus actuales planes de estudio, los primeros que generan y forman a los futuros profesionales. Por desgracia, la mayoría de los conocimientos que se adquieren en tales instituciones no posibilitan el acceso a un puesto de trabajo adecuado.

Los centros de formación profesional, universidades o escuelas técnicas son los encargados de preparar actualmente a los interesados en la adecuada formación técnica, pero, sin embargo, parecen no tener en cuenta la importancia de introducir ciertos niveles de formación relacionados con las posibles aplicaciones de las nuevas tecnologías a uno de los ámbitos laborales.

Cuando para los alumnos llega el momento de afrontar el mundo real del trabajo con la creciente participación de la informática, no podrán desarrollarse ni integrarse a los

Los directivos de las empresas deben coordinar los avances que proporciona la informática para lograr una mayor rentabilidad.



Planeta - Logic



A.G.E.

Los centros de formación profesional, universidades o escuelas técnicas son los encargados de proporcionar la adecuada formación técnica. En la foto, estudiantes de informática en la Universidad de Maryland, Estados Unidos.

nuevos requerimientos laborales a menos que hayan recibido unas nociones mínimas sobre las funciones potenciales del ordenador aplicadas a su sector profesional. Es de lamentar una vez más este desfase entre la educación recibida y los imperativos de la realidad actual. La reiteración en el error supone para los adolescentes la renuncia a las posibilidades futuras, a cambio de recibir una formación desfasada y alejada de la realidad.

Para introducirse con la solidez suficiente en las nuevas tareas que incorporen, en un futuro próximo, el ordenador como una herramienta más de trabajo, el público deberá saber qué ventajas aporta y cómo se modifican los hábitos de trabajo cuando se generaliza la informática en el ámbito laboral. Todos estos conceptos, así como las aplicaciones potenciales o las configuraciones básicas de los sistemas, han de incorporarse a las programaciones educativas desde los diversos centros educativos para que los alumnos abandonen esas instituciones con una mejor formación que les preparará para encontrar una salida laboral.

En lo tocante a las profesiones informáticas, la situación es bastante similar. Los técnicos en informática que provienen de una facultad, como los que han cursado estudios de informática de grado medio, se ven obligados a enfrentarse a las dificultades que surgen cuando se considera que los conocimientos técnicos no bastan para trabajar en una empresa. La integración del especialista informático en el conjunto de la empresa exigirá de él, pues, junto a la capacidad puramente técnica, otra clase de formación centrada en la gestión y organización empresarial.

Cada vez más las empresas necesitadas de profesionales informáticos solicitarán una educación complementaria del tipo gestión de empresa. De éstos, el técnico en informática que se integra en la empresa ha de ser capaz de dialogar con el usuario y, por otra parte, resolver los problemas de mecanización de un proceso de forma que pueda adaptarse a los requerimientos empresariales. La posibilidad real de llevar a cabo esta transformación exige un conocimiento preciso de los circuitos administrativos y de gestión, es decir, una formación paralela a la mínima necesaria, de tipo técnico y que en la actualidad está ausente de los centros educativos para el técnico informático.

Como consecuencia de esta formación inadecuada, que emana de las propias instituciones preparatorias, la demanda en recursos humanos proveniente de las empresas se ve insatisfecha porque los profesionales que se buscan no se corresponden con la oferta real de candidatos en el mercado de trabajo, carentes en su mayor parte de las características formativas y de preparación adecuadas al puesto de trabajo solicitado.

No sólo son los jóvenes, esos futuros profesionales llamados a ocupar un puesto de trabajo, quienes necesitan una formación como la descrita. También los trabajadores que llevan cierto tiempo en el ejercicio de su profesión se enfrentan con el dilema de asimilar un nuevo aparato que

exige un renovado estilo de trabajo. El reciclaje del personal es una necesidad cada vez más urgente y que no se encuentra cubierta por la oferta formativa que existe.

La mayoría de los centros que imparten cursos de informática están capacitados para adaptarse a las exigencias reales de cualquier trabajador necesitado de un reciclaje práctico adecuado. Con todo, un buen número de estos centros sigue impartiendo unos conocimientos poco adaptados a las necesidades reales.

En la actualidad se generaliza la oferta de cursos diversos en los ámbitos de gestión, contabilidad por ordenador, CAD/CAM aplicado a los diversos sectores, paquetes integrados, etc. Todo ello supone ya un pequeño éxito. En consecuencia, empieza a extenderse una conciencia creciente, en el sentido de que los cursos de programación en los diversos lenguajes –BASIC o COBOL– que se ofrecían hasta ahora no parecen cubrir las necesidades de la inmensa mayoría de usuarios potenciales, poco necesitados de las técnicas de programación para su puesto de trabajo.

En contraste, los cursos de programación, siempre que estén bien elaborados, impartidos en extensión y de tipo práctico, pueden facilitar el acceso al mundo profesional de la informática por parte de personas que desean introducirse en él. Sin embargo, y como se ha dicho antes, la formación no será la idónea si no incorpora todos esos nuevos conocimientos.

Las técnicas de programación no pueden representar el aprendizaje necesario y práctico para esa gran mayoría de usuarios que lo que precisan es una serie de orientaciones y conocimientos mínimos sobre la forma de actuar del ordenador y, para cada caso, la formación esencial en base a una serie de programas standards aplicables al ámbito de trabajo correspondiente.

Otro problema surge al observar que, a pesar de la generalización de todo tipo de cursos adaptados a las necesidades reales del usuario, son los propios usuarios los más remisos en apreciarlos y aprovecharlos a fondo. En consecuencia, a menudo un buen número de los programas formativos dedicados a la formación y reciclaje del usuario se han de enfrentar al desinterés del mismo y a una sorprendente falta de solicitudes.

La solución a este problema debería pasar, en principio, por una toma de conciencia sobre la preparación correcta que podrían aportar los diversos cursos de introducción a la informática. Lamentablemente, gran parte de esta oferta no se plantea la posibilidad de concienciar y orientar a los alumnos de cara al trabajo con el ordenador. Y parece primar un programa educativo basado en una serie de conocimientos excesivamente técnicos e incomprensibles para la mayoría de alumnos.

Los cursos introductorios deberían ser muy sencillos, orientativos y con un alto componente de tipo práctico. El principal objetivo a alcanzar ha de ser en esencia informativo. En primer lugar demostrar al público que el ordenador no es un instrumento mágico, apto únicamente para la programación o el juego, y, más adelante, conseguir una aproximación y mayor familiarización con el mundo de la informática. Un cursillo de este tipo no tiene por qué desilusionar necesariamente al público ni mucho menos hacerles creer que «esto de la informática es demasiado complicado para mí».

Una vez conseguido el primer objetivo, en el que se pretende que el usuario se familiarice con el ordenador contemplándolo como una herramienta de trabajo más, el resto de la tarea consistirá en decidir y analizar qué tipo de formación sería la más adecuada para cada perfil profesional. Quizá, en ese preciso momento, se estará en condiciones de elegir y mantener un talante suficientemente crítico ante la gran diversidad en la oferta de recursos formativos.

Es absolutamente necesario que el usuario pierda el respeto, casi temor, a la informática y sea capaz de adquirir tanto una terminología básica como algunos conceptos mínimos sobre los diversos sistemas informáticos. Es una condición imprescindible para conseguir la necesaria capacidad de análisis sobre las posibilidades formativas en relación con la demanda laboral en cada caso.

El primer paso debe ser el de alejar la idea tan divulgada en la actualidad de que el aprendizaje inicial de los métodos de programación es el camino indispensable para introducirse en el mundo de la informática.

La integración del especialista informático en el conjunto de la empresa exigirá de él no sólo la capacidad técnica sino también una formación en el ámbito de la gestión y organización empresarial.



A.G.E.

Profesiones informáticas

Usuarios y profesionales

En los apartados anteriores se ha podido apreciar cómo la introducción de la informática repercute en la creación de nuevos perfiles profesionales de usuario. Sin embargo, los técnicos en informática también se verán implicados en el gran proceso de renovación que se impone con la centralización del ordenador. Junto a ellos, cabe reseñar la aparición del intermediario informático, entendido como un profesional buen conocedor de los instrumentos del hardware y el software que aplica a su actividad habitual. En cierta forma se podría afirmar que esta figura es la resultante del progresivo acercamiento del usuario a una disciplina o tecnología completamente externa, pero que le afecta de una manera importante. Todo ello exige no sólo el conocimiento de las herramientas específicas existentes, sino también la adquisición de una serie de conceptos más profundos, en definitiva, un cambio de actitud global.

Los profesionales de la informática no pueden ni deben permanecer al margen, porque, a medida que la tecnología progresa en sus logros, el usuario adquiere un mayor protagonismo en los diversos procesos de informatización.

Si hasta hace pocos años se consideraba al técnico informático como a un experto en determinadas metodologías, sistemas informáticos y lenguajes de programación, hoy en día conviene variar esta definición. Bajo la superficie del debate que este nuevo concepto comporta está latente la constatación generalizada de un *gap* entre usuarios y profesionales, un abismo que se viene arrastrando desde los primeros tiempos de la introducción de los ordenadores en las empresas.

El nuevo papel del técnico informático

En esta nueva definición de misiones, el conocimiento y dominio de metodologías de análisis y lenguajes de programación significará cumplir solamente con uno de los requerimientos necesarios, pero no será suficiente por sí solo para ingresar en cualquier organización o empresa. Por otra parte, el técnico ha de manifestar una actitud abierta de integración en la empresa, para lo cual debe ser fiel a tres principios básicos de actuación:

— tener capacidad para comunicarse con el resto de profesionales de la organización;

— demostrar que posee unos conocimientos suficientes de la gestión y funcionamiento de la empresa;

— poseer la destreza imprescindible para el trabajo en grupo.

Una de las cuestiones cruciales en esta relación entre la empresa y el técnico informático es la experiencia profesional. Como factor clave, se tiende a valorarle con especial atención si tenemos en cuenta las apostillas tradicionales con las que debe enfrentarse el profesional novel (desconocimiento general del mundo de la empresa y su organización interna, inexperiencia en el control de los procesos administrativos y su mecanización o, en ciertos casos, incapacidad para desarrollar el trabajo en grupo). Es un hecho probado que la experiencia profesional sólo se puede adquirir con la práctica de la profesión en un entorno



La nueva misión del técnico en informática dentro del sistema empresarial deberá caracterizarse por un deseo de implicación general en la organización de la empresa.

Planeta - Logic

adecuado. Las críticas que se sugerían habrán de superarse en una etapa de formación previa durante el desempeño de la actividad profesional.

A tenor de todo lo afirmado hasta ahora, la nueva misión del técnico en informática dentro del sistema empresarial deberá caracterizarse, en primer lugar, por un deseo de implicación general en la organización de la empresa. Se pretende, asimismo, que el profesional participe de un intercambio constante de información con el usuario, para el consiguiente enriquecimiento de ambas partes. La participación y el acceso del no experto puede suponer un rico caudal de ideas y, por otra parte, una mejora sustancial en la puesta en marcha y operación de los programas gracias a la formación que posee sobre el instrumento a utilizar. De acuerdo con esta orientación, los progresos constantes de las ciencias informáticas exigirán de este nuevo profesional la incorporación permanente de los conocimientos más recientes mediante cursos de formación o reciclaje. No basta con dominar los diversos sistemas operativos y lenguajes de programación.

Finalmente, el técnico informático tendrá que ejercer alguna de las funciones de dirección de personal, control y ejecución de programas, así como, a largo plazo, la confección de informes para dirección u otros departamentos, etc.

A.G.E.



La figura del analista-programador ha adquirido una especial relevancia en el sistema productivo de las empresas.

Perfiles profesionales

La relación que sigue comprende algunos de los perfiles profesionales en la organización clásica de un departamento de informática en una empresa cualquiera. Con ello se busca establecer algunas consideraciones sobre la evolución actual y futura de estos perfiles, referida siempre al ámbito de la pequeña o mediana empresa, usuaria preferente de los miniordenadores u ordenadores personales.

A efectos de clarificar un tanto el análisis de conjunto sería necesario distinguir entre dos ámbitos claramente diferenciados dentro del proceso informático. En primer lugar, la denominada área de sistemas, cuya actividad consiste en procurar las bases técnicas, la trama que permite optimizar el funcionamiento global de las posibles utilidades.

De entre los diversos perfiles de este sector hay que considerar como principales al técnico y al programador de sistemas. Gran conocedor del sistema en su globalidad, el técnico es el encargado de seleccionar tanto el software como el hardware adecuados a la aplicación deseada, mejorando en lo posible las características del sistema operativo. Junto a estas funciones, su tarea se complementa con la evaluación de recursos para las actividades requeridas y, además, la presentación periódica de informes a la dirección.

El programador de sistemas tiene por misión principal la implantación del software de base, así como el diseño y programación de las rutinas imprescindibles a las utilidades. Para ambos perfiles, las perspectivas van encaminadas a primar su concentración, casi exclusiva, en el ámbito de la gran empresa, los centros de cálculo, etc.

Los efectivos correspondientes al área de proyectos son, por lo general, más numerosos. Entre ellos cabe destacar las diversas categorías de analistas, tanto el funcional como el orgánico, los programadores, en su doble capacidad de

La figura del analista-programador se integrará en la estructura de la pequeña y mediana empresa.

A.G.E.





Firo Foto

Operadoras de consola introduciendo datos en los ordenadores.

analista-programador, y, finalmente, la familia de operadores y pantallistas.

El analista funcional tiene a su cargo el diseño lógico de la aplicación, así como el estudio y trazado del circuito administrativo de la empresa, con la documentación correspondiente. Las funciones propias del analista son casi imprescindibles en la empresa actual, pero la tendencia general apunta a un aumento sustancial de las actividades de asesoría y consulta.

La dimensión técnica de la utilidad la proporciona el analista orgánico. En su cometido predominan las siguientes dedicaciones: el diseño técnico de la aplicación, la comprobación posterior de su efectividad mediante juegos de pruebas, así como la implantación de los necesarios controles (seguridades internas en la explotación del proceso). De su cuenta corre también la documentación general sobre la posible aplicación y sus estructuras de funcionamiento (programas, manuales).

Una vez más parece que el futuro próximo favorecerá la concentración de este perfil profesional en empresas de servicios informáticos, centros de software y grandes empresas en general. En lo tocante a la pequeña y mediana empresa, sus funciones quedarán absorbidas por una figura que se magnifica día a día: la del analista-programador.

Uno de los perfiles más amenazados en estos años venideros es el de programador. Los programadores se sitúan en diferentes niveles de intervención a lo largo del análisis orgánico. Como características comunes a todos ellos podemos señalar el diseño y codificación de los programas informáticos, su depuración y, finalmente, la estructuración de la documentación requerida.

La función tradicional, que hasta ahora controlaban en su casi total integridad, era la codificación de la información. Pues bien, esta tarea está llamada a desaparecer debido a que los lenguajes de programación se aproximan día tras día a los elementos propios del lenguaje natural. Esta evolución imparable puede acelerar el desmarque profesional del programador en relación a los perfiles punteros en el proceso informático. Para evitarlo, el experto en programación ha de diversificar su capacitación técnica, concediendo mayor importancia a los recursos de análisis y a la renovación constante en materia de lenguajes software.

El auténtico comodín del sistema está representado por la figura del analista-programador. Las distintas publicaciones en prospectiva profesional vienen concediendo, desde hace años, una atención especial a sus posibilidades en el ámbito de la pequeña y mediana empresa. El propio hecho de que estas últimas utilicen con preferencia equipos de miniinformática y microinformática habla ya de la diversificación real de este subsector y, por lo tanto, de las inmensas posibilidades del analista-programador.

Dado que los grandes departamentos informáticos no suelen estar presentes en las empresas de tamaño medio o reducido, la tarea del analista-programador se convertirá en la suma efectiva, y a pequeña escala, de la serie más variada de actuaciones profesionales. Se le exigirá, por lo demás, el dominio de los lenguajes informáticos, capacidad de análisis y un conocimiento suficiente de los circuitos administrativos o de gestión.

Los operadores de consola o periféricos representan la base del sistema, pero no por ello son menos importantes. Su misión principal podría resumirse como «manipulación general de los diversos equipos informáticos». Incluye la introducción y el grabado de datos en el soporte adecuado, el control del buen funcionamiento del ordenador y sus periféricos en la realización de una cierta tarea, etc. La descentralización progresiva de los equipos, la mayor intercomunicación y la aproximación creciente de los recursos informáticos a las necesidades del usuario convierten al operador en poco menos que un mediador innecesario y todo parece indicar que su presencia quedará reducida a los entornos dotados de grandes sistemas.

Funcionarios públicos

Informatización del sector público

Si bien es cierto que las similitudes entre los sectores público y privado son numerosas, existen elementos característicos no equiparables que generan su propia problemática. En primer lugar, cabe señalar la división tradicional del sector público en departamentos. Hoy por hoy estas unidades administrativas disponen de servicios informáticos de tipo centralizado, lo que convierte al departamento en un verdadero usuario, en contacto permanente con el núcleo de comunicaciones.

En un futuro cercano, los programas del tipo base de datos pasarán a ser imprescindibles en cualquier servicio administrativo. El necesario conocimiento de los procesos del circuito de la gestión pública, paso previo exigible a sus profesionales funcionarios, se verá incrementado con esta clase de programas, que permiten un manejo rápido y fiable de grandes volúmenes de información por parte de usuarios sin un nivel excesivamente elevado. Las tendencias actuales se inclinan a considerar que son los usuarios con un grado de conocimientos de tipo intermedio los perfiles profesionales de los que estará cada vez más necesitada la administración pública en todos sus departamentos.

Entre las principales tareas directivas, dentro de la ordenación en departamentos, hay que destacar la del jefe de la sección de personal. Las características de su trabajo exigen una visión global, capaz de contemplar con rigor y exactitud las situaciones que puedan derivarse de la gestión de personal. Para todo ello le será útil poseer un conocimiento general de los procesos con el concurso de la base de datos, ya que un seguimiento atento de su funcionamiento habitual le permitirá mejorar apreciablemente la toma de decisiones.

Perfiles profesionales

La racionalización de los procesos que lleva aparejada la gestión informática incidirá de manera especial sobre el conjunto del personal técnico administrativo. En una aproximación inicial como ésta nos limitaremos a señalar algunos de los cambios previsibles en ciertas funciones profesionales habituales en los circuitos administrativos. Entre ellas la del experto en el tratamiento mecanizado de nóminas, el técnico de servicios especiales con sus posibles colaboradores técnicos y, finalmente, las tareas del administrativo, a menudo similares en el mundo empresarial. El experto en nóminas se vislumbra como una síntesis, cada vez más necesaria e importante, entre el conocedor de los temas de gestión administrativa y el técnico informático de grado medio. La complejidad de su función exigirá el concurso de la base de datos en la confección de informes, así como el recurso ocasional a los lenguajes de usuario.

En el papel de intermediario entre las bases de datos y el usuario no experto surge la figura del técnico de servicios especiales. La gran diversidad de tareas que realiza exige una atención más pormenorizada en los casos específicos, destacando aspectos concretos y las previsibles variaciones que la introducción informática podría suponer. En este sentido, y desde un punto de vista general, el técnico de servicios participa de una amplia gama de tareas potenciales y es por ello que las exigencias de preparación puramente informática aparecen día a día como más deseables. Su formación incluirá el dominio de las bases de datos, hojas electrónicas y ligeras nociones de programación.

En la base del organigrama de la gestión pública nos hallamos con la función del administrativo. El futuro exigirá de él una mayor preparación cara a la optimización de sus tareas tradicionales. Los trabajos de oficina, la distribución y codificación de la información le convertirán en usuario de las consabidas bases de datos y principalmente de los programas destinados al tratamiento de textos, una herramienta imprescindible destinada a facilitar la transmisión de información que genera cualquier centro administrativo, sea público o privado.

El futuro exigirá del personal de la función administrativa una mayor preparación de cara a la optimización de sus tareas tradicionales.



Alain Mingam - Gamma

Informática y empleo

1 Robótica y sociedad
2 La revolución robótica
3 Consecuencias sociales
4 Panorama de la robótica
5 Automatización

Los efectos de la informática (junto con la electrónica y las comunicaciones) en la estructura social y económica de los países pueden estudiarse bajo dos puntos de vista:

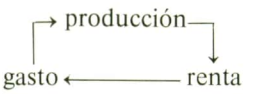
– aspectos macroeconómicos, que afectan a la economía como un todo, de forma global;

– aspectos microeconómicos, que afectan a los diversos sectores económicos de forma específica.

A fin de situar de forma conveniente el papel de la informática dentro de la economía, bajo un enfoque macroeconómico, recordemos los tres aspectos macroeconómicos más relevantes.

Flujo económico fundamental

El proceso económico global se puede representar gráficamente con ayuda del esquema del flujo económico fundamental:



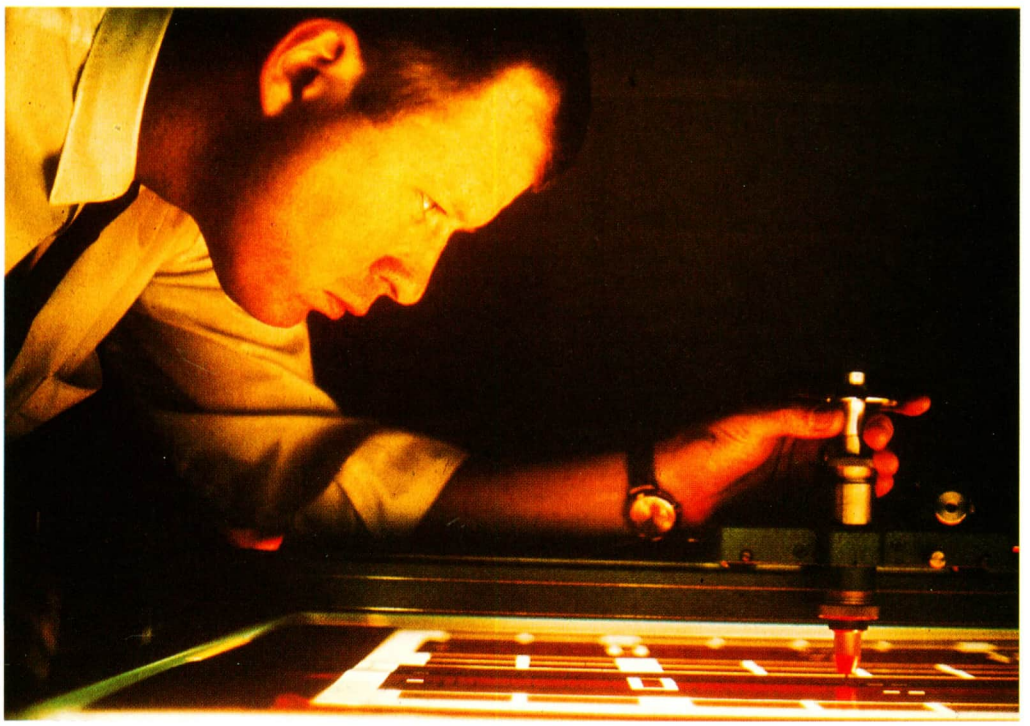
Mediante los factores o inputs productivos (recursos naturales, trabajo humano, equipo e instalaciones) y gracias a los conocimientos tecnológicos de que dispone una sociedad, se producen los bienes y servicios para satisfacer las necesidades de consumo e inversión de las personas que componen dicha sociedad (lo que se denomina producto nacional). Los diferentes factores que intervienen reciben como contraprestación una renta o ingreso (salarios, sueldos, intereses, alquileres, impuestos, etc.), que al cabo de un cierto tiempo es gastado en la adquisición de bienes producidos.

Para que este ciclo esté equilibrado y las crisis no aparezcan es preciso que todo lo producido se adquiera finalmente, para lo cual es preciso que, además de los



Novak - Aisa

El nuevo personal de las fábricas alcanzará niveles de tecnificación muy elevados, debido a la introducción de la monitorización informática.



Photri - Aisa

Ensamblaje de placas de circuitos integrados, uno de los elementos más representativos de la era informática.

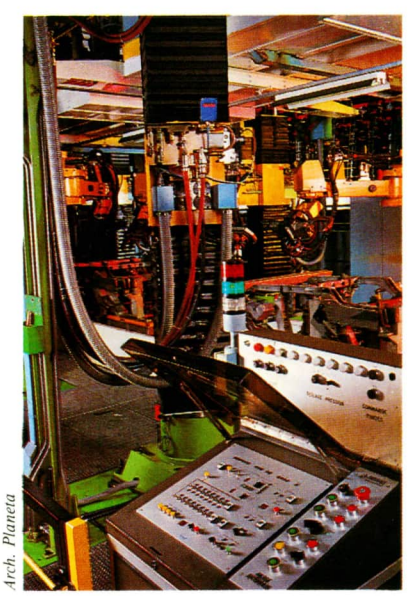
gastos en bienes de consumo, el ahorro total acumulado por una sociedad sea gastado efectivamente en la adquisición de bienes de inversión (maquinaria, equipos productivos, etc.).

A pesar de que constituye una de las características menos agradables de nuestro sistema económico, debemos tener bien presente que esta circulación o flujo económico fundamental no está siempre equilibrada, sino que, por el contrario, el ciclo económico es consustancial con la economía de mercado o capitalista. Es decir, la actividad económica fluctúa constantemente, y a los períodos de expansión (de la producción, del consumo, de la renta de las familias) les siguen períodos de recesión o depresión, que se conocen como crisis económica. Las causas pueden ser muy diversas (caída de la tasa de beneficio, superproducción, desequilibrios entre sectores). Todas ellas evitan que se cumpla la llamada ley de Say de equilibrio general entre la oferta y la demanda.

Pero junto a estas causas internas existe una causa exógena que siempre ha actuado sobre el ciclo económico: la innovación tecnológica. El estímulo del mercado y de la competencia mueve continuamente a introducir nuevos productos y procesos de producción cada vez más competitivos. Entre éstos destacan las denominadas innovaciones radicales, es decir, aquellas que arrastran consigo al conjunto de la economía, puesto que justifican grandes inversiones en capital fijo (maquinaria, equipo industrial, infraestructura) y capital circulante (mano de obra, materias primas) produciendo un largo ciclo ascendente. A lo largo de la historia económica cabría considerar como tales la máquina de vapor y la metalurgia del hierro (primera revolución industrial) junto con el ferrocarril. Más adelante, con la segunda revolución industrial de inicios del siglo XX, la electricidad, los avances en química y el automóvil.

Hoy en día se están desarrollando investigaciones destinadas a lograr objetivos insospechables en campos como las nuevas fuentes de energía, la bioingeniería y sobre todo la informática (junto con la electrónica y las comunicaciones). Limitándonos al tema que nos ocupa, cabe preguntarse si la informática (o mejor, el conjunto de innovaciones que nacen de la intersección entre la microelectrónica, la informática y las comunicaciones) podrá constituir también una innovación fundamental que a largo plazo inicie por sí sola una fase ascendente del ciclo económico. A este respecto, se observa lo siguiente:

Robot de seis ejes dotado de su propio equipo de cálculo.



Arch. Planeta



Paolo Koch - Firo Foto

Las industrias de máquinas y material informáticos están creando muchos puestos de trabajo: sala de montaje de ordenadores IBM en Poughkeepsie, Nueva York.

a) Se trata de un sector productivo, que no necesita de inputs masivos (mano de obra, materiales, maquinaria) por unidad producida —pensamos en la miniaturización de los componentes electrónicos—. Pero sí precisa de inputs muy cualificados (técnicos, ciertos materiales), a diferencia de la locomotora o del automóvil, que exigen muchos kilogramos de hierro, horas de trabajo, etc.

b) Los productos del sector informático van destinados bien al consumo final (sustituyendo demandas existentes por otras nuevas), bien a otros sectores, como equipo (microprocesadores para máquinas-herramienta, ordenadores para oficinas, robots para cadenas productivas), o al reciclaje de productos existentes (juguetería, balanzas, automóviles) con la incorporación de microordenadores.

Características comunes de los inputs informáticos, al ser incorporados en otros sectores, son:

— producen un incremento de la productividad por trabajador;

— representan una sustitución del factor trabajo por el factor capital;

— se aplican preferentemente en inversiones de mejora o sustitución, no de ampliación.

En resumen, permiten producir los mismos productos, en menos tiempo y con menos mano de obra, o bien productos de mayor calidad y fiabilidad. Sin embargo, la introducción de la informática induce una disminución de la ocupación, lo cual repercute en un aumento del paro, especialmente en países tecnológicamente dependientes, como España.

Tal como señala Alexander King en su artículo *Nueva revolución industrial o simplemente otra tecnología*, la microelectrónica provocará una situación transitoria de desempleo, pero la resultante final dependerá del contexto general económico y social (acción de los gobiernos, tendencia global del ciclo económico, replanteamiento de los conceptos de trabajo productivo y distribución de la renta).

Economía de mercado

Nuestras economías se denominan economías de mercado debido a que este mecanismo es el que asigna los recursos económicos de la siguiente manera:

— Qué se debe producir: todos aquellos bienes y servicios para los cuales existe una demanda solvente.

— Cómo se debe producir: a través de empresas individuales que determinan la oferta de dichos bienes y cuyo fin es el conseguir beneficios de forma competitiva, en base a sus costes de producción.

— Para quién se debe producir: para los individuos que componen la sociedad, en función de la distribución de la renta existente.

A pesar de que existen numerosas desviaciones de esta norma (monopolios, intervención estatal, servicios públicos), podemos afirmar que las economías de los países denominados occidentales son fundamentalmente economías de mercado, en el sentido de que existe un mercado para cada bien. El mercado es la institución que determina el precio, en base a la interacción entre la oferta y la demanda.

Se trata, pues, de un sistema de precios, con un precio asignado a cada bien. En base a estos precios los actores de la economía (familias o consumidores, empresarios o productores) conducen sus programas de consumo y/o producción.

Este sistema de precios representa y resume una enorme cantidad de flujos de información sobre las demandas individuales, los costes de cada empresa, etc., que, junto

con el uso del dinero en las transacciones (compras y ventas), permite un aumento gigantesco de la productividad y un ahorro de:

– costes en la búsqueda de información,
– costes de transacción.

La salida final de la crisis vendrá dada por el comportamiento del conjunto de los sectores económicos y dentro de éstos, de la inversión. Los sectores de la electrónica y la informática representan una pequeña parte, aunque muy dinámica, de estos sectores económicos.

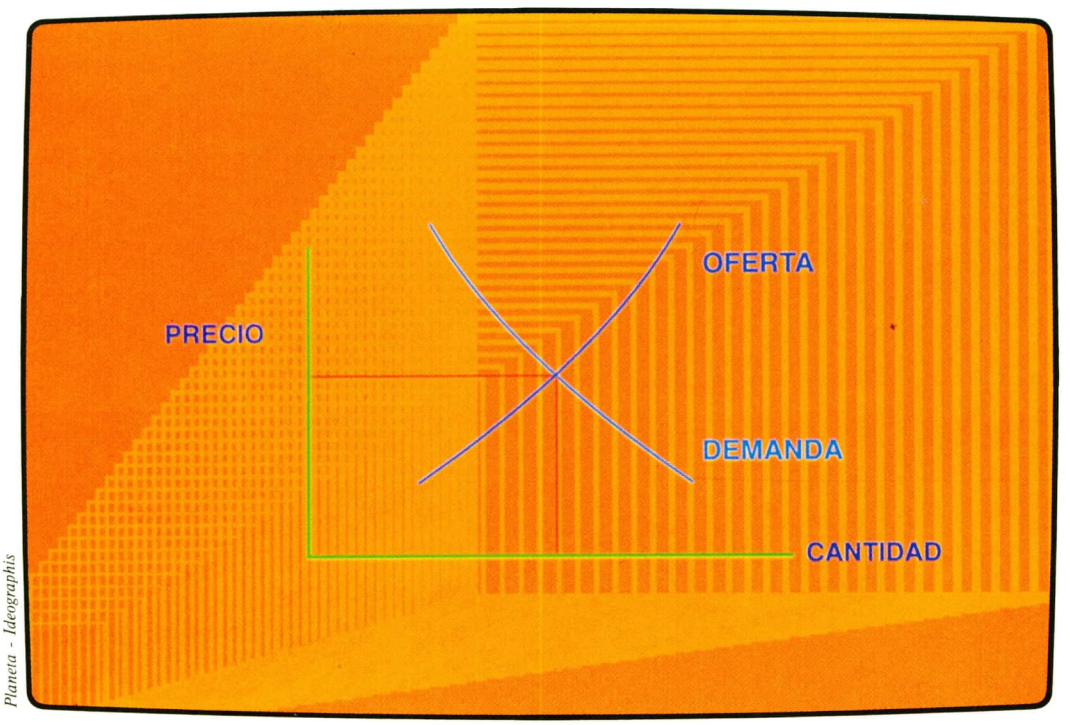
Si se considera el funcionamiento de la economía de mercado, basado en el juego entre la oferta y la demanda, la introducción de la informática es imparable, por cuanto mejora la competitividad de las empresas mediante la disminución de los costes de transformación o de gestión. Pero este proceso se ha dado en una fase descendente del ciclo largo económico, que a nivel mundial se inició en 1973. El período 1945-1973 fue una fase de expansión económica sin precedentes en la historia del capitalismo, que estuvo motivada por causas diversas, entre las que destacan la reconstrucción de los bienes de capital destruido en la segunda guerra mundial y las inmensas oportunidades de inversión productiva (automóviles, electricidad). La actual fase descendente, se hubiera iniciado igualmente, con o sin crisis petrolífera, por cuanto los estímulos a la inversión (caída de la tasa de ganancia) ya estaban fallando antes de 1973.

No se puede negar que la introducción de la informática ha hecho más difíciles las cosas a corto plazo, aunque a largo plazo pueda representar una mejora para todos. Veámoslo mediante una perspectiva histórica. Como indica la economista británica Joan Robinson, el capitalismo industrial se inicia según el sistema de la factoría o fábrica, en donde, mediante la acumulación de tecnologías intensivas en maquinaria, trabajo y energía, se podrían aprovechar las economías de escala y el control de la fuerza de trabajo. El sistema capitalista se inició de hecho en los siglos XVIII y XIX, sustituyendo la producción de los artesanos agrupados en gremios por el trabajo de productores no cualificados (a veces mujeres o niños) agrupados en factorías que permitían una mayor especialización y división del trabajo. Es típico el caso de los luditas, trabajadores británicos que a principios del siglo XIX destruían las máquinas textiles que eliminaban sus puestos de trabajo.

La elevada productividad permitía la generación de plusvalía y su reinversión. Sin embargo, ya a principios del siglo XX se manifestó una reducción relativa del número de trabajadores directos, a la vez que una progresiva estandarización del trabajo directo (taylorismo).

Esta baja era compensada con el empleo creciente, dentro y fuera de la empresa, de trabajadores indirectos (supervisión, mantenimiento, servicios generales, administrativos). El recurso a esta fuerza de trabajo permitía absorber el excedente productivo y mantener un empleo elevado, como indican los economistas norteamericanos Sweezy y Baran. La introducción de la informática agrava, sin embargo, este proceso, por cuanto disminuye tanto el personal de producción como el personal de oficinas en una proporción y con una velocidad no igualadas hasta ahora. Como señala John Frank en su artículo *El trabajador y el puesto de trabajo*, la eliminación de trabajos no cualificados ha venido acompañada por una degradación global de los cualificados como resultado de la aplicación de la microelectrónica (con incorporación de máquinas-herramienta controladas numéricamente por ordenador, la impresión de periódicos, el trabajo de oficina). En contraste existen nuevas cualificaciones surgidas de una evolución tecnológica como la que vivimos: ingenieros de software, mecánicos de robots.

Esquema de interacción entre la oferta y la demanda.



Planeta - Ideographis



Zardoya

Sala esterilizada utilizada para la producción experimental de circuitos integrados en la empresa Philips en Eindhoven, Países Bajos.

La electrónica y la informática han transformado el propio marco de relaciones laborales, especial a conceptos como intensidad, aislamiento, control y supervisión.

Ante esta nueva situación, que permite el mantenimiento de la misma producción global empleando para ello un menor número de trabajadores, existen dos salidas para un determinado país:

– Un reajuste global de plantillas pactado entre las organizaciones sindicales y patronales (con el arbitraje del gobierno), a fin de mantener la competitividad dentro del mercado mundial, junto con el establecimiento de un sistema de ayudas a la recualificación de los trabajadores, con los subsidios oportunos.

– Una escisión entre unos sectores de tecnología avanzada, con elevada productividad y pocos trabajadores muy bien pagados, y el resto de sectores de tecnologías maduras, con mano de obra menos productiva y peor pagada. Una división similar favorecería sin duda el florecimiento de la economía sumergida.

Economías dinámicas

Los dos aspectos anteriores se refieren a un enfoque estático de la economía. Pero es evidente que nuestras economías son dinámicas. Desde los inicios del sistema capitalista, a finales del siglo XVIII, los países desarrollados han conseguido un gigantesco incremento del producto nacional per cápita mediante un complejo conjunto de factores (acumulación de capital productivo, cambios sociales), entre los que destaca la innovación tecnológica. El afamado economista Joseph Alois Schumpeter describió el crecimiento económico bajo el capitalismo como un proceso de creación destructora mediante el cual los productos o procesos antiguos se ven desplazados por los nuevos, mucho más competitivos.

Gracias a la investigación y el desarrollo, se descubren nuevas ideas y conocimientos que luego se traducirán en productos de menor coste que los anteriores, mediante nuevos procesos productivos que permiten rebajar los costes. La motivación para la innovación tecnológica es de tipo económico: las empresas o individuos que conocen o dominan la nueva tecnología son capaces de conseguir elevados beneficios mientras ostentan el monopolio temporal de aquélla. Se trata de un proceso incesante, para el que hace falta un cuerpo de conocimientos científicos y técnicos y una aplicación económica de éstos al mercado y para el cual son imprescindibles tanto el científico y el técnico como el empresario innovador. La justificación macroeconómica de este proceso es, a pesar de las tensiones y crisis que provoca transitoriamente, el enorme incremento de la producción real o física por habitante, con el aumento consiguiente del bienestar en términos materiales, que permite satisfacer mejor las más viejas necesidades humanas (alimento, vestido, vivienda, sanidad) y las nuevas necesidades, más sofisticadas (transporte, comunicación, educación, ocio).

Desde este punto de vista, las repercusiones de la informática sobre la economía de mercado considerada globalmente (no sobre ciertos mercados microeconómicos) afectan a la esencia del mecanismo global, por cuanto posibilitan un incremento, sin límites aparentes, del tratamiento y la transmisión de la información, que es el recurso más escaso en toda sociedad y que permite actuar sobre los factores clásicos de la producción: recursos naturales, trabajo y equipo productivo.

Bruno Lamborghini, en su artículo *Repercusión de la microelectrónica en la empresa*, señala que la innovación

informática no se limita a un simple proceso de sustitución del trabajo humano administrativo por máquinas, sino que afecta a la misma organización y dirección del mismo (no sólo en la producción o rutinas administrativas). Así se facilita la existencia de grandes empresas que centralizan la estrategia a largo plazo y descentralizan la gestión a corto plazo, como las modernas empresas multinacionales.

La existencia de una sociedad basada en la información instantánea y a bajo coste (el concepto de *aldea global* del pensador de la comunicación Mac Luhan) debería permitir más competencia en los mercados nacionales y mundiales especialmente en lo que concierne a materias primas y servicios financieros. Sin embargo, Klans Lenk en su *Tecnología de la información y sociedad* nos previene contra los peligros de la centralización de la información en las empresas y en la administración pública, sobre el control de los individuos. En el ámbito de los mercados, esta centralización puede favorecer la existencia de acuerdos entre las grandes empresas oligopolistas, en detrimento de la competencia.

Además de las relaciones mutuas entre la innovación informática y el ciclo económico, ya analizadas, debemos mencionar, dentro de una perspectiva a largo plazo de la economía, la existencia de una polémica sobre los límites del crecimiento económico —donde destacan instituciones como el Club de Roma— y la idea de que debería haber un crecimiento cero de la producción, a fin de que los recursos limitados (minerales, combustibles, tierra cultivable) no se agotasen antes de la presente generación. Dentro de este contexto, la actual crisis económica ha llevado a economistas críticos como André Gorz o Chevalier a postular que la salida debe ser «la realización de la utopía», es decir, que el objetivo macroeconómico de una sociedad debería ser crecer cualitativamente, no cuantitativamente. Esto se podría concretar en la distribución del trabajo para, de esta forma, producir los bienes básicos entre todos los miembros de una sociedad. Todo ello posibilitaría una jornada de trabajo reducida (de 4 a 6 horas/día, por ejemplo) y un salario básico para toda la población. El resto del tiempo se dedicaría a servicios cualificados o al desarrollo personal.

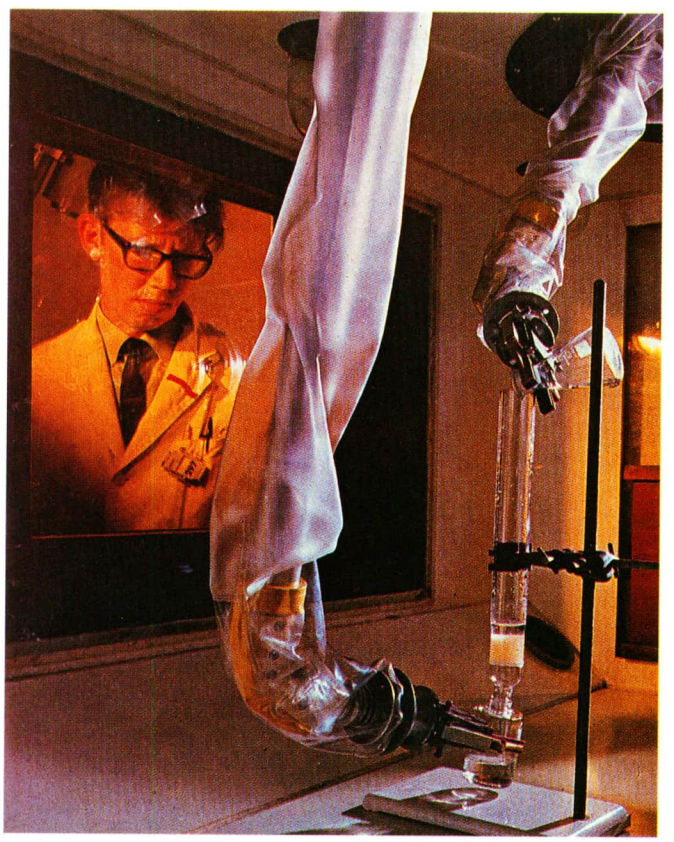
Es evidente que la revolución microelectrónica en marcha podría posibilitar esta utopía, pero se requeriría un consenso social que no parece muy factible en la actualidad. En este sentido Gunther Friedrichs, en *Microelectrónica y macroeconómica*, señala que podría conseguirse un crecimiento cualitativo, pero la industria se debería reestructurar por completo, a través de la acción de los poderes públicos. Adam Schaff sostiene una opinión optimista basada en la educación continuada como una modalidad de ocupación universal.

Por último, no podemos olvidar que todo lo antedicho es válido para las sociedades industriales (incluida España, que no pertenece al grupo de países más avanzados), pero la mayoría de los habitantes de la Tierra viven en sociedades preindustriales o de tipo dual, con un inicio insuficiente de industrialización en algunas regiones, que conocemos con el nombre de tercer mundo. Su problema básico es la baja renta per cápita, que no es más que la contrapartida de una larga productividad, debido a la falta de un capital acumulado en forma de instalaciones industriales, infraestructura, educación, etc. Pero, además, esta baja productividad no permite dedicar suficientes recursos a la inversión y a la acumulación de capital, con lo cual se transforma en un callejón sin salida al que hay que sumar la dependencia económica y tecnológica de los países avanzados.

Juan F. Rada en *Perspectiva del tercer mundo sobre la microelectrónica* analiza la repercusión de la misma en los países en vías de desarrollo. Puede representar una pérdida de ventajas comparativas para los países que sólo poseen recursos primarios, por cuanto el peso de la tecnología en la producción es cada vez mayor.

Alexander King en *Microelectrónica e interdependencia mundial* advierte que la nueva tecnología puede afectar gravemente al crecimiento económico de los países meridionales, puesto que incluso los países industrializados deben incorporarse a las nuevas tecnologías si desean mantener su nivel de desarrollo (caso de España). Algunos estados han llegado a la industrialización más tardíamente, como es el caso de Corea, Taiwan, Brasil y México, pero en la mayoría de ocasiones son sólo desarrolladas organizaciones de montaje o ensamblaje de productos casi siempre controladas por empresas multinacionales. Una investigación libre y autónoma parece ser una condición importante para escapar del subdesarrollo.

Preparación robotizada de componentes radiofarmacéuticos a base de mercurio 197, en una cámara esterilizada de los laboratorios de The Radiochemical Centre, Ltd., en Amersham, Gran Bretaña.



A.G.E.

Robótica y sociedad

La revolución industrial

La revolución industrial produjo una profunda transformación de la sociedad, algunas de cuyas características se describen a continuación.

Proliferación de la entidad jurídica y progresiva despersonalización de las relaciones

Hasta finales de la edad media, podía decirse que no existían las relaciones impersonales ni se podían desligar fácilmente los cargos de las personas. En el renacimiento, se inicia el proceso de creación de las personas jurídicas, que tan necesarias fueron para el desarrollo de la revolución industrial. Al principio, las primeras entidades jurídicas impersonales fueron las ciudades y la Iglesia y, posteriormente, las sociedades mercantiles. Las sociedades son independientes de las personas y se puede afirmar que cada día se ha ido aumentando la separación entre empresa y persona. Basta pensar cómo las grandes empresas textiles de principio de siglo estaban asociadas a una persona o a una familia; hoy en día, esta asociación es válida en algunos casos, pero en muchos otros casos esta asociación no es posible. (Esta afirmación no es tan válida para el Japón, donde las grandes empresas siguen asociadas a una familia y las relaciones son mucho más personales y aun paternalistas.)

Para poner de manifiesto la diferencia entre las relaciones en la empresa y en la familia basta considerar que cuando una persona deja un puesto de trabajo, cualquier relación con la empresa queda rota, mientras que las relaciones familiares son duraderas, y el divorcio como caso extremo puede comportar obligaciones permanentes para con los hijos y posiblemente para con el cónyuge.

Separación empleo-familia

Antes de la revolución industrial, el lugar de trabajo, salvo en el caso de los soldados, era la propia vivienda o el campo circundante, y toda la familia participaba en la misma actividad.

Con la revolución industrial, el trabajo tiene lugar en la fábrica y, por lo tanto, se separa el puesto de trabajo del entorno familiar. Como, por otra parte, el proceso industrial ha originado el crecimiento de las ciudades, se produce una separación cada vez mayor entre la vivienda y el trabajo. Esto puede originar tensiones dentro de la institución familiar.

Traslado masivo de la población excedente del campo a las ciudades

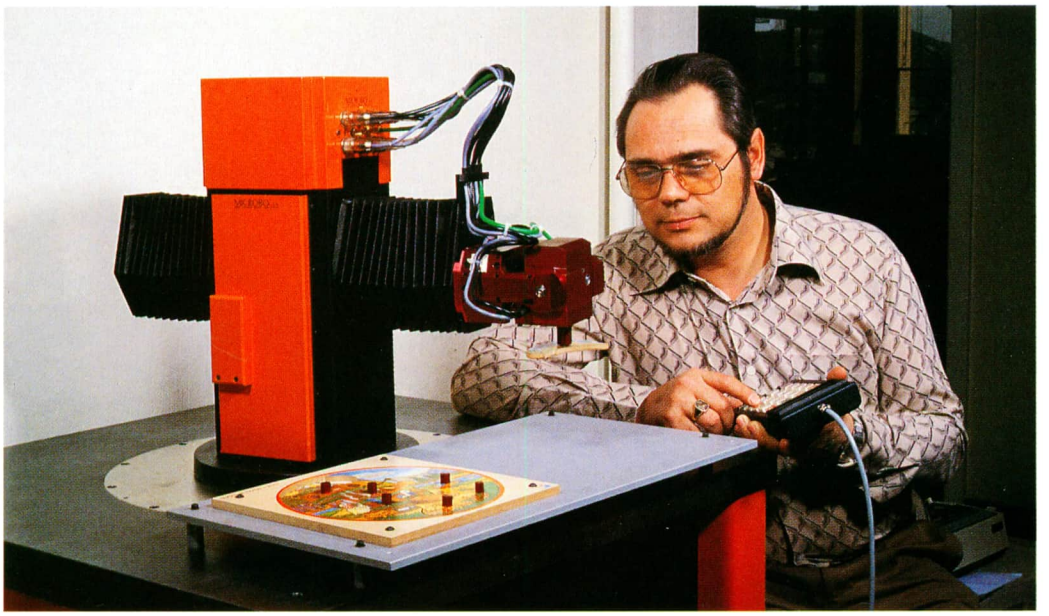
La creación de puestos de trabajo en las ciudades, junto con el desempleo producido por la mecanización en el campo, produjo un éxodo masivo de población del campo a las ciudades. Como, al propio tiempo, la fábrica necesitaba mano de obra y servicios, se originaba una simbiosis cuyo resultado final ha sido el gran aumento de población de las ciudades. Sin embargo, el proceso es algo más complejo,



A.G.E.

Programación de un robot en una factoría de Tōkyō.

Firo Foto



Un técnico especialista en software trabajando en un robot de precisión en la fábrica Microbo, en Suiza.

pues en muchos lugares, el crecimiento de las ciudades ha tenido lugar sin que se hayan creado centros industriales y puesto que las posibilidades de empleo no parecen ser mayores en la ciudad que en el campo, cabe pensar que existen otras motivaciones, además de las puramente económicas, para los movimientos de población.

La revolución informática

La revolución informática es un fenómeno actual y sus últimas consecuencias sobre la sociedad son muy difíciles de precisar, pues falta perspectiva histórica para ello. Sin embargo, podemos analizar las necesidades creadas por el proceso tecnológico.

Evolución de los procesos de la revolución industrial

Técnicamente no parece haber ninguna necesidad de continuar el proceso despersonalizador y existe una reacción social en busca de unas relaciones personales más estables frente a un mundo que cambia cada vez con mayor velocidad.

Debido a la mejora de las comunicaciones, existe la posibilidad de que se produzca una regresión en la separación empleo-familia, ya que en muchos casos es posible ahora trasladar el puesto de trabajo al propio hogar sin más que establecer las oportunas conexiones entre el ordenador del puesto de trabajo y el ordenador o la red de ordenadores de la empresa.

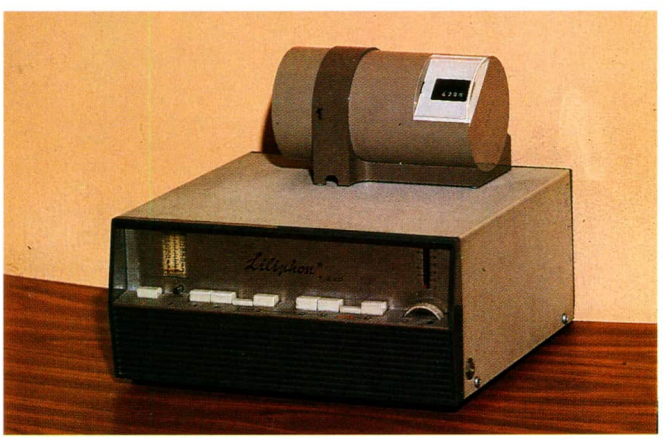
Asimismo, la mejora de las comunicaciones permite un proceso inverso al que se produjo con la revolución industrial, es decir, un regreso al campo de una parte de la población. Sin embargo, las ciudades ofrecen una serie de servicios que no ofrece el campo todavía. Lo que parece más probable es un esponjamiento de las ciudades, pues al disminuir el número de viajes necesarios al puesto de trabajo, éste puede estar más alejado del hogar.

Nuevas características de la revolución informática

La educación se verá afectada fundamentalmente mediante la introducción del ordenador en las escuelas. Esto va a permitir un abaratamiento de los costes de la enseñanza, pues una parte del tiempo del maestro podrá ser sustituida por el ordenador, con un programa adecuado. Asimismo, la asimilación de las posibilidades de la informática desde la misma escuela, va a producir importantes cambios de mentalidad, cuyas consecuencias prácticas son de difícil pronóstico.

El nivel de comunicaciones y de información disponible para una persona está aumentando de una forma espectacular en los últimos años. Si se piensa en la revolución que supuso para la cultura y la ciencia la invención de la imprenta, es de prever que se va a producir un cambio de ritmo en los avances científicos y culturales.

Los contadores telefónicos registran y controlan automáticamente las llamadas telefónicas.



Firo Foto

La revolución robótica

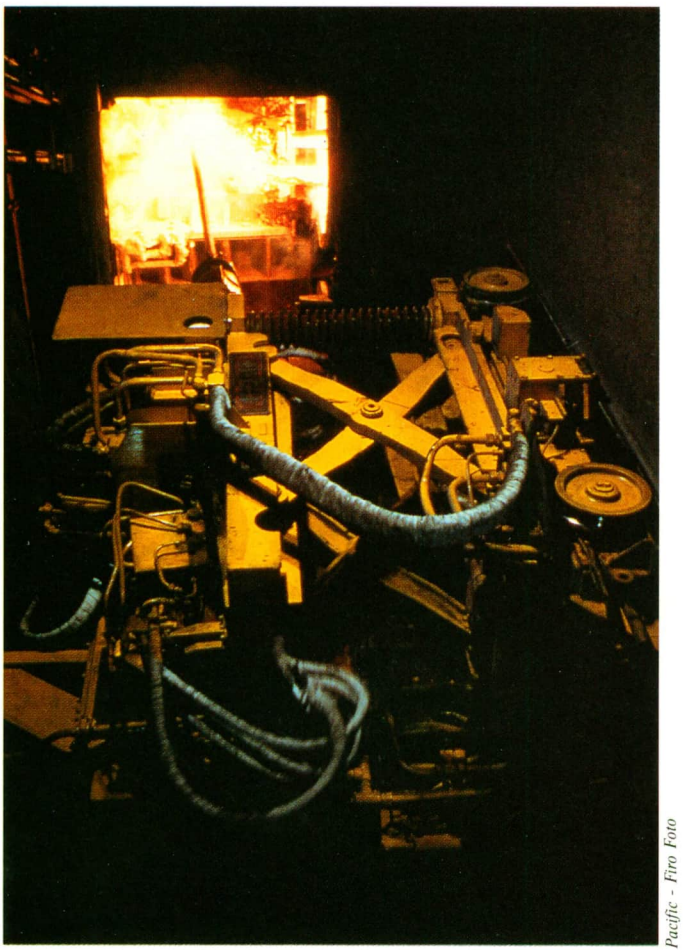
La informática aplicada a las máquinas

La robótica, en sentido amplio, es la ciencia y técnica de aplicación de la informática a las máquinas.

Una parte de las posibles utilidades de esta aplicación es la sustitución del trabajo humano por robots en las factorías. Otras aplicaciones de la robótica se irán produciendo en la vivienda, en los trabajos de construcción, en la agricultura y en otros campos.

Los robots actúan de acuerdo con una programación, que podría compararse a la programación de la persona humana o educación. La educación humana es el resultado de una evolución de la especie para adaptarse mejor a su medio ambiente y ha funcionado mediante el reforzamiento de las conductas más útiles para la misma a largo plazo.

Perforadora automática en un horno eléctrico, en la Japan Carbide Industries, en Japón.



Pacific - Firo Foto

Esto quiere decir simplemente que los grupos que han desarrollado pautas de conducta menos útiles han desaparecido o les han sido impuestas pautas de conducta de los grupos más eficaces. La programación, por el contrario y a nivel actual, no es en general evolutiva y se limita a seguir unas conductas preestablecidas. Además, la conducta de la persona humana tiene un nivel de complejidad muy superior al de los ordenadores más potentes y utiliza de forma más eficaz las relaciones analógicas complejas, que tan sólo empiezan a estudiarse en la inteligencia artificial. Asimismo, los sensores humanos, vista y oído principalmente, son de una gran eficacia y están perfectamente adaptados al propio sistema nervioso.

Por lo tanto, un robot sólo puede realizar operaciones mucho más sencillas y simples de las que son capaces de realizar las personas humanas, pero, como contrapartida, puede trabajar ininterrumpidamente durante 24 horas diarias y casi durante 340 días al año, dejando algunos días para trabajos de mantenimiento.

Un robot puede, además, realizar operaciones que una persona humana no puede realizar. Por ejemplo, dotarse de una visión de rayos X, o someterse a temperaturas impensables para una persona.

En resumen, un robot tiene una capacidad informática general muy inferior a la de una persona, pero puede realizar operaciones limitadas más rápidamente y de forma más fiable; puede soportar ambientes mucho más agresivos, puede estar dotado de sensores diferentes de los humanos y, sobre todo, puede trabajar de forma mucho más continuada que una persona.

Destrucción de trabajo no creativo

Si representamos en un diagrama la relación entre la cantidad de capital y la cantidad de trabajo necesarios para obtener una producción dada, obtenemos una curva como la de la figura de la página siguiente.

Supongamos el caso de una empresa:

– capital en maquinaria: 4 millones;

– número de horas por unidad de producto: 7.

Cuando esta empresa invierte en maquinaria comprando una máquina de 3 millones, obtiene una reducción en el tiempo de trabajo necesario que puede pasar a ser de 5 horas por unidad de producto. Es decir, nos hemos desplazado a lo largo de la curva desde el punto A al B. La situación es ahora la siguiente:

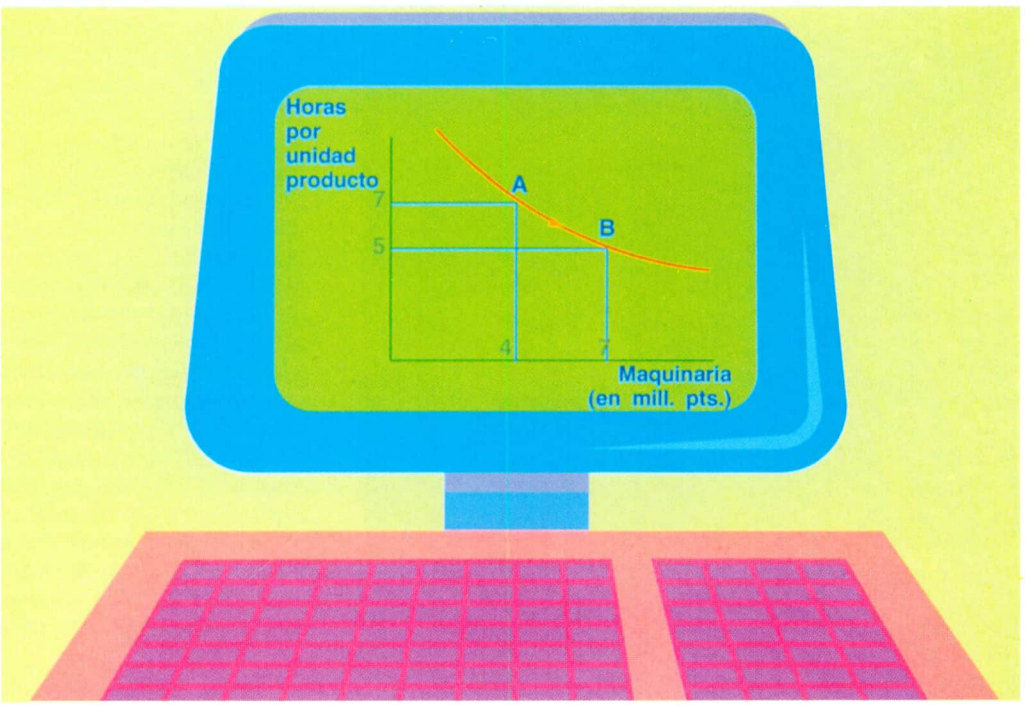
– capital en maquinaria: 7 millones;

– número de horas necesarias por unidad de producción: 5.

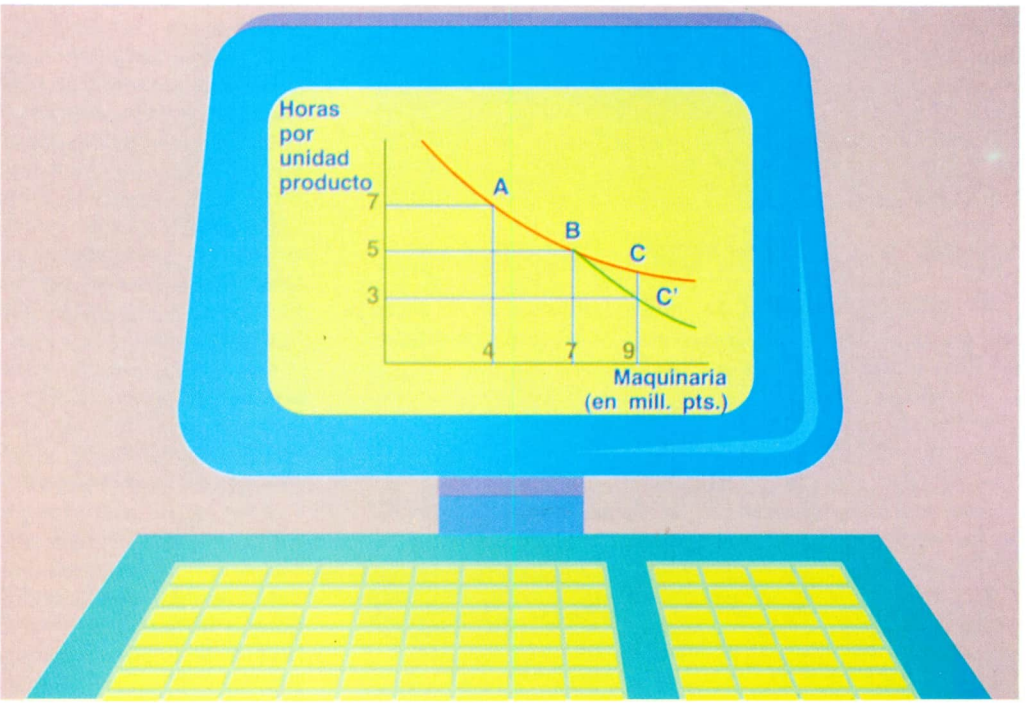
La causa que provoca este desplazamiento es, por una parte, la elevación de los costes de mano de obra, y, por otra, la aparición de innovaciones tecnológicas que modifican la curva, permitiendo mayores reducciones en tiempo de trabajo con menor capital.

La revolución robótica, como toda revolución tecnológica, viene a alterar la curva, permitiendo una fabricación casi totalmente automatizada.

Planeta - Ideographis



Planeta - Ideographis

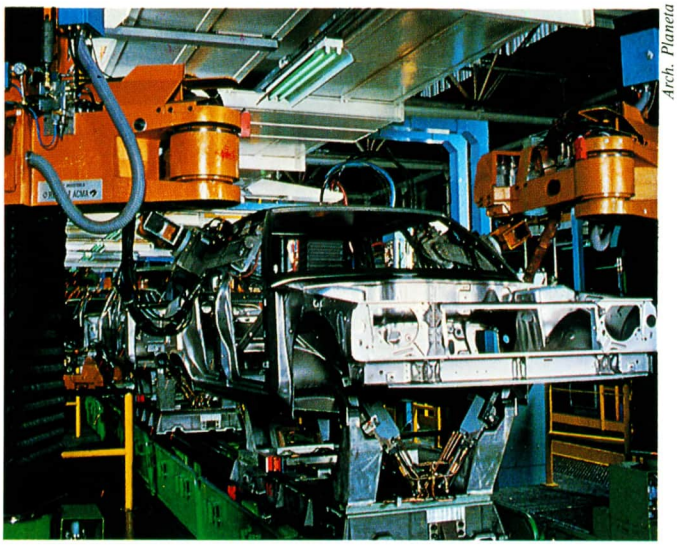


Relación entre el capital y el trabajo necesarios para obtener una producción dada.

En el caso que estamos comentando será rentable aumentar la inversión por encima del punto B reflejado en las figuras adjuntas, ya que podrán obtenerse reducciones en el número de horas muy superiores a las que se obtendrían con la tecnología anterior.

Antes, con el paso de B a C, se hubiera requerido una inversión de 2 millones y se hubiera disminuido el tiempo en 1 hora. Con la nueva tecnología se obtiene una reducción de 2 horas por pieza producida con la misma inversión (C′).

Esta situación dará lugar a la destrucción de empleo en esta fabricación, pero la inversión necesaria para ello producirá pedidos para los fabricantes de bienes de equipo (robots incluidos), creando puestos de trabajo en las oficinas de ingeniería, en los talleres de fabricación de máquinas, en las empresas de software y en las empresas de



Arch. Planeta

Línea de montaje robotizada en una industria automovilística.

componentes electrónicos. En definitiva, estamos destruyendo trabajo no creativo y creando trabajo de mayor cualificación.

Aumento de la oferta de bienes

Comparemos la oferta de bienes existente en la sociedad preindustrial con la existente en las sociedades avanzadas. En la sociedad preindustrial la oferta era de:

- comida,
- vestido,
- vivienda,
- transporte.

Analicemos la oferta actual de cada uno de estos grupos de artículos.

• **Comida.** La unidad de oferta de comestibles en cualquier mercado es superior a los comestibles disponibles en la ciudad preindustrial. Para comprobarlo, basta obtener el número de productos procedentes de otras regiones y países en cualquier supermercado, comparando con el número de artículos de procedencia local, que son los únicos, salvo contadas excepciones, que podían ofrecerse en el mercado preindustrial.

• **Vestido.** No hace falta comentar este punto, pues hasta fechas relativamente recientes era normal en la mayoría de los pueblos disponer de un vestido para el trabajo, que duraba decenas de años, y un traje para las ceremonias, que duraba toda la vida. Con este nivel de consumo, fácil es deducir que la oferta tenía que ser muy limitada.

• **Vivienda.** Es uno de los grupos de artículos menos afectado por la evolución industrial, aunque la cantidad de objetos de que dispone un hogar moderno (lavavajillas, lavadora, nevera, calefacción, etc.) es muy superior al que disponía una vivienda de algunos siglos atrás. Se comprende que estamos hablando de la vivienda media y no de las grandes mansiones y palacios, que eran privilegio de muy pocas familias.

• **Transporte.** En este apartado es donde más se ha disparado la oferta respecto al mercado tradicional. Hoy existen infinidad de posibilidades de viajar a cualquier lugar con varios medios de transporte y de forma mucho más rápida y segura que antaño. Basta pensar que durante muchos siglos el caballo y el barco de vela fueron los únicos medios de transporte. Luego, con la invención de la máquina de vapor, proliferaron en el siglo XIX los ferrocarriles y los vapores. A principios del siglo XX empiezan a usarse de forma normal los automóviles, y a partir de la mitad del siglo XX se implanta masivamente el transporte aéreo, sin que por ello dejen de evolucionar constantemente tanto el ferrocarril y los barcos como los automóviles y la aviación.

• **Nuevos productos.** Hay una serie de productos que tienen difícil equivalencia con las ofertas de épocas anteriores. Entre ellos podemos citar las comunicaciones personales, los libros, la radio y la televisión.

Si bien antiguamente existían sistemas de comunicación, correos y mensajeros, estaba al alcance de muy pocas personas poder usar de ellos. Hoy en día los teléfonos, correos y telégrafos son públicos y ponen al alcance de cualquier persona la posibilidad de comunicación con otra persona, sea cual sea el lugar donde ésta se halle.

De igual forma, los pergaminos antiguos estaban a disposición de contadísimas personas. Hoy en día podemos adquirir y consultar libros sobre cualquier tema. El único problema es la imposibilidad material de leerlos (y no digamos ya de asimilarlos) por falta de tiempo.

La radio y la televisión nos ofrecen información y espectáculo en el propio hogar sin más problema que la selección. Además de la selección de emisora, el vídeo ofrece una posibilidad más amplia de selección del espectáculo y el teletexto permitirá seleccionar la información.

Mejor ecología

La contaminación es un problema económico surgido como consecuencia del subdesarrollo y no del desarrollo. Observemos que, en general, las industrias más contaminantes son industrias obsoletas que no disponen de recursos para gastar en filtros y depuradoras.

Si la exigencia de este gasto a la empresa contaminante va a producir el cierre de la misma, es probable que las autoridades, en una economía de subdesarrollo y por lo tanto escasa de recursos, piensen que es mejor conservar una fuente de riqueza y empleo, a cerrar la empresa y destruir los puestos de trabajo.

La revolución robótica, al aumentar la oferta de bienes en una forma parecida a como lo hizo la revolución industrial, va a permitir, al menos potencialmente, una mejor ecología en las sociedades que la experimenten.

Consecuencias sociales

La transformación de la factoría tradicional a factoría robotizada

Un robot puede sustituir a una persona realizando un trabajo repetitivo y monótono en una factoría, pero el diseño y la fabricación del robot así como la adaptación de la factoría y el conjunto de máquinas y dispositivos auxiliares que forman parte de la robotización crean más de un puesto de trabajo y estos puestos de trabajo son de un nivel muy superior al trabajo que destruyen.

El esfuerzo tecnológico que supone pasar de una fabricación clásica a una fabricación robotizada no podrá realizarse en menos de una generación. Téngase en cuenta que va a ser necesario transformar y remodelar la totalidad de las industrias que se han creado en el curso de los últimos cien años.

Este proceso, suponiendo que los países subdesarrollados se incorporen a él, dará lugar a una prolongación del proceso para la adaptación y creación de industrias en los países subdesarrollados.

Los puestos de trabajo creados por la robótica no pueden ser cubiertos por personal sin preparación, sino que la demanda de trabajo será, en un porcentaje importante, para personas altamente cualificadas, y la oferta de personas capacitadas para ocupar estos puestos de trabajo requiere un esfuerzo educativo, especialmente en tecnología. Donde no exista esta oferta de personal tecnológicamente capacitado, la revolución robótica no podrá producirse.

Existe la opinión generalizada de que vivimos en un mundo con exceso de producción, que obliga a forzar el consumo, vía publicidad, y a convertirnos en consumidores de artículos que en realidad no necesitamos.

Como hemos visto, nuestro nivel de consumo es muy superior al de épocas pasadas, pero cabe preguntarse si el aumento de consumo es debido a la presión publicitaria o a la propia naturaleza humana.

Desde antes de existir la publicidad, la humanidad ha usado joyas, vestidos de ceremonia y otros productos perfectamente inútiles desde un punto de vista puramente utilitario. Si antaño no se gastaba más en objetos inútiles era porque todos los recursos se necesitaban para subsistir.

El hecho cierto es que existe una gran demanda insatisfecha, que se refleja en las tasas inflacionistas que sufren todos los países. Esta demanda insatisfecha es terriblemente mayor en los países subdesarrollados.

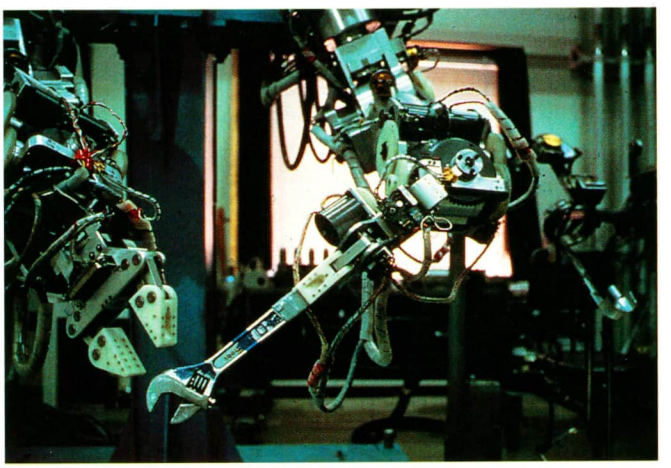
Por lo tanto, cualquier aumento de producción tiene una demanda potencial para absorberla. Lo que hace falta es disponer de mecanismos económicos que conviertan la demanda potencial en demanda solvente.

La robótica acentuará las diferencias entre países pobres y ricos

La robotización hace innecesario el traslado de industrias a países de mano de obra barata, pues la producción robótica en los países industriales deja sin sentido el montaje de industrias en países subdesarrollados para reducir el coste de la mano de obra. Además, es más fácil encontrar trabajadores de alto nivel tecnológico en los países desarrollados que en los subdesarrollados, donde generalmente hay que importar a los técnicos especialistas.

La robotización requiere mucho capital y mucha tecnología. Tanto uno como otra son muy escasas en los países subdesarrollados y, por lo tanto, no es fácil que se implanten industrias en estos países.

Pacific - Firo Foto



Robot experimental desarrollado por el Ministerio de Comercio Internacional e Industria de Japón, en el Laboratorio de Ingeniería Mecánica.

Los robots asumen la tarea de verificar el buen funcionamiento de máquinas de escribir, factoría de Olivetti; Barcelona.

X. Miseraehs - Firo Foto



Panorama de la robótica

Origen y desarrollo del robot

El origen etimológico de la palabra robot proviene del término *Robotnik* empleado por el escritor checo Karel Črapek en una obra teatral estrenada en 1920, en la que los protagonistas crean unos humanoides denominados robots, construidos con la secreta esperanza de que obedezcan y actúen al servicio del hombre.

A falta de una definición universal de la noción de robot, se debe llegar a ella pasando por varias aproximaciones y descripciones sucesivas.

El Instituto americano del robot (AIR) lo define así: «Un robot es un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales por medio de movimientos variables, programados para la realización de una serie de trabajos.»

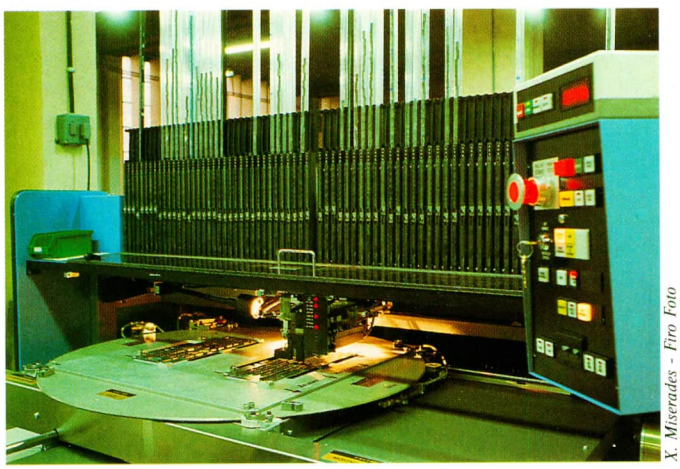
La Regie Renault lo describe como una máquina automática universal destinada a la manipulación de objetos y dotada de:

1. Capacidad de aprendizaje.
2. Percepción y retención del entorno.
3. Facultad de analizar la información.
4. Posibilidad de modificar su comportamiento.
5. Adaptación al entorno.

Otras definiciones lo describen como una máquina versátil y polivalente constituida por un sistema mecánico articulado y dotada de un sistema electrónico-informático programable, que incluye una gran variedad de dispositivos que conforman su periferia.

Como se puede constatar por estas definiciones, el robot posee unas propiedades que lo diferencian claramente de cualquier otro mecanismo.

Máquina robotizada para el montaje de componentes en circuitos, fábrica Olivetti; Barcelona.



X. Miserades - Firo Foto

En el momento actual, por muy notable que sea su desarrollo, el robot no está más que en su infancia. Su nacimiento se debe a los norteamericanos Engelberger y Devoe, y la empresa Unimation fue la primera en fabricarlo, en 1962.

Básicamente la morfología del robot se integra en seis subconjuntos:

1. Una estructura mecánica articulada o manipulador.
2. Un sistema motriz programable.
3. Un sistema de control electrónico-informático.
4. Un sistema sensorial externo-interno.
5. Un sistema de tratamiento de la información.
6. Un sistema terminal prensor o mano.

Esta configuración constituye una copia muy rudimentaria del hombre, aunque en ciertos aspectos le aventaja cuando se trata de desenvolverse en ambientes tóxicos, submarinos, espaciales, nucleares, etc.

Si nos atenemos a la dimensión mando-control, el robot industrial resulta de la conjunción de dos principios:

1. Un principio de recogida de datos físicos del entorno y de conversión de los mismos en señales eléctricas. Esta función la realizan los sensores.
2. Un principio de tratamiento de estos datos y de transmisión de la información resultante al órgano terminal o mano. Es la función encomendada a los procesadores.

Este subconjunto se denomina *logicial* o *inteligencia*. Su rápida evolución a partir de los años setenta proporciona al robot la facultad de aprendizaje y la posibilidad de registrarlo en forma de trayectoria continua o de punto a punto.

El aprendizaje

El aprendizaje constituye una técnica particular del robot, pue permite una gran simplicidad de programación. En la práctica, el aprendizaje consiste en el empleo de un terminal manipulado por un obrero que efectúa manualmente los movimientos o secuencias necesarios para realizar una determinada tarea. Las trayectorias seguidas quedan registradas en la memoria electrónica del robot, que puede reproducirlas exactamente en un proceso industrial. Se trata de la llamada programación gestual.

En el caso de un registro en trayectoria continua, éste se efectúa cada 20 milésimas de segundo, o sea, prácticamente sin interrupción. Un ejemplo de aplicación de este tipo de trayectoria lo constituye el robot de pintura. Cuando, como en el caso de los robots de soldadura por puntos, se trata de ciclos de trabajo con un número limitado de posiciones, se procede solamente al registro de los puntos obligados de la trayectoria. Lo más relevante de las técnicas de aprendizaje es que gracias a ellas se puede prescindir de los análisis de métodos y tiempos nacidos del taylorismo, que quedan convertidos hasta cierta medida en caducos.

No siempre es posible resolver un problema de manipulación con la cómoda técnica del aprendizaje. Si no se dispone del robot ni del entorno físico en el que ha de realizar su tarea, es preciso recurrir a métodos matemáticos que permitan definir en un programa la posición de todas

las articulaciones en cualquier momento. Para ello es preciso conocer la geometría del robot, determinada en uno de los cuatro tipos de coordenadas siguientes:

1. Sistema cartesiano.
2. Sistema cilíndrico.
3. Sistema polar.
4. Sistema esférico.

El problema cinemático es complejo y presenta dos alternativas:

– Problema directo: partiendo del sistema de referencia establecer la posición y orientación del elemento terminal.

– Problema inverso: partiendo de la posición de la mano, establecer la posición del sistema de referencia despejando las ecuaciones planteadas en el sistema directo. Ésta es la situación que se presenta en la práctica, conocida con el método *Tool Center Point* (TCP).

En ambos casos hay que recurrir a un camino matemático muy laborioso, desarrollado con el concurso del cálculo matricial y vectorial y apoyado en las transformaciones homogéneas. Es la denominada técnica de la programación textual, que, como todo sistema informático, precisa de un lenguaje como medio de comunicación hombre-máquina. Entre los lenguajes más conocidos empleados en robótica figuran VAL, EMILY, SIGLA y ANORAD.

Desde el punto de vista del usuario, los principales parámetros que definen un robot son los siguientes:

– grados de libertad o número de articulaciones;
– sistema de coordenadas;
– zona accesible;
– velocidad y movimientos de trabajo de la estructura;
– velocidad y movimientos de trabajo de la mano;
– repetibilidad;
– carga útil;
– tipo de accionamiento;
– tipo de control;
– tipo de programación.

El robot y la producción industrial

En el terreno de la producción industrial y gracias al desarrollo de las técnicas de visión, voz, tacto e inteligencia artificial, la robótica aporta un eslabón decisivo en el desarrollo de taller flexible, que, en contraposición con el taller rígido de Taylor y Ford, hace posible la fabricación en serie de automóviles a medida.

El taller flexible es un conjunto básicamente formado por máquinas de control numérico, robots y células de fabricación flexibles (FMS), integrados en un sistema único gestionado y controlado desde un ordenador central.

En el taller clásico se estima que una pieza pasa en una máquina un tiempo efectivo del 5 %; es el llamado tiempo viruta. Por otra parte, una máquina alcanza un índice de ocupación máximo del 30 %. El resto del tiempo se consume en cambios de herramientas, preparaciones, transportes y stocks intermedios. En cambio, un taller flexible puede trabajar 24 horas/día durante los 365 días del año, alcanzar un índice de ocupación del 80 %, y permitir una reducción de stocks intermedios del 90 %. Además, en una cadena de montaje robotizada, si un robot se avería, es suficiente modificar el programa de los demás robots y disminuir la cadencia de la cadena.

Magnum - Zardoya



Factoría altamente robotizada para la fabricación de robots, grupo ASEA, Thourotte, Francia.

Como toda mutación tecnológica, la robotización no hace más que abrir varias vías posibles hacia la total ocupación de la actividad industrial. Llegados a este punto se percibe claramente que es inevitable un cambio en la composición sociológica de la clase profesional. El obrero-mecánico deberá reconvertirse en electricista-escolarizado y sus comportamientos políticos-sociales serán lógicamente diferentes y cambiantes, como consecuencia de su formación intensa y de su constante puesta al día a escala de promoción particular.

Considerada así, la robótica no destruirá empleo, sino que sólo lo cambiará, conservándolo estable en la medida en que el hombre esté dispuesto a la adaptación y al reciclaje de sus posibilidades, que sin duda son y seguirán siendo muy superiores a los del robot más evolucionado.

Automatización

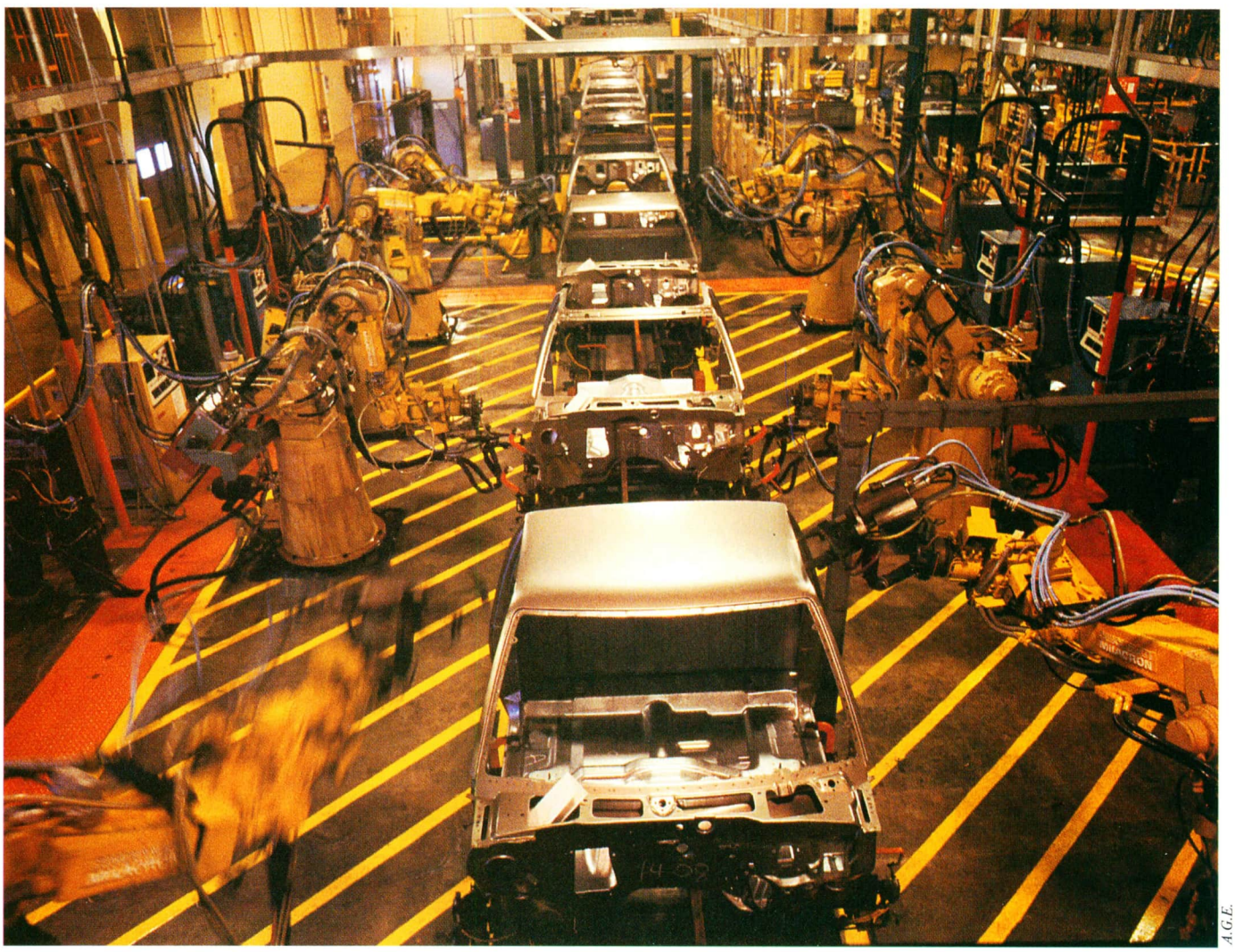
Al tratar el concepto de automatización conviene definir unos rasgos principales que, coordinados entre sí aproximan al conocimiento de su noción global:

1. La información se recoge automáticamente a través de equipos especializados.
2. Existe comunicación en todos los sentidos (persona a persona, máquina a máquina y persona a máquina), que canaliza los datos recolectados.
3. La computación y cálculo de la información recogida se realiza con ayuda de programas y algoritmos matemáticos.
4. Se controlan operaciones físicas según las bases de un análisis general de la información.
5. Debe existir la lógica coordinación entre las anteriores funciones.

Puede observarse que estos rasgos son muy amplios y generales. De una u otra forma debe graduarse el concepto para poder llegar a una cierta cuantificación. Puede decirse, por ejemplo, que el número de ordenadores existentes en las empresas indican el grado de automatización del sector de que se trate. Sin embargo existen excepciones a esta regla, especialmente en tipos de industria muy especializada o de pequeña escala, en las que resulta perfectamente compatible la existencia de un número muy moderado de ordenadores con un nivel muy aceptable de automatización industrial.

No obstante, a medida que aumenta el volumen y la importancia de un sector industrial, la informatización acostumbra a estar en relación directa con la automatización general. Esto es evidente, ya que no tendría ningún

Sofisticados ordenadores a tiempo real supervisan los robots armadores en las cadenas de montaje de carrocerías de coches en la General motors.



A.G.E.

Aisa



Incluso algo tan vital para la seguridad de los viajeros como la dirección del coche y la alineación de ruedas es revisado automáticamente.

sentido disponer de sistemas controladores cuando el material que debe ser controlado es escaso.

El motor de la automatización

Existe un factor determinante en el rápido incremento de la automatización en el mundo. Se trata del importante auge de los gastos de investigación y desarrollo en todos los sectores y, muy especialmente, en industrias clave tales como electrónica, telecomunicaciones, equipos de computación, control industrial y servicios de dirección. Las inversiones en estas áreas son el auténtico motor de la automatización. Las razones de este espectacular avance en nuevos métodos de industrialización cabe buscarlos en:

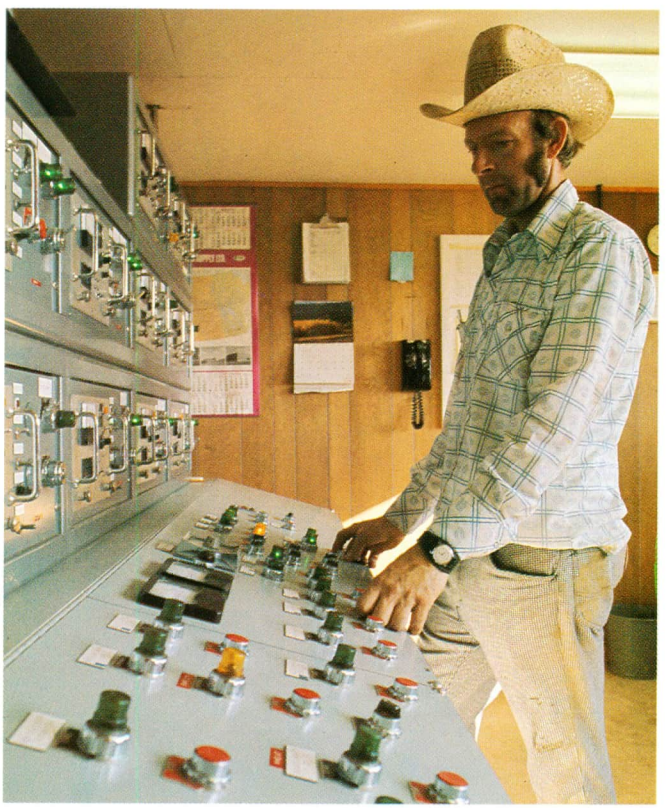
– ahorro de tiempo y consiguiente aumento en la productividad;
– gran capacidad para manipular y gestionar datos;
– posibilidad de desarrollar varias aplicaciones al mismo tiempo, integrando los archivos y los resultados;
– aparición de programas de aplicación general.

Expansión de la automatización

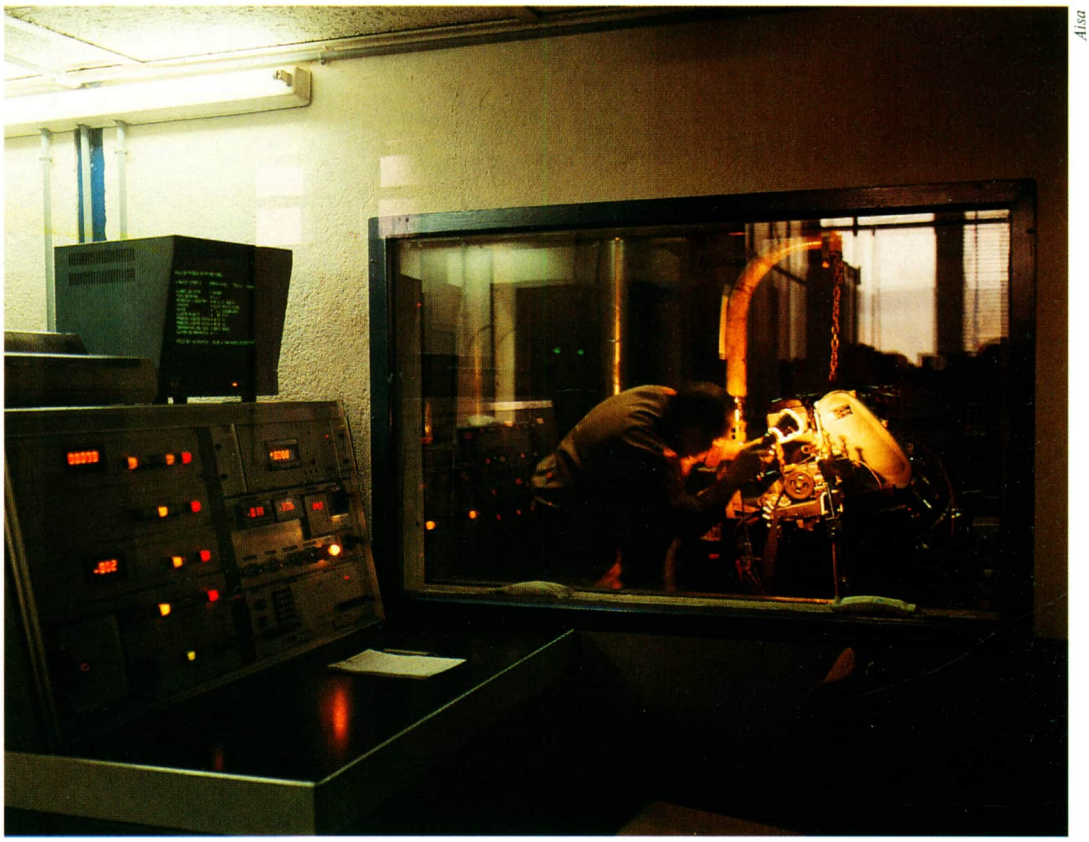
Los avances de la automatización han posibilitado la existencia de plantas industriales que no tendrían viabilidad sin planteamientos intensivos y extensivos de los nuevos sistemas. Este sería el caso de las centrales nucleares y el control del tráfico aéreo.

Se tiende a la instalación de equipos modulares susceptibles de ser combinados en varias formas para su adaptación a las necesidades de un mercado y un mundo cambiante.

Actividades tan tradicionales como alimentar animales son dirigidas por una computadora supervisada por este vaquero de Alberta, Canadá. Las mezclas de piensos resultan así optimizadas.



Paolo Koch - Firo Foto



Aisa

Tablero de control computerizado y cabina para la comprobación de motores Diesel.

Generalmente la automatización permite plantas productivas de gran capacidad.

Los productos pueden fabricarse en mayor cantidad y con mejor control de calidad. Los costes de producción son más estables y, en consecuencia, predecibles, y la parte de coste unitario correspondiente al trabajo es menor.

El sector servicios es el que ha experimentado una mayor expansión como consecuencia de la informatización y la automatización. Ha sido notable el auge de centros de cálculo, bases de datos, redes de satélites de comunicaciones, sistemas de reservas de viajes o registro de datos en el comercio al detall. Las industrias tradicionales, como las del automóvil, petróleo, química, acero, etc., van entrando aceleradamente en la utilización de las nuevas técnicas.

Cambios en el mercado laboral

El impacto de la automatización en la fuerza de trabajo en el corto período de media generación ha sido enorme. Los incrementos de productividad se han hecho notar y han hecho innecesaria gran cantidad de mano de obra.

El obrero debe ser en la actualidad más cualificado y precisa un reciclaje constante para poder seguir los cambios tecnológicos, ya que, de otra manera, dejará de ser necesario. Nos hallamos ante una nueva posibilidad de desempleo tecnológico, cuya única solución está en la introducción de nuevas tecnologías. La propia automatización puede ayudar al reciclaje del personal, gracias a la existencia de medios tales como la enseñanza audiovisual y la formación asistida por computador.

El sistema de dirección de empresa ha sufrido, asimismo, una notable mutación: la dirección rígidamente jerárquica ha dejado paso a un estilo mucho más participativo y con motivaciones directas sobre el equipo humano de la empresa.

Si se consigue coordinar las necesidades de mano de obra y obreros especializados con los ajustes coyunturales y estructurales en la población, la automatización permitirá también a los países subdesarrollados fabricar en igualdad de condiciones que los países desarrollados, y contribuirá, de esta manera, a consolidar nuevos equilibrios internacionales.

Individuo y estado

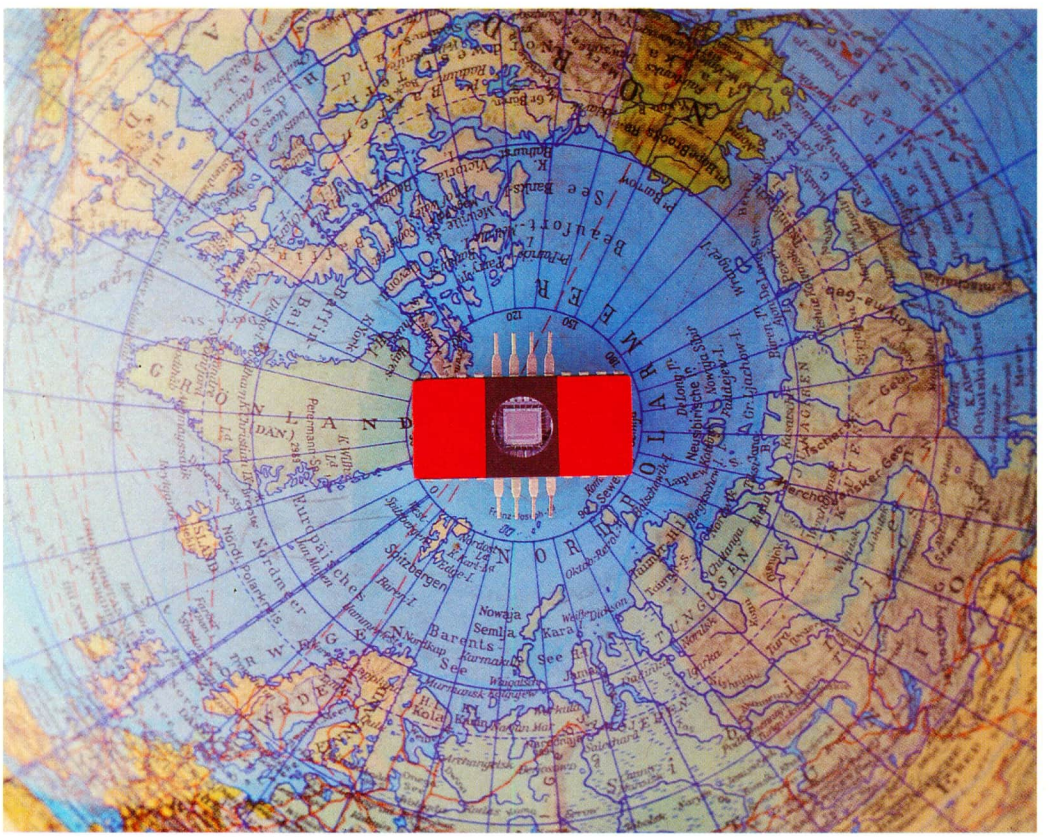
1 Derecho a la intimidad
2 Asambleas legislativas
3 El nuevo ayuntamiento
4 Sistemas macroeconómicos
5 Seguridad ciudadana
6 Hackers
7 Control del delito

Los sistemas informáticos se han introducido en el seno de la sociedad como una nueva técnica, pero también como una gran revolución.

El individuo aislado, el miembro individual de la sociedad, puede asimilar o ignorar la técnica, pero no puede ignorar, ni rechazar, ni defenderse de una revolución.

El estado, por su parte, no puede ignorar las nuevas tecnologías en cuanto puedan significar una aportación al mejoramiento de la calidad de la vida de los ciudadanos, pero mucho menos puede ignorar la introducción de las nuevas tecnologías cuando, por lo menos aparentemente, adquieren el carácter de una auténtica revolución.

De hecho, el estado, la mayoría de los estados modernos, han adoptado como una realidad ineludible la presencia de las nuevas tecnologías y, si su propia capacidad no les permite formar parte del grupo de naciones privilegiadas que crean, dirigen y se benefician de la industria informática, se esfuerzan en adaptar los nuevos sistemas a la mayoría



La mayoría de los estados modernos han adoptado como una realidad ineludible las nuevas tecnologías.

Mauritius - Index

de las actividades del gobierno o de la administración en las que la informática puede proporcionar una gestión más eficaz.

Las comunicaciones, el transporte y las aplicaciones militares son tres campos en los que la informática ha causado una auténtica convulsión. Pero mucho mayor será la convulsión ocasionada por los resultados, que podrán calibrarse a medio plazo, de la aplicación intensiva de la informática a los sistemas educativos.

En el sector de la administración del estado y de las diversas corporaciones públicas, la informática está implantada en campos tan diversos como el mejoramiento de la seguridad ciudadana, el control del delito, la administración de la justicia y la administración de los recursos del estado, dentro de cuyo campo puede incluirse la gestión y control de la fiscalidad del ciudadano.

En todos los aspectos técnicos los diversos estados modernos han jugado, más o menos, la carta informática. Desde la fabricación de ordenadores a la compra de tecnología, desde la investigación a la simple creación de un plan informático del estado y a la aplicación de la informática a la administración.

En lo que se refiere a la auténtica revolución informática, sin embargo, el campo en el que el ciudadano individual se siente necesitado de protección por lo que significa de convulsión y cambio social, la actitud de los gobiernos de los diferentes estados se ha mostrado relativamente pasiva. Los aspectos negativos de la revolución no han sido puestos en evidencia:

– La intimidad personal puede verse amenazada. A través de la información acumulada. A través de la velocidad de acceso a la información. A través del riesgo de interconexión de los diversos bancos de datos. Hay que legislar en defensa de la intimidad.

– El desarrollo de la personalidad puede verse amenazado. A través de un posible fracaso de los sistemas informáticos aplicados a la educación, que puede dejar a una generación entera sin la costumbre y el ejercicio de su propia capacidad de pensar. A través del nuevo orden laboral surgido de la robótica y otros sistemas que abren paso a la sociedad del ocio. Hay que analizar las consecuencias en defensa de la dignidad personal.

– La creatividad de las personas puede verse amenazada. A través de la mitificación del ordenador y de los nuevos sistemas. A través de la introducción masiva de una cultura excluyente. Hay que desmitificar la técnica en defensa de la cultura.

La revolución informática, como todas las revoluciones de la historia, no fructificará si no procede con respeto a la dignidad humana.

Derecho a la intimidad

Si se tiene en cuenta la gran diversidad y disparidad de criterios de la persona humana, no parece que pueda hablarse tan sólo de derecho a la intimidad de las personas sin pensar también en el derecho a la notoriedad.

Desde el vestuario llamativo a los reportajes de la prensa del corazón, desde el uso de los modelos más espectaculares de automóviles a la publicidad personal y el desarrollo de la profesión de asesor de imagen, un gran número de actitudes personales están orientadas, hoy en día, a la obtención de la máxima notoriedad.

Sin embargo, el gran problema que tiene planteado el ciudadano de los países desarrollados es el de la defensa de su derecho a la intimidad, del respeto a su vida privada. En frase de Louis Braudeis, «el derecho a permanecer en el anonimato es el más comprensible y el más valioso de los derechos del hombre civilizado».

La amenaza que se cierne sobre la intimidad individual del hombre contemporáneo es la abundancia de información que sobre su vida y sus circunstancias se ha acumulado y clasificado más allá de su propio poder de control y disposición.

La misma tecnología que permite al hombre contemporáneo permanecer reducido a su propia intimidad, la tecnología que le permite estar informado, comunicado, abastecido y distraído desde su hogar, y que, en consecuencia, le permite vivir y aun trabajar en un entorno reducido y protegido es, al propio tiempo, una amenaza para esta misma intimidad y privacidad.

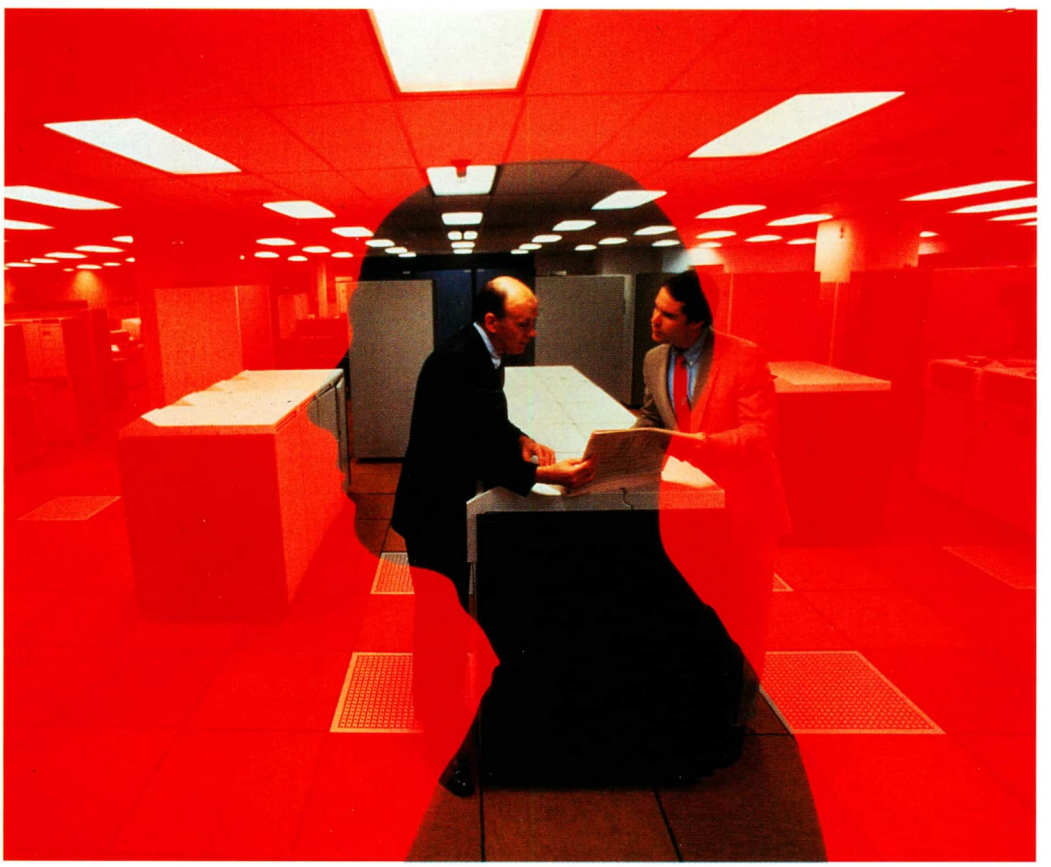
Una acumulación constante de datos diversos sobre todos y cada uno de los habitantes de los países más desarrollados se produce desde el momento mismo de su nacimiento. De manera imperceptible un flujo de información, aparentemente anodina, se almacena en los diferentes archivos capaces de clasificar sin dificultad un número de datos absolutamente impensable hace algunos años.

La informatización de las oficinas administrativas del estado, de las empresas privadas y de las distintas instituciones ha permitido asimilar, clasificar, combinar y mantener disponible una gran cantidad de datos, en apariencia inocuos por sí mismos, pero cuya combinación da como resultado una imagen muy precisa de cada individuo y, lo que es mucho más importante, un reflejo de su comportamiento.

Reacción de defensa

La constatación del hecho de que, en algún lugar desconocido y lejano, fuera del propio control, se puede disponer de un retrato exacto de uno mismo y de su sistema de comportamiento, y de que a los datos que han permitido la

La informatización de las oficinas del estado, empresas privadas y distintas instituciones ha permitido asimilar, clasificar, combinar y mantener disponible una gran cantidad de datos en apariencia inocuos, pero cuya combinación da como resultado una imagen muy precisa de cada individuo e incluso un reflejo de su comportamiento.



A.G.E.


A.G.E.

El acceso a la intimidad personal se ha producido como consecuencia de la existencia de archivos de datos públicos y privados, cada vez más numerosos.

definición de esta imagen nueva se van acumulando nuevos datos constantemente, han producido en el hombre libre de hoy una reacción automática de defensa. Y ha empezado a reclamar sus derechos. El derecho a su intimidad.

No se trata de conseguir el aislamiento total, el total anonimato. Con la defensa del derecho a la intimidad se trata de conseguir el respeto a la vida privada y a la libertad de las decisiones de las personas.

La necesidad de la existencia de archivos de datos es una consecuencia ineludible de la radical transformación que se ha producido en el entramado social: aumento de la población e incremento del acceso de un mayor número de personas a un mayor número de servicios. La satisfacción de tales servicios no sería posible sin la introducción del tratamiento electrónico de la información, para la cual es absolutamente imprescindible la adquisición y el archivo de datos.

No es aventurado afirmar, por lo tanto, que el objetivo original de la acumulación de datos sobre las personas no es la invasión de la intimidad individual y la posible manipulación y control de sus actividades, sino, en un primer paso y en la mayoría de los casos, la posibilidad de ofrecer mejores y más rápidos servicios, tanto por parte de las empresas privadas como por la propia administración del estado.

En consecuencia, los archivos públicos y privados, cada vez más numerosos, no han tenido grandes dificultades en la obtención de toda clase de datos personales. Datos que, en gran parte, son puramente objetivos, pero que también y cada vez más son datos que emiten una determinada valoración sobre las personas. No tiene el mismo valor un dato que expresa una fecha de nacimiento que el dato que expresa la calificación de los estudios, la condena por un delito de circulación o la denegación de un crédito bancario.

El mero hecho de la existencia de los archivos, cada vez más numerosos, cada vez más precisos y cada vez más valorativos que objetivos, ha sido el primer paso para hacer surgir una cierta sensibilidad de poder por parte de quien dispone del control de los mismos. Desde las simples listas de profesionales cualificados con objetivos meramente comerciales es fácil pasar a las relaciones más precisas de individuos con objetivos, por ejemplo, electorales. A partir de la existencia de relaciones informatizadas de cuentacorrentistas de entidades financieras es fácil pensar en el posible acceso a los archivos de estas entidades privadas por parte de la administración, con finalidades de control fiscal. El acceso a la intimidad personal se ha producido como un subproducto de la existencia de los archivos de datos.

Ha sido, pues, a partir del nacimiento de la sensibilidad de poder a que daba lugar el control de los archivos informáticos que surgió la sensibilidad de defensa contra el posible abuso del poder, la defensa del derecho a la intimidad.

Esta actitud defensiva se ha producido, sin embargo, en un momento en que no tan sólo los numerosos y diversos archivos con datos personales están sobradamente abastecidos, sino en un momento en que el proceso de la informati-

zación está ya extendido en todos los ámbitos públicos y privados de la sociedad y que una marcha atrás en el proceso iniciado parece ya de todo punto imposible.

Para valorar en su justa medida la realidad del riesgo apuntado de invasión de la intimidad, nada sería mejor que poder analizar el volumen y la profundidad de la información acumulada en los principales archivos hoy existentes, por ejemplo, en el estado español. Tan sólo la mención de los principales archivos, sin entrar en la clase de datos disponibles, los sujetos del archivo, sus formas de acceso, el nivel de mecanización ni el nivel de sensibilidad de los mismos, ya ofrece una perspectiva suficientemente digna de consideración.

Los registros españoles

Los ciudadanos españoles están registrados en el Ministerio de Educación, con los datos de los estudios de EGB y de BUP, los datos de entrada en la universidad y el expediente académico, además de las peticiones de becas y, en su caso, los resultados de exámenes mecanizados.

Los padrones de habitantes recogen los datos de todos los residentes en los municipios españoles: nombres, fecha de nacimiento, nombre de los padres, nacionalidad, sexo, estado civil, año de llegada al municipio, lugar de nacimiento, y también, profesión, estudios realizados, rama de actividad y categoría profesional. De cada censo se sacan treinta listados destinados a distintas dependencias y organismos.

Los datos referentes a la actividad de los ciudadanos españoles se encuentran archivados principalmente en el Ministerio de Hacienda, con la gran cantidad de información procedente no tan sólo de las declaraciones anuales del impuesto sobre la renta de las personas físicas, los rendimientos sobre el trabajo personal o el impuesto sobre sociedades, sino también los datos que proceden de operaciones de carácter mercantil o de transmisiones de propiedades.

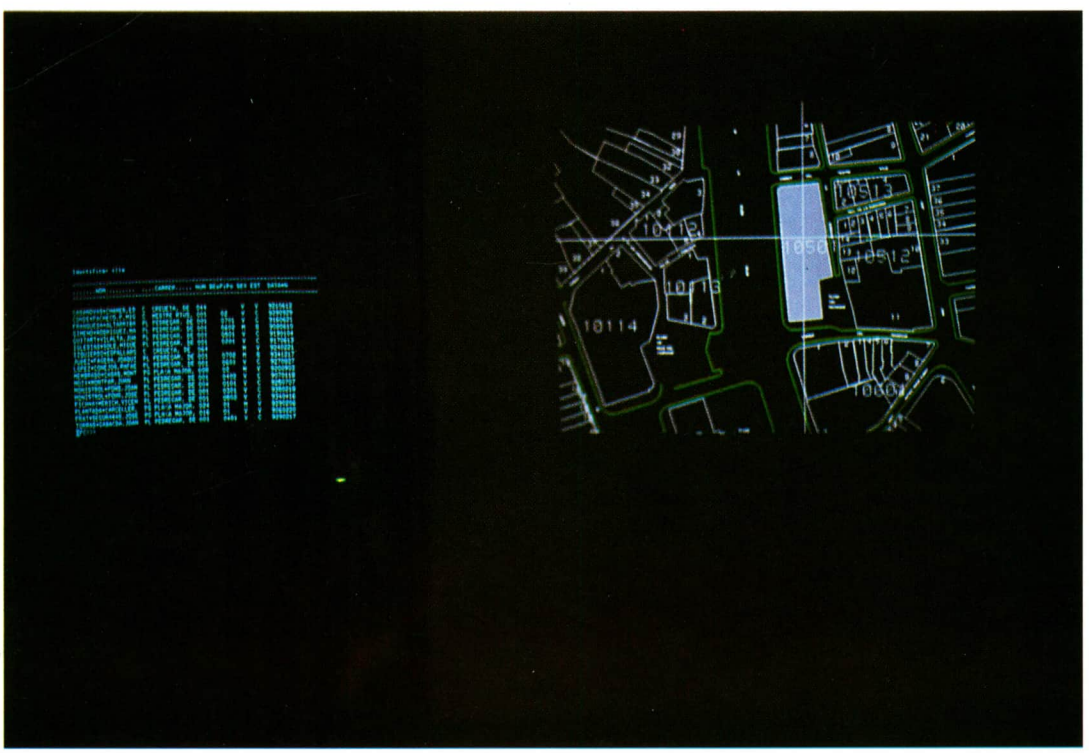
La Seguridad Social, ingresos y tratamientos hospitalarios, son también origen de datos para los archivos personales. Todas las operaciones relacionadas con la posesión o transmisión de automóviles, las infracciones de tráfico, los archivos policiales y judiciales, los datos del servicio militar, los pasaportes y, sobre todo, el DNI, cuyo número sirve de base en la mayoría de los casos para el acceso a los diversos ficheros, asimismo origen de datos concretos para incorporar a los archivos oficiales.

Pero, aunque la relación de archivos públicos podría ser mucho más extensa, hay que tener en cuenta asimismo el cúmulo de datos almacenados por los archivos privados de los bancos y cajas de ahorros (cuentas corrientes, créditos solicitados, concedidos o denegados) compañías aseguradoras (con coberturas de riesgos, seguros de vida, análisis y datos médicos), empresas de suministros, empresas de selección de personal (tests), asociaciones públicas y privadas, periódicos, revistas, y, en fin, los numerosos datos que suministran más recientemente las utilizaciones de las tarjetas de crédito y distribuidores automáticos de fondos.

Como es fácilmente comprensible, cada uno de los ciudadanos de los países desarrollados ha suministrado y está suministrando constantemente y de manera inconsciente una serie de datos más o menos exactos sobre sí mismo y sobre su actividad, que se almacenan en alguna memoria de algún archivo lejano y desconocido.

Cualquier persona quedaría altamente sorprendida frente a un listado encabezado con su propio nombre y apellidos y

Los padrones de población de un país recogen los datos de todos los habitantes.



Planeta - Logic



Magnum - Zardoya

Un error o inexactitud en un archivo policial puede tener fatales consecuencias para el ciudadano cuyos datos están erróneamente archivados.

el número de su DNI emitido, por ejemplo, por un ordenador del Ministerio de Hacienda para una inspección rutinaria de su declaración de renta o por un ordenador de un banco del que se es cliente y al que se ha solicitado un crédito.

En efecto, la generación de datos es abundante y constante, y la capacidad de memoria de los grandes ordenadores es prácticamente ilimitada, pero ¿cómo se mantienen los archivos? ¿Cuáles son las dificultades de su correcto desarrollo? ¿De qué nos amenazan?

En principio un archivo preciso, objetivo y destinado tan sólo al fin para el que ha sido creado no ofrecería imagen de amenaza alguna. Pero el mantenimiento y el uso de los archivos ofrecen algunas dificultades.

Algunos, o acaso muchos, de los datos archivados son innecesarios para el fin para el cual el archivo fue ideado. Esto puede ayudar a que el archivo sea, asimismo, confuso. Pero, además, los datos que llegan al archivo pueden ser inexactos, incompletos, obsoletos o simplemente erróneos. Y estos datos pueden tener tal deformación por dificultades o errores que se hayan producido en su origen, en su transmisión o en su elaboración.

La amenaza

Un archivo erróneo es una amenaza, sea cual sea el objetivo final para el que ha sido creado. Un error en un archivo policial, judicial o bancario puede ser una dificultad técnica para el operador del archivo, pero puede tener fatales consecuencias para el ciudadano cuyos datos están erróneamente archivados.

Además de contener errores, un archivo puede estar desprotegido. La vulnerabilidad de los sistemas de computación ha aumentado en los últimos años, un mayor número de personas tiene ahora la capacidad para penetrar y manipular en los sistemas de computación, la información de un banco de datos puede ser atractiva para los intrusos y, en consecuencia, la posible desprotección de los archivos se presenta también como una nueva amenaza a la intimidad de las personas.

Por otra parte, además de los errores y la desprotección, el control del archivo es un elemento fundamental para que la intimidad de las personas no se sienta amenazada. La existencia de un archivo, de un banco de datos, se justifica en cuanto responde a la satisfacción de una necesidad, la necesidad para la que ha sido creado. El ciudadano debe tener garantías de que los datos referentes a su persona no serán utilizados, manejados ni combinados con los datos de otros archivos, y esta garantía debe ofrecerla un control responsable del archivo.

Es evidente, por lo tanto, que en la creación, mantenimiento y manejo de archivos debe incluirse el concepto de responsabilidad y, en consecuencia, entramos de lleno en el campo de la protección legal, en el campo de la legislación.

Los primeros síntomas de preocupación por el posible abuso de la información por ordenador y su repercusión sobre la vida privada de las personas no se hacen patentes hasta el comienzo de los años sesenta, dentro de un cierto renacimiento de los movimientos reivindicativos de las libertades individuales. En 1967 se publicó en New York el libro *Privacy and freedom* del profesor A. Westin, quien dirigió un estudio sobre el mismo tema con cuyas conclusiones publicó un nuevo libro en 1972 con el título *Data banks in a free society.*

Los cuatro principios fundamentales de dicho estudio sirvieron de base para los proyectos y legislaciones posterio-

res destinados a regular el empleo de los bancos de datos. Estos principios son:

– almacenamiento de la información estrictamente imprescindible;

– derecho de las personas a conocer la información almacenada sobre ellos mismos y a modificar la información errónea;

– prohibición del empleo compartido de la información;

– responsabilización de las instituciones por el buen uso de la información almacenada.

La primera ley

La primera ley acerca de la protección de datos almacenados por ordenador se promulgó en Suecia el 11 de mayo de 1973 y fue seguida por la *Privacy Act*, publicada en Estados Unidos el 31 de diciembre de 1974, que no se limita ya a la simple protección de datos, sino que tiene como objetivo «salvaguardar la privacidad individual frente al uso indebido de los registros federales, disponer que los individuos tengan acceso a los registros que les conciernen y crear una comisión de estudios de la protección a la privacidad».

A la *Privacy Act* de Estados Unidos le siguieron distintas disposiciones de las cámaras de los países más desarrollados, como Australia, República Federal de Alemania, Canadá, Nueva Zelanda, Noruega, Francia, Dinamarca, Austria, etcétera, a lo largo de los años setenta.

Como consecuencia del tardío proceso democrático que tuvo lugar tanto en Portugal como en España, las propias constituciones de ambos países recogen artículos especialmente dedicados a la protección de la intimidad de los ciudadanos frente al uso indebido de los bancos de datos.

La constitución portuguesa de 1976 reconoce estos derechos en su artículo 35 y la constitución española de 1978, en el apartado 4.º de su artículo 18, dice: «La ley limitará el uso de la informática para garantizar el honor y la intimidad personal y familiar de los ciudadanos y el pleno ejercicio de sus derechos.»

Aunque el texto constitucional remite a una futura ley reguladora, cabe destacar del breve apartado 4.º del artículo 18 de la constitución española el reconocimiento de dos distintas garantías constitucionales. Por una parte, la garantía del honor y la intimidad personal y familiar de los ciudadanos y, por otra parte, la garantía de que la informática no pueda limitar el pleno ejercicio de los derechos de los ciudadanos.

De esta forma, frente a un inadecuado uso de la informática se introduce un elemento de defensa de carácter social activo, complementario del simplemente pasivo acto de respeto a la intimidad individual.

A pesar de todo, es obligado reconocer que no tan sólo en el plano legislativo el proceso de cambio está a un nivel realmente rudimentario. La ley no precede, sino que sigue a la evolución de la vida. La ley es una consecuencia de las transformaciones sociales. Y las transformaciones y consecuencias de la introducción de una tecnología tan renovadora han empezado apenas a hacerse patentes.

La sociedad, sin embargo, es sensible a los acontecimientos y ha sido capaz de detectar un peligro latente incluso antes de sufrir sus consecuencias. Acaso la acusada sensibilidad de la sociedad frente a las posibles amenazas del mal uso de la informática paradójicamente haya sido posible gracias al incremento de la información que la nueva tecnología proporciona.

El ciudadano debe tener garantías de que sus datos personales no serán utilizados, manejados ni combinados con los datos de otros archivos.



A.G.E.

Asambleas legislativas

El primer precedente histórico de informática aplicada en un parlamento se dio en el Congreso de Estados Unidos en 1961, si bien sólo bajo un punto de vista de documentación bibliográfica. En la actualidad, son muchos los países (como Brasil, Gran Bretaña o Italia) que disponen de sistemas de informática que han sido aplicados con éxito a sus asambleas legislativas.

En un proyecto de informática aplicada a una asamblea legislativa deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

1. *Temas administrativos.* Los temas administrativos constituyen la parte más simple del proyecto informático y cubre campos tradicionalmente ya utilizados por cualquier institución o empresa.

2. *Ofimática.* La ofimática comprende la totalidad del servicio de oficina informatizada, parte de la cual estará en íntima relación con algunas de las bases de datos, permitiendo así la intersección entre la labor de oficina y los datos ya almacenados, con lo que se logra facilidad en la confección de direcciones automatizadas y otros aspectos administrativos.

3. *Sistema parlamentario.* Dentro de este campo se incluye la actividad de gestión o informática legislativa operacional en su más amplio sentido. Algunas de las actividades susceptibles de informatización son las siguientes:

— gestión legislativa propiamente dicha, de la que se hablará a continuación;

— comisiones y ponencias, para el control de los miembros de la asamblea que participan en cada una de ellas, planificación de sus reuniones, materias asignadas, etc.;

— actividades de control;

— personal, considerando como tal tanto los miembros de la asamblea como el de carácter técnico y administrativo;

— seguimiento del censo electoral y de otros datos de parecido carácter, incluidas candidaturas, datos globales y detallados, etcétera, con el fin de obtener a partir de ellos estadísticas de las más diversas clases y referentes a los más variados temas (evolución de votos, participación electoral, escaños conseguidos por cada partido).

4. *Telemática.* Comprende las diferentes bases de datos de que debe disponer un parlamento, que son, entre otras, las de gestión legislativa, diario de sesiones, legislación emanada de la asamblea, biblioteca informatizada, perspectiva legislativa, estudios de lenguaje y derogaciones expresas de ley.

Informática legislativa operacional

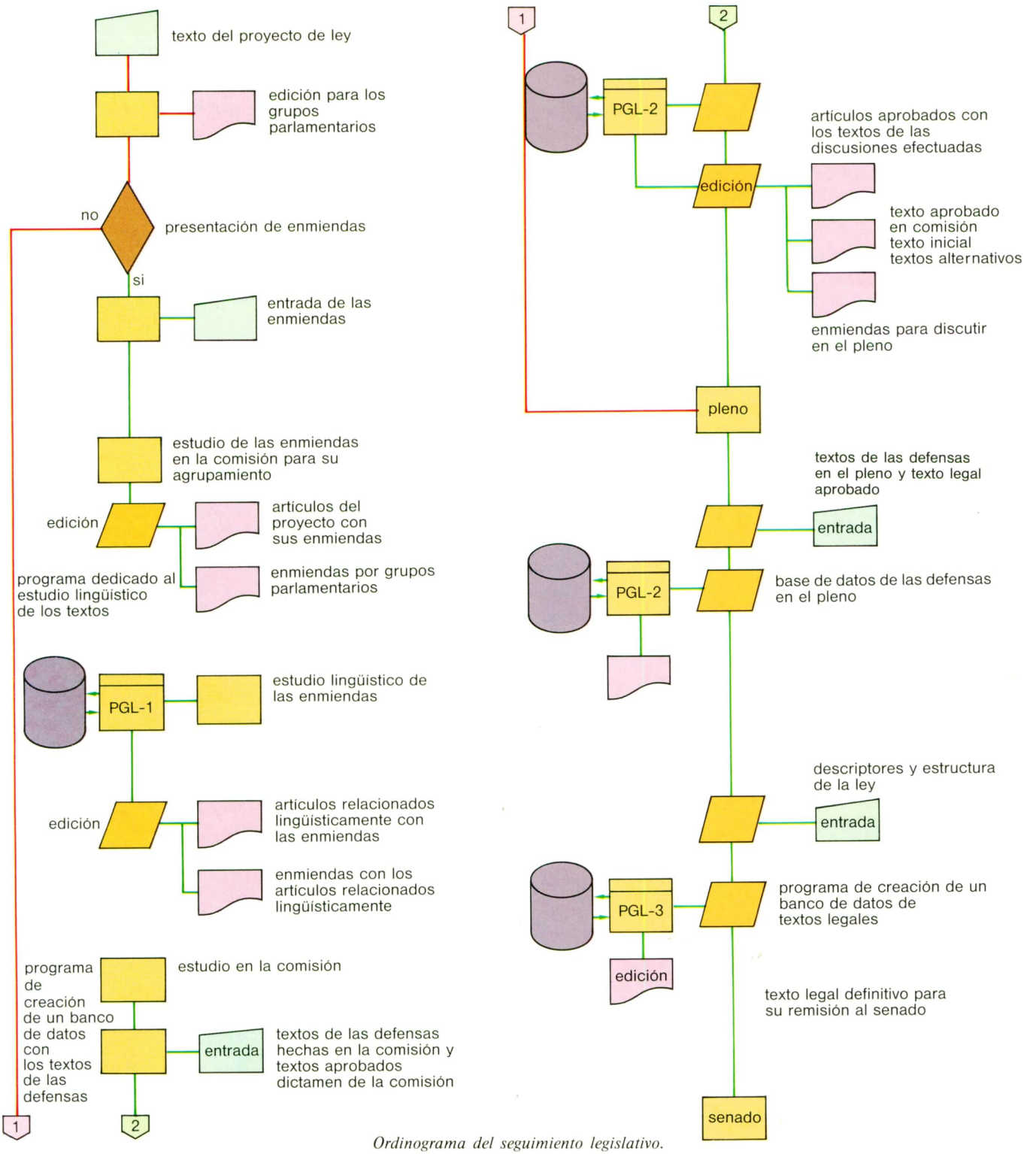
La informática legislativa operacional, también llamada informática de gestión legislativa, se ocupa del estudio y tratamiento del trámite legislativo, desde que se presenta un proyecto de ley en la cámara, hasta que se publica como norma obligatoria.

Supone disponer de los siguientes pasos:



Arch. Planeta

La informática legislativa operacional se ocupa del estudio y tratamiento del trámite legislativo, desde que se presenta un proyecto de ley en la cámara, hasta que se publica como norma obligatoria. En la foto, el congreso de los diputados en Madrid.



Ordinograma del seguimiento legislativo.

– creación del registro general;
– seguimiento del proyecto, con indicación de la comisión a la que se remite, publicación en el órgano oficial de la cámara, etc.;
– enmiendas, con su contenido, grupo que la presenta y otros datos referidos a las mismas;
– diario de sesiones;
– textos definitivos que dan lugar a la base de datos de legislación;
– vigencia de los ficheros, que debe durar, al menos, toda la legislatura, sirviendo para preparar trabajos estadísticos y de edición, entre otros.

ACTIVIDAD DE CONTROL

Interpelaciones
Votaciones
Mociones
Proposiciones no de ley
Nombramientos
Informes del ejecutivo
Otros

OFIMÁTICA

Registro de entrada-salida
Tratamiento de textos
Agenda automática
Correo electrónico
Otros

SEGUIMIENTO DE PROYECTOS DE LEY

Registro general

Número del proyecto
Año y legislatura
Fecha de entrada
Origen del proyecto
Procedimiento de tramitación
Texto de la cabecera
Descriptores direccionales

Seguimiento del proyecto

Comisión a la que se remite
Fecha de remisión
Fecha de publicación C. O. Cortes
Número del B. O.
Fecha entrada en ponencia
Fecha fin plazo de clasificación de enmiendas
Fecha inicio sesiones comisión
Fecha final sesiones comisión
Enmiendas para el pleno
Textos alternativos
Fecha señalamiento pleno
Fecha terminación pleno
Fecha remisión al Senado

Enmiendas

Número del proyecto y año
Número de la enmienda
Fecha entrada
Presentante y grupo parlamentario
Artículo enmendado
Texto
Descriptores

Diario de Sesiones

Número del proyecto
Fecha y tipo de la sesión
Diputados intervinientes
Palabras clave.

El nuevo ayuntamiento

La mecanización de las tareas municipales

El instrumental informático ha entrado plenamente en los ayuntamientos de población superior a los 20 000 habitantes y se generaliza en los ayuntamientos de menor tamaño, al amparo de la evolución del mercado, que últimamente ha facilitado mucho el acceso a la tecnología informática.

Etapas del proceso

Cabe señalar tres etapas en este proceso de creciente mecanización de la gestión municipal en España. Estas etapas se caracterizan por la evolución tecnológica, que pone nuevos instrumentos a disposición de los usuarios, y por los parámetros políticos que ponen de relieve nuevas necesidades.

Con anterioridad a 1979 se puede afirmar que sólo algunas grandes corporaciones disponían de un grado notable de mecanización. En algunos ayuntamientos medianos se daban también incipientes procesos de mecanización o se recurría a la contratación de este tipo de trabajos con centros de cálculo externos. En general, los trabajos mecanizados correspondían al tratamiento en batch de grandes volúmenes de datos que se hallaban vinculados a trabajos repetitivos, como pueden ser padrones fiscales, padrones de habitantes, etc.

La segunda etapa, se caracteriza por un entorno tecnológico cuyo protagonismo corresponde al teleproceso y la informática on line. Esta etapa responde también a las necesidades generadas, en España, por la llegada de los primeros consistorios democráticos al gobierno de los municipios.

Las necesidades que impulsan este proceso son las de racionalizar la administración local, optimizando los recursos de personal, y mejorar sensiblemente la gestión fiscal. A las lógicas intenciones modernizadoras de los nuevos equipos de gobierno se suma la preocupación por unas haciendas locales extraordinariamente deterioradas.

Es en este contexto que se aborda una segunda etapa informática bastante generalizada entre los ayuntamientos de más de 20 000 habitantes. Las aplicaciones que se desarrollan principalmente en este momento son las relativas al padrón de habitantes y al circuito de ingresos: constitución de bases de datos fiscales, sistemas de mantenimiento en línea, etc. Los procesos que sustituyen trabajo manual también reciben una atención preferente en este período, especialmente la edición de recibos y notificaciones.

En un segundo momento, aflora además la necesidad de mejorar la información para la gestión vinculada al control del gasto. De ahí que un segundo grupo de aplicaciones prioritarias se refiera a la contabilidad y a la gestión recaudatoria.

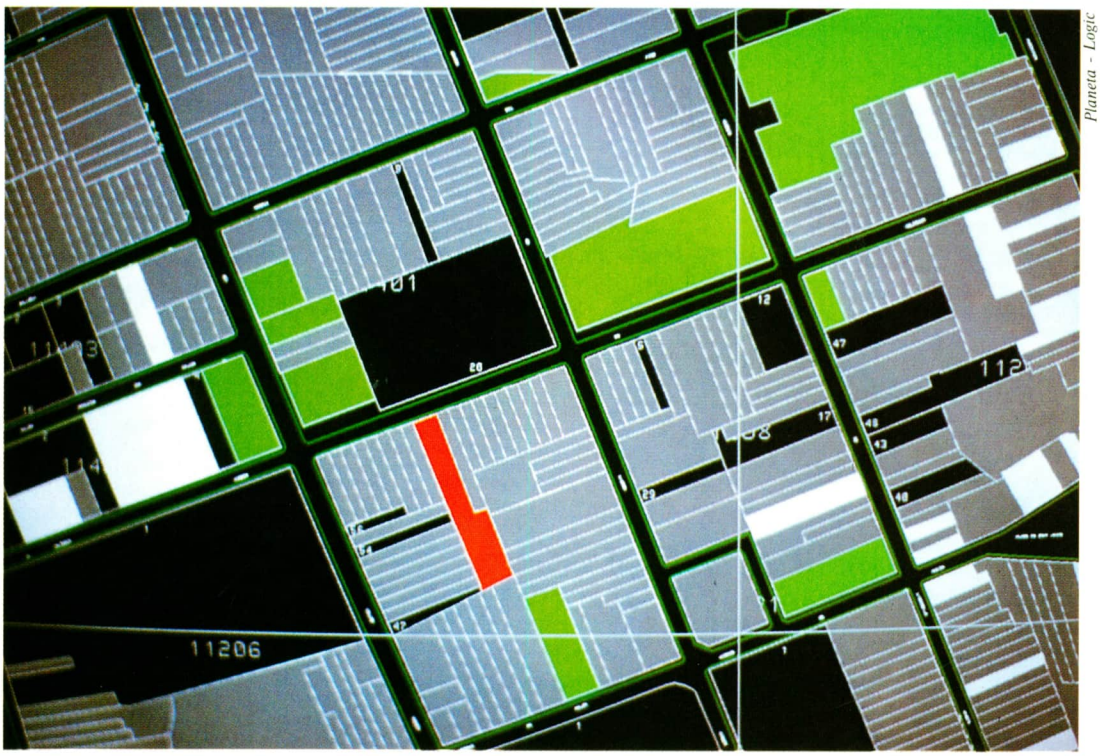
La tercera etapa se sitúa en los años 1983-1984. En el plano tecnológico ve la aparición de software de tratamiento de textos y correo electrónico, el tratamiento de información gráfica y el abaratamiento y estandarización de los microordenadores, especialmente en la gama de los PC.

En este momento los municipios se plantean ya la mecanización de su producción administrativa, que mayoritariamente corresponde a documentos no formalizados. Se pone el acento en la burótica como medio para facilitar los procedimientos administrativos y también para controlar y

Instalaciones informáticas de un ayuntamiento.



Planeta - Logic



Planeta - Logic

Por medio de la cartografía automatizada se gestiona el censo urbano de un ayuntamiento.

conocer sus características. Interesa conocer las cargas de trabajo de las diversas unidades administrativas, el tiempo de tramitación de determinados expedientes, etc.

Al mismo tiempo, se generaliza la demanda de información para la gestión, surgen necesidades crecientes de explotaciones informáticas para planificar la actuación municipal y para controlar y reducir el gasto, entre otras.

Empieza a plantearse también un atractivo enfoque del tratamiento de los datos en los municipios. La referencia al territorio como sistema relativamente estable de las variables de las bases de datos de población y fiscales era ya una práctica relativamente extendida; cabía ahora plantearse una informatización de la propia información gráfica y su integración con los restantes sistemas. Ello supone tener en cuenta aplicaciones como el catastro, plano de la ciudad, mapa de servicios públicos, urbanismo, y otros temas que empezaban a vislumbrarse.

En este período, hoy en plena expansión, se priorizan las aplicaciones ofimáticas integradas con el tratamiento tradicional de datos, y de forma más incipiente se introducen las bases de datos gráficas y la utilización de ordenadores personales como terminales inteligentes que permiten una informática distribuida, más al alcance del usuario final.

Determinados departamentos, notablemente los económicos, y organismos autónomos municipales, como los patronatos o fundaciones, se inician en el uso de microordenadores para el desarrollo de su gestión. En este último terreno adquieren plena importancia los instrumentos de productividad típicos del PC, tales como las hojas electrónicas de cálculo, los generadores de bases de datos y el propio tratamiento de textos.

La evolución que se ha descrito puede encontrarse en diversos grados en la mayoría de ayuntamientos con población superior a los 20 000-25 000 habitantes. Los municipios de menor dimensión, a partir del abaratamiento notable de los instrumentos informáticos y, en especial de los miniordenadores y microordenadores, han iniciado también su informatización.

En estos momentos, existe ya un razonable número de paquetes de gestión municipal sobre microordenador, que unidos a los instrumentos de productividad característicos de los ordenadores personales permiten plantearse, por un coste muy razonable, la mecanización de cualquier ayuntamiento por debajo de los 10 000 habitantes. La aparición de las redes y de los multipuestos, en la medida en que se logre una normalización de su software básico similar a la existente en el campo de los microordenadores monopuesto, van a favorecer indudablemente este proceso.

En el caso de los municipios de pequeña dimensión, el elemento crítico va a ser el poder disponer de personal que, sin ser informático, sea capaz de desarrollar a fondo las posibilidades de los nuevos instrumentos informáticos.

En el terreno de las aplicaciones, el principal factor que inducirá a la introducción en este mercado potencial será la contabilidad municipal, que deberá permitir el mantenimiento de una contabilidad presupuestaria combinado con una lectura de contabilidad patrimonial. Las aplicaciones de tratamiento de datos, como las bases de datos fiscales y de población, plantean menos dificultades e incluso algunas permitirían un tratamiento a partir de generadores de ficheros que puede definir y manejar directamente el propio usuario.

Existen también experiencias de introducción de instrumentos, como los lectores de código de barras y los terminales, para acceso del público a la información municipal e incluso para el pago de determinados tributos que

completan el panorama de la modernización de la gestión municipal de cara al ciudadano.

Es justo señalar también que este proceso de informatización de la administración local se ha autogenerado. En efecto, hasta fechas muy recientes, en el marco del Plan electrónico e informático nacional no se habían detectado iniciativas de la administración central o autonómica para impulsar o normalizar este proceso.

Los municipios debieron afrontar solos esta problemática y, ante un mercado especialmente agresivo y confuso, crearon sus propias organizaciones de intercambio y cooperación. En este sentido destaca la labor llevada a cabo por las Jornadas informáticas de la administración local (JIAL), que nacieron como respuesta a estas necesidades y pretendieron unificar y agrupar la demanda informática local frente a la política de los grandes constructores de hardware.

Las JIAL, a lo largo de sus siete ediciones, han contribuido decisivamente a unificar criterios y a definir estrategias para la informatización de los ayuntamientos y han influido indudablemente sobre la oferta de hardware y software, logrando una mayor adaptación a las necesidades de la administración local.

El *Inventario de equipos e instalaciones, 1983*, elaborado y publicado por las JIAL y la Federación española de municipios, constituye un valioso panorama del estado de mecanización de los municipios hasta aquella fecha. En él se señala que todos los municipios españoles de más de 50 000 habitantes están informatizados, con alguna pequeña excepción, y que los ayuntamientos entre 20 000 y 50 000 habitantes manifiestan una fuerte tendencia a mecanizarse. Por comunidades autónomas, las más informatizadas son Cataluña —la totalidad de los municipios mayores de 20 000 habitantes— y Valencia, seguidas por Andalucía y Galicia. De hecho, entre estas cuatro comunidades autónomas agrupan a más de la mitad de los municipios informatizados.

Previsiones a corto plazo

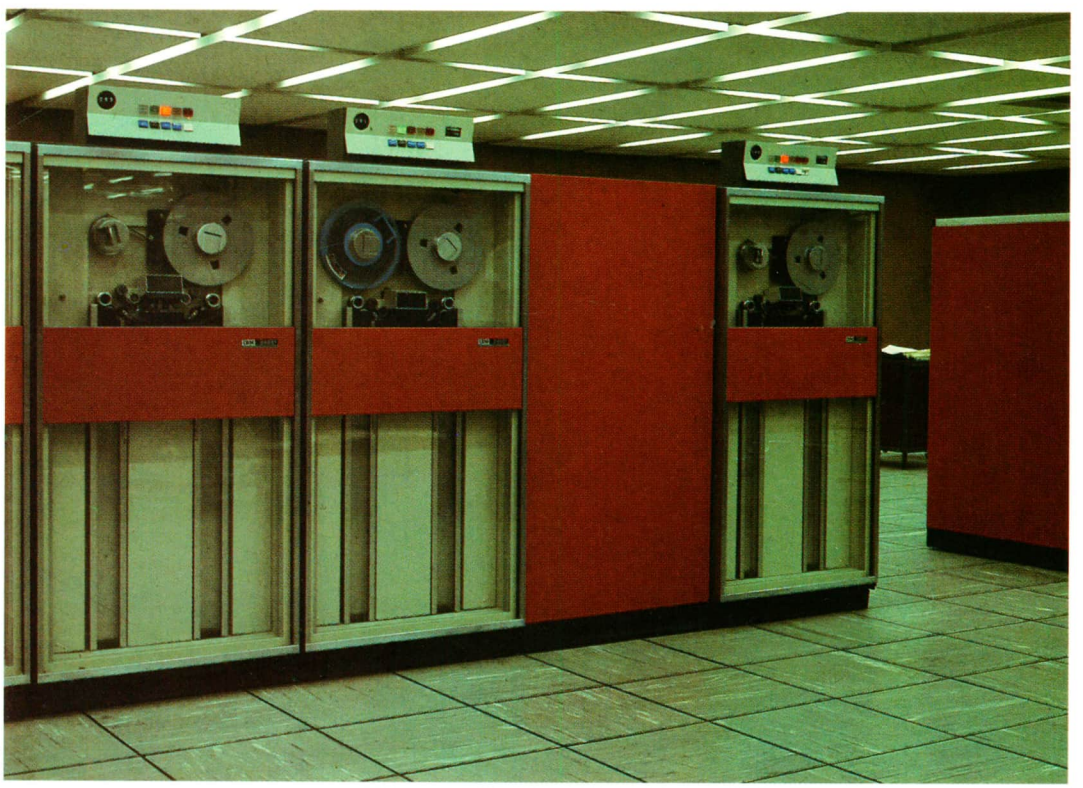
Finalmente, podemos aventurar cuál será el modelo informático municipal de los dos próximos años. Podemos especular con una aplicación generalizada de la ofimática. Ello implicará la amplia utilización de terminales informáticos en las tareas administrativas de los ayuntamientos, con una notable mejora de los circuitos administrativos, y de una mayor información disponible, tanto para el ciudadano como para el responsable de la gestión.

Esta generalización de la ofimática se producirá de modo integrado con las bases de datos referidas a la población y al territorio y, muy probablemente, éstas se referirán a sistemas de información gráfica. Por esta vía, la informática entrará más decididamente en las áreas de servicios técnicos y urbanísticos que hasta ahora estaban débilmente mecanizadas.

Finalmente cabe esperar una expansión de la informática distribuida a través de terminales inteligentes, que permitirá hacer efectiva la informática de gestión en los ayuntamientos.

En los pequeños municipios cabe esperar la introducción de los microordenadores como sistema de gestión informática propia, con una posible conexión a centros de cálculo de ámbito supramunicipal para determinadas tareas relacionadas con la gestión fiscal y recaudatoria y la gestión de población.

Lectoras de cinta magnética del equipo ordenador electrónico de un ayuntamiento.



Aisa

Sistemas macroeconómicos

Una aportación a la libertad real de diseño y aplicación de sistemas macroeconómicos

Las economías nacionales del mundo actual están basadas en dos sistemas económicos teóricos como son el de economía de mercado y el de economía dirigida.

En la mayoría de países se aplican postulados de ambos sistemas económicos teóricos, siendo la preponderancia de unos u otros lo que cualifica el sistema económico del país como capitalista o socialista, con una amplia gama de grados de aplicación y matices.

La elección del sistema regulador de la vida económica de los ciudadanos constituye una de sus libertades fundamentales que, sin embargo, no puede ser disfrutada de forma completa sin la aportación de la informática.

Ambos sistemas económicos teóricos, que como tales no han podido ser llevados nunca a la práctica en su totalidad, están paulatinamente dejando de ser teóricos para ser realmente aplicables, puesto que la informática está aproximando cada vez más la realidad económica a los postulados teóricos básicos que los sustentan.

El sistema de economía de mercado se basa en la existencia de un mercado libre donde productores y consumidores igualan ofertas y demandas a un precio de equilibrio, como regulador básico de la actividad económica.

El sistema de economía dirigida se basa en la existencia de un control absoluto de la actividad económica a realizar por cada agente económico de acuerdo con una planificación establecida con un objetivo determinado.

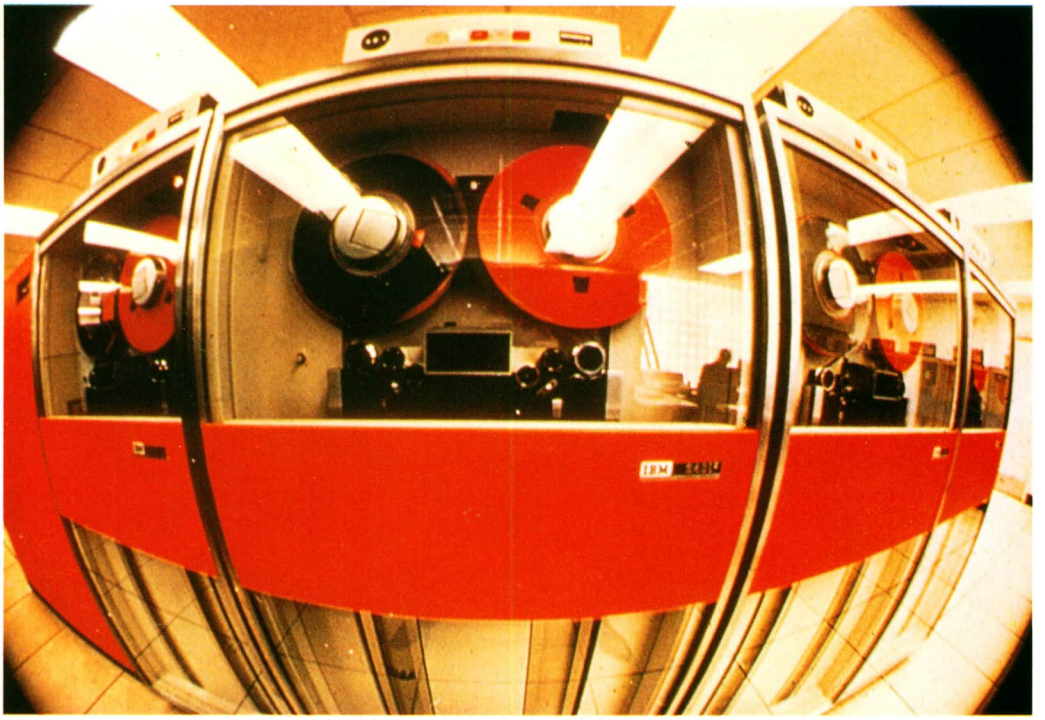
La informática tiene una papel fundamental en posibilitar la existencia real de los núcleos de ambos sistemas económicos, hasta el punto de que sin ella es actualmente impensable la existencia de un mercado libre y la realización de una planificación y control de la actividad económica nacional.

La informática, pues, realiza un papel fundamental en la potenciación de los factores básicos de cada uno de los

Las economías nacionales están basadas en dos sistemas económicos teóricos: el de economía de mercado y el de economía dirigida. En la foto, la plaza del mercado de Marrakech, Marruecos.



Aisa



La informática realiza un papel fundamental en la potenciación de los factores básicos de los dos modelos: el de economía de mercado y el de economía planificada.

sistemas: el mercado libre y la planificación y control de la actividad económica.

Mercado libre

Es la figura central de los sistemas económicos capitalistas (predominio de la economía de mercado).

Inicialmente se consideraba mercado el lugar físico donde se reunían oferentes y demandantes de productos para establecer las transacciones al precio impuesto por el propio mercado. Posteriormente se amplió el concepto, considerándose también mercado al conjunto de oferentes y demandantes interesados en las transacciones, aunque no acudiesen al lugar físico. Este tipo de mercado —más amplio y libre que el inicial— mantiene, sin embargo, una concepción restrictiva en cuanto a igualdad de oportunidades de los concurrentes y transparencia informática de cantidades y precios, por lo que no puede decirse que sea un mercado libre al que puedan acceder todos los agentes económicos con igualdad de oportunidades.

Con el perfeccionamiento operativo de la informática soportada por telecomunicaciones se ha ampliado y potenciado tanto el mercado que se puede afirmar que existe un único mercado mundial de cada producto, puesto que la informática permite conocer a cada comprador y la cantidad, calidad, características, precio, condiciones de pago, localización y vendedor de los productos que necesita.

Este mercado mundial existente hoy para grandes empresas e instituciones se está ampliando a diario, por medio de la informática, a todas la empresas y particulares que conectan sus ordenadores, grandes o pequeños, a las grandes bases de datos.

De este modo, la informática posibilita la existencia de un libre mercado al que tienen acceso todos los agentes económicos, con independencia de su capacidad económica y localización, pudiendo fijarse transacciones y precios que equilibran el mercado de forma permanente, con lo que la economía es regulada en un proceso continuo de decisión racional de sus agentes compradores y vendedores.

Planificación y control de la actividad económica

Es la figura central de los sistemas económicos socialistas (predominio de la economía dirigida) en sustitución del mercado como ente racionalizador de la actividad económica.

La planificación de la economía viene de antiguo y nace con toda probabilidad como alternativa a las deficiencias de aplicación práctica de los postulados de la economía de mercado, al no existir realmente un mercado de competencia perfecta, libre y transparente como el supuesto en la teoría y que hoy, gracias a la informática, ya se da cada vez con mayor frecuencia.

El sistema de planificación económica, que en teoría puede ser tan perfecto como el que más, se encontró desde sus inicios con serias dificultades de orden práctico para una aplicación completa y fiable del mismo.

Realizar una planificación económica para transformar la realidad presente en otra distinta puesta como objetivo, supone:

- cuantificar la realidad presente;
- cuantificar las medidas de política económica a aplicar;
- controlar la evolución de la realidad hacia el objetivo.

Todo ello a un nivel de detalle exahustivo, para fijar cantidades, calidades y plazos de producción de bienes y servicios a realizar por cada agente económico.

Con ello, los procesos a seguir en la planificación son los siguientes:



Firo Foto

La informática posibilita la existencia de un libre mercado al que tienen acceso todos los agentes económicos con independencia de su capacidad económica y localización. Las bolsas de todo el mundo son unos de los centros que han incorporado los sistemas informáticos con más rapidez.

– recogida de datos detallados de la realidad presente;
– integración de los datos recogidos de acuerdo con una estructura de síntesis determinada y análisis de los mismos;
– establecimiento de las medidas de política económica;
– explosionar las medidas adoptadas en datos de detalle operativo para cada uno de los agentes económicos.

El mismo proceso debe seguirse para realizar un control de la evolución de la realidad y aplicar medidas correctoras, si procede.

Realizar todas estas operaciones de forma completa, fiable y oportuna se antoja como una labor prácticamente imposible con los medios disponibles antes de la informática, tanto desde el punto de vista de la magnitud de la organización necesaria, como de la fiabilidad en el tratamiento de la información y de la operatividad de los plazos en que se podía disponer de la misma.

Por ello el sistema de economía dirigida tenía tantos problemas de aplicación práctica que podía provocar muchas situaciones no deseadas, como así ha sido en la práctica totalidad de los países en que inicialmente se aplicó.

Gracias a la informática, los procesos de recogida y tratamiento de la información pueden ser absolutamente completos, fiables y oportunos, lo cual posibilita la existencia de sistemas económicos eficaces que han sido proyectados con importantes componentes del sistema de economía dirigida.

Conclusión

En definitiva, la informática como sistema de tratamiento de información amplio, rápido, seguro y racional potencia en extremo la posibilidad de llevar a la práctica en toda su amplitud teorías económicas pensadas para mejorar el nivel de vida de la humanidad y que posiblemente hasta ahora no lo hayan hecho con la máxima eficacia por falta de un medio como la informática.

La informática potencia tanto los sistemas de economía capitalista como los de economía socialista, no actuando, por tanto, como elemento distorsionador de ideas y teorías, sino como potenciador neutro de las mismas.

En suma, la aportación definitiva de la informática a la macroeconomía como ciencia y como medio de mejora del sistema de vida de la humanidad es una aportación de libertad real, de libertad de crear y elegir teorías y sistemas económicos, desde la seguridad de que la informática hará posible su aplicación práctica tal y como son concebidas o diseñadas.

Seguridad ciudadana

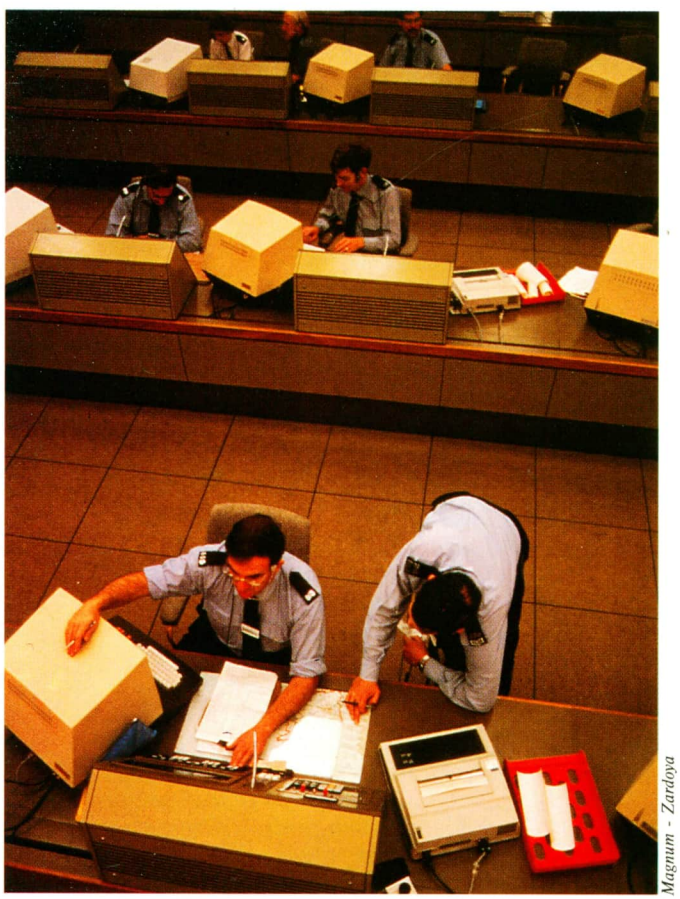
La informática y la actividad policial

La introducción de la informática ha modificado muchos conceptos que hasta ahora imperaban en la acción policial y en el control de la seguridad ciudadana.

Los centros de datos son, en estos momentos, el corazón de la actuación de la policía. En segundos, mediante una sencilla consulta en la pantalla del terminal, se puede conocer la identidad de los sospechosos y sus antecedentes, así como las posibles reclamaciones judiciales o policiales que puedan existir contra ellos.

Esto introduce en la seguridad ciudadana un factor nuevo: una rapidez hasta hace pocos años desconocida.

Los adelantos informáticos y su aplicación han modificado la forma de trabajar de la policía y permitido una distribución más racional de sus efectivos. En la foto, la central de información del Centro de computerización nacional de la policía en Hendon, Gran Bretaña.



Magnum - Zardoya

Hoy en día se acepta como un hecho normal que las patrullas a pie puedan conocer en instantes la identidad de un sospechoso al que retienen en plena vía pública, sin más necesidad que una breve consulta por radio al departamento de informática. La toma de decisiones es entonces mucho más rápida y el agente se evita una pérdida de tiempo en papeleos.

Pero la informática no sólo supone un gran adelanto para el policía que patrulla a pie. También en las tareas de investigación es primordial el acceso a los bancos de datos, por la rapidez con que se puede disponer de una información sustancial en las pesquisas. Por ejemplo, si en un delito se ha empleado un automóvil, es posible conocer en poco tiempo a quién pertenece en caso de que se tome la matrícula, o bien si ha sido robado.

Pero los programas informáticos policiales están concebidos de tal forma que es posible determinar algunos hechos con datos mucho más imprecisos. Por ejemplo, con el color y el modelo los ordenadores suministran datos de todos los vehículos en circulación de estas características. Otros registros de rápido acceso son los de antecedentes o de hechos delictivos denunciados. Pero en todos ellos es básica la multiplicidad de posibilidades de entrar en el programa para obtener una respuesta o una serie de contestaciones.

En cierta manera, estos adelantos han modificado la forma de trabajar de la policía, que ahora puede partir de datos mucho más imprecisos y, mediante el ordenador, simplificar su campo de actuación sin necesidad de perder días enteros en recabar la misma información que en pocos minutos le facilita un terminal.

Hay otro factor importante en el que influye poderosamente la informática en la seguridad ciudadana: las enormes posibilidades de los ordenadores permiten ahora reforzar un apartado secundario hasta hace unos años; la prevención del delito.

En efecto, las estadísticas permiten una distribución de los efectivos policiales mucho más racional de lo que se había conocido, y ello es posible gracias a los datos que suministran los departamentos de informática.

La introducción de esta ciencia en la investigación policial permite que los mandos de las fuerzas de seguridad puedan conocer al cabo de un corto período de tiempo la efectividad de reforzar las patrullas de calle o de dotar de más efectivos un determinado distrito o población, decisión, que, por otra parte, se había tomado anteriormente en función de los datos sobre comisión de delitos que había facilitado la estadística realizada por los ordenadores. Con ello se consigue combatir las bolsas negras de la delincuencia.

La policía y la justicia se están incorporando a la revolución informática. La aportación de esta ciencia para mejorar el problema de la seguridad ciudadana es básica y con ella se modificarán las estructuras de las fuerzas de seguridad. Tan sólo existe el peligro del mal uso del poder de los ordenadores, cuestión que debe delimitarse mediante un adecuado cuerpo legal.

Hackers

Más que una afición

El número de ordenadores con líneas dedicadas a conexión vía red telefónica va en creciente aumento. Establecer una comunicación con un sistema informático pasa por disponer de un microordenador, un modem y las palabras clave de acceso a alguna de sus cuentas. La forma de obtener estas claves establece las diferencias entre los usuarios legales y los hackers.

La palabra *hacker*, que en un principio sólo tenía sentido en reducidos círculos de especialistas en informática, no tardó en alcanzar altas cotas de popularidad a partir del proceso judicial que se llevó a cabo en Estados Unidos, en 1983, contra la llamada «banda de los 414», un grupo de jóvenes que dedicaba su tiempo e ingenio a fisgonear en todo ordenador que no les ofreciera un mínimo de resistencia. Según la prensa, esta banda cuenta en su haber con cerca de sesenta intervenciones demostradas, la más popular de entre ellas, por sus desastrosas consecuencias, fue la entrada en el ordenador del Centro anticáncer de Sloan Kettering, Nueva York. Este y otros hechos similares han provocado una rápida reacción en los medios de comunicación, contribuyendo a la popularización del fenómeno. La película *War games (Juegos de guerra)* ha sido un claro exponente de reflexión acerca de este tema, pues, aunque el argumento pueda calificarse de ciencia-ficción, el mensaje es suficientemente real como para preocupar a los ciudadanos en general y para despertar inquietudes científicas.

Las actividades de los hackers obligan a los fabricantes de ordenadores a la búsqueda de sistemas que garanticen el secreto informático.



Montoro - Aisa

Las empresas constructoras de ordenadores han tomado ya una serie de medidas al respecto, recomendando a los usuarios que supriman las típicas carátulas de presentación del equipo, que usen claves de acceso (passwords) de más de ocho letras con una duración máxima de una semana y que, por último, el conocimiento de passwords a cuentas con altos privilegios se reduzca a un número mínimo de personas. Desde el punto de vista técnico, estas medidas serían suficientes, pero debe tenerse en cuenta además el factor humano. Ya sea por negligencia o por cualquier otro motivo menos excusable, cabe la posibilidad de comentar passwords en principio totalmente secretos. Las consecuencias que pueden derivarse de estos actos son totalmente impredecibles y quedan en manos del «nuevo» usuario. El sistema es incapaz de diferenciar entre un usuario legal y un hacker si este último posee la información suficiente.

La figura del hacker presupone de antemano una potente estructura telemática, es decir, un número considerable de ordenadores conectados vía redes de teleproceso y a los que se pueda acceder de forma interactiva desde terminales remotos. En nuestro país, el concepto de informática distribuida es reciente, pero en constante aumento. Ya empiezan a venderse pequeños equipos que, conectados a la red telefónica, son capaces de actuar como terminales remotos de otros ordenadores con prestaciones telemáticas y, por tanto, no es de extrañar que se dé, paralelamente, el fenómeno hacker.

Entrevista con un hacker

J. J. es un radioaficionado conocido como BIKOM, que ha ampliado su equipo con la adición de material informático. Dispone de un microordenador tipo PC, dos modems y varios paquetes emuladores de terminal. El material y la instalación es del todo legal, aunque su uso no tiene que serlo forzosamente.

—¿Cómo justificas la compra de este equipo informático?

—Porque mi afición básica es la comunicación. En este ámbito he intentado estar siempre provisto de material de vanguardia. La informática viene a cambiar sustancialmente este concepto. No he abandonado en ningún momento las actividades de radio, pues me permiten comunicarme con casi cualquier punto del globo, y creo colocarme a un nivel muy elevado previendo que la informática va a permitirme lo mismo en pocos años. Bueno, lo mismo no, pues añade una posibilidad extraordinaria a mis ambiciones. Con la radio la comunicación se limita a personas con tus mismas aficiones; en cambio la informática permite acceder no sólo a personas, sino también a máquinas. Puede incluso utilizarse el equipo de otra persona, algo inconcebible con la radio.


A.P.

La película War games (Juegos de guerra) *ha dado lugar a debates y temas de reflexión acerca de la cuestión de los hackers.*

—Dispones de material de radio sofisticado pero no puede decirse lo mismo de tu equipo informático. ¿Esto no limita mucho tus posibilidades?

—No. En material radio me he visto obligado a adquirir lo mejor, pues de nada me sirve que otro compañero disponga de sintonizadores más potentes que los míos. En informática basta con un modem, un emulador y algo de suerte, aparte del microordenador con una carta de comunicaciones, para disfrutar de las prestaciones de grandes ordenadores.

—¿Qué significa ese poco de suerte?

—Tener buenos amigos y saber estar en el lugar adecuado en el momento oportuno. Lógicamente los propietarios de los sistemas informáticos conectados a una red no van pregonando la forma de acceder a ellos. Establecer una comunicación con un ordenador no significa tan sólo marcar un número de teléfono, sino que hacen falta más datos. Primero hay que conocer las características de la línea del ordenador: velocidad de transmisión, tipo de terminal y protocolo, si lo hay. Además es imprescindible la clave de acceso, que normalmente son dos o tres palabras, el username, el password, y otros controles de entrada a directorios. Esta información ha de salir de algún lado.

—¿Te molesta el calificativo de hacker?

—Es una palabra peligrosa. Si hablamos de los métodos para obtener las claves de acceso, utilizo cualquier sistema. Me molesta si hace referencia a destrozos en los ordenadores, ya que mi objetivo es la comunicación. Para mí no tiene sentido que las informaciones sean secretas. Considero que deben estar al alcance de cualquiera; por tanto, informarme no constituye ningún delito. Es sólo a título personal. Nunca he modificado nada. Otros han aceptado este calificativo con las mismas intenciones. Por ejemplo, en Francia hay un grupo de jóvenes, la Solex Crack Band, que, aunque a mi parecer disfrutan demasiado con la publicidad, también opinan que lo apasionante es comunicarse. Hacerse publicidad en dominios tan reducidos como éste puede ser peligroso y no sirve para nada. Al contrario, las claves que se facilitan o bien no son importantes o han sido recientemente cambiadas. Esto es contraproducente, no es serio. Lo único que se consigue es mostrar al hacker como una persona frívola y eso no se corresponde con la realidad. Hacen falta muchas horas de dedicación. Yo he llegado a pasar noches enteras delante del micro.

—¿Por qué tantas horas?

—Porque una vez obtenido el número de teléfono y la definición de terminal hay que averiguar las claves. Esto requiere visitar el centro donde se halle el equipo simulando las más diversas profesiones o aficiones. La mayoría de las veces, lo más que se consigue es una aproximación sintáctica a esas claves, como la cantidad de letras y saltos a números. A partir de esta información debe construirse un programa para que el micro vaya probando las posibles combinaciones. Evidentemente no es un trabajo rápido ni puede realizarse a cualquier hora. Es mejor de noche, cuando las líneas telefónicas están libres, nadie te llama y, muy probablemente, nadie llama al ordenador. Otras veces hay amigos que te facilitan claves, pero no suelen ser de gran interés.

—Estas largas horas de dedicación también son horas de teléfono. ¿No resulta muy caro mantener una afición de estas características?

—Es caro. Pero es una afición para personas bastante especiales. Somos gente con afición a la electrónica, con conocimientos informáticos y esto no se consigue saliendo de juerga cada día. El dinero, bien administrado, llega para lo que uno considera prioritario.

—Tanto sacrificio ¿para qué?

—Esto es un deporte de alto nivel. Hace falta un fuerte entrenamiento y mucha voluntad. Los buenos resultados son escasos y tardan en conseguirse. La compensación a un intento válido la supongo comparable a ganar una medalla olímpica. Al principio uno empieza solo, lee muchas revistas, aparecen contactos con clubs informáticos, la entrada en este dominio es lenta pues la gente no suele pasar



Mauritius - Index

Para establecer una comunicación entre sistemas informáticos por medio de la red telefónica no se necesita disponer de material sofisticado. Basta con un microordenador y un modem.

información a cambio de nada. La mayoría de las claves se obtienen por intercambios.

—De lo anterior se deduce que hay competencia. ¿Sois muchos?

—Esto de los hackers es un mito y quien lo ha extendido son las películas y los profesionales de la informática. No hace falta pensar mucho en lo útiles que pueden ser los hackers cuando las cosas no van bien en un determinado equipo. Cualquier fallo es fácilmente atribuible a una entrada desde el exterior. Me atrevería a decir que sólo un diez por ciento de las acciones que se comentan son ciertas. Otro aspecto peligroso, del cual se habla mucho, es la facilidad con que los propios hackers pueden ser manipulados por empresas con mucha competencia. A veces detrás de un password se esconden trabajos de espionaje industrial o simplemente intenciones fraudulentas. Si George Rifkin hubiera dispuesto, en 1979, de un hacker, seguramente habría extraviado con más éxito los seis millones de dólares que intentó estafar usando las claves de seguridad de la red bancaria American Fedwire. Otra estafa en la que se emplearon métodos informáticos y resultó fructífera fue el robo de 13,5 millones de dólares a la banca central de Colombia, el 12 de mayo de 1983. El método fue sencillo: bastó con enviar, usando el código adecuado, una orden de giro sobre una cuenta de tapadera.

—Parece demasiado fácil. ¿No hay técnicas de prevención?

—Sí, las hay. Los militares protegen toda su información cifrando tanto la transmisión como el almacenamiento. Un hacker no puede hacer nada ante un obstáculo de este tipo, exceptuando los destrozos, pero en mi caso lo que interesa es la comunicación. Esta técnica va a extenderse también al uso privado; por ejemplo, en Gran Bretaña se va a comercializar un chip llamado B-CRYPT para cifrar los mensajes transmitidos por teléfono, y otro, llamado TACA, para cifrar las conversaciones entre los satélites y las estaciones receptoras de tierra. Un método que empieza a extenderse incluye técnicas de control de presencia en las salas de terminales, de modo que el ordenador sea capaz de detectar si el usuario que está operando en él se halla en las instalaciones de la empresa. Esto no va a ponérnoslo nada fácil.

—¿Cuáles han sido tus logros?

—Ya he dicho que no me gusta la publicidad. Además, cualquier respuesta admite interpretaciones ambiguas. Sí, he logrado comunicaciones importantes. Si no las detallo puedo perder credibilidad, pero si las contara para que fueran creíbles, tendría que mostrar las claves de acceso y, aparte de ser desmentido a corto plazo, sólo lograría que las cambiaran rápidamente. Pasa lo mismo en muchos deportes, es necesario un acto de fe.

—Para finalizar, ¿cuáles son tus ambiciones actuales?

—Quiero seguir estudiando electrónica e informática para estar preparado cuando llegue el auge de las redes de teleproceso a este país. Me gustaría que se incluyeran servicios como el que va a instalar el Ministerio de salud y seguridad social británico, al que se va a poder acceder sólo con el número de asegurado. Bastará con tener uno de ellos para generar el resto. También me gustaría que Telefónica promoviera una campaña de difusión como la PTT francesa con sus Minitels, terminales gratuitos que permiten acceder con un poco de habilidad a servidores de mensajes, bases de datos, diarios informatizados, etc.

Una actividad que puede ser peligrosa

Mientras predomine la intención puramente deportiva y de satisfacción personal, los hackers no van a suponer ningún riesgo, exceptuando la preocupación que puede derivarse de algún que otro mensaje misterioso. De todos modos, aunque no se causen desperfectos en el ordenador donde se ha entrado, pueden ocasionarse graves perjuicios, pues son muchas las informaciones almacenadas que no deben salir a la luz pública. Todos tenemos derecho a parcelas de intimidad.

También cabe pensar que este fenómeno puede ser utilizado y aun manipulado de modo que se oriente sólo a fines lucrativos, tanto del propio hacker como de quien le utilice. Se entra en terrenos tan peligrosos como el espionaje industrial, las facturas de teléfono, gas o electricidad, las cuentas bancarias y los expedientes médicos o académicos. Lugares donde cualquier intromisión podría causar daños en muchos casos irreparables.

Sin embargo, como antaño, hacen falta cómplices que, desde dentro del propio sistema, tengan interés en suministrar datos suficientes para posibilitar estas intervenciones. Las únicas desventajas que supone la informática son, por un lado la posibilidad de disponer de todas las informaciones con una «única llave» (un password a una cuenta de altos privilegios) y, por otro lado, que sin necesidad de desplazamientos ni de presencia física, el trabajo puede realizarse cómodamente desde casa.

Los grandes sistemas informáticos van a convertirse a corto plazo en el punto de mira de ciudadanos con inquietudes un tanto particulares. La tecnología siempre ha supuesto un reto para muchas personas. A algunas les basta con comprenderla, otras necesitan vencerla.

Control del delito

Organización informática de la policía española

Actualmente, en España, la Dirección general de la policía dispone de un servicio central de informática que tiene delegaciones regionales en cada jefatura superior. Este departamento se divide en cinco secciones, a las que se denomina con los números 1, 2, 3, 4 y 5.

La sección 1 se encarga de los estudios y planificación. Es decir, del trabajo preventivo, al que aludíamos anteriormente. La sección 2 tiene a su cargo las cuestiones de telemática y teleproceso, cuidándose de la introducción de nuevas tecnologías y aplicación de innovaciones. El resto de secciones son conocidas como análisis. Una de ellas tiene la responsabilidad de los bancos de datos de interés policial. La segunda se cuida de la identificación civil, y en ella se engloba el control de extranjeros residentes en España, pasaportes y documento nacional de identidad. Por último, la tercera está a cargo de la gestión administrativa y contable, siendo sus funciones meramente de carácter interno de la policía y de funcionamiento.

Actualmente, el centro de datos de la policía se halla en El Escorial, lugar donde se ubican las principales instalaciones informáticas. Un dato solicitado desde cualquier terminal de la policía en España tarda en realizar el viaje, aunque sea de miles de kilómetros, entre tres y cuatro segundos a través de la red, que se irá ampliando sucesivamente durante los próximos años. Los únicos retrasos que pueden producirse serán debidos a una saturación del sistema, puesto que hay que pensar que diariamente se efectúan miles de consultas. De todas formas, es posible comparar esta velocidad con una consulta por correo o por teléfono.

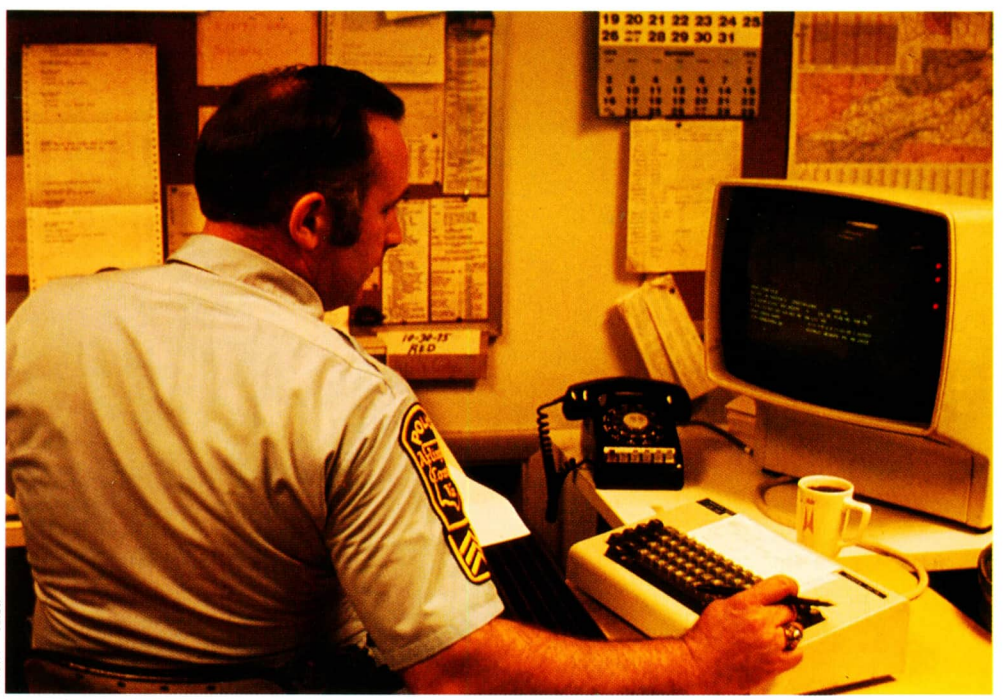
Programas informáticos de la policía

Los programas informáticos utilizados por la policía española, como las de cualquier cuerpo de seguridad del mundo, son muy complejos, a pesar de que los expertos en materia de ordenadores opinan que nada es ya secreto ni extraordinariamente difícil.

La dificultad adicional de un programa policial respecto a otros, como puede ser la gestión empresarial o docente, es la de los múltiples accesos. En cierta forma es similar al que emplean las cajas de ahorros o los bancos, que pueden trabajar a partir del número de cuenta, del nombre o del número del carnet de identidad. Para los investigadores es básico poder llegar a una respuesta, o a una serie de respuestas, introduciendo diferentes datos. Por ejemplo, una descripción física, varios nombres o el color de un automóvil. La policía maneja en ocasiones detalles inconcretos que deben llevar a respuestas satisfactorias. Éste es, realmente, el trabajo de los ordenadores.

En los campos policial y judicial se está produciendo el cambio de soporte para disponer de la información; se está pasando del papel al soporte magnético. Los ficheros manuales tienden a desaparecer y su lugar está siendo ocupado por terminales.

Durante los próximos años, el objetivo principal dentro de esta innovación, en el ámbito de la policía, será la introducción de nuevos programas, fundamentados en archivar todos los sucesos ocurridos con tres formas diferen-



Centro policial informatizado en el estado de Virginia.

Photri - Aisa



Magnum - Zardoya

Unidad móvil de operaciones de las fuerzas de policía de Gran Bretaña.

tes de acceder a la información. Estas vías son: el hecho (con una descripción de lo sucedido, ya sea robo, crimen o estafa), el objeto y el autor. El segundo apartado incluirá una descripción de objetos sustraídos, que se realizará atendiendo a unos códigos uniformes ya utilizados en la actualidad y que están adaptándose al lenguaje informático. De esta forma quedarán fichadas las joyas desaparecidas, los vehículos robados o las pieles hurtadas, con todos los datos que pueden llevar a su identificación y devolución a los legítimos propietarios. En cuanto al acceso de autor (tercer apartado), se incluirán todos los datos sobre los posibles responsables de los hechos delictivos.

Otro de los problemas que se presentan es el mantenimiento al día de los datos, ya que los centros de datos de la policía están en servicio permanente y no descansan ni de día ni de noche.

Delito informático y control del ciudadano

El fenómeno de la informática no sólo es aplicado por la policía. También hay delincuentes que se benefician de él. Así, en estos últimos años se asiste en los países desarrollados al fenómeno de la realización de delitos mediante los ordenadores.

Evidentemente, la informática no se aplica a delitos de sangre, pero es posible llevar a cabo importantes estafas. En Italia y en Estados Unidos ya se han producido importantes robos en bancos mediante un ordenador, entrando en el sistema empleado por la entidad y jugando con las cuentas. Sin embargo, hay que decir que es posible rastrear el sistema en busca del fallo y que es posible encontrar a los culpables.

Ello se evita mediante la interposición de obstáculos en el acceso a los índices y reforzando las medidas de seguridad en los sistemas. Evidentemente, uno de los más sofisticados medios es el empleado en materia policial, que hace prácticamente imposible la entrada en los bancos de datos si no se está autorizado para ello.

Hasta el momento, en España no se han detectado fraudes de este tipo ni problemas similares a los relatados por la película *Juegos de guerra*, donde un adolescente apasionado por el mundo de la informática consigue acceder a un ordenador que controla el sistema de misiles de Estados Unidos. Sin embargo, sí se han detectado casos de imitación de programas informáticos, aunque esta cuestión casi entraría más en el plano de la propiedad intelectual que en la problemática de la delincuencia.

La introducción de la informática en nuestra vida reporta gran cantidad de beneficios, y en el campo policial supone un gran adelanto. Cada vez más se tiende a la utilización, dentro de la policía, de los ordenadores y así los terminales realizan por sí solos gestiones llevadas a cabo hasta hace poco tiempo por investigadores. Pero esto, a su vez, conlleva un problema: el control del ciudadano por parte del estado.

Para la policía, es cada vez más importante alimentar sus ordenadores con datos. Los límites los ha puesto la ley. Los cuerpos legales de los países desarrollados ya se ocupan de esta problemática y disponen las medidas oportunas para que el estado no pueda ejercer un control abusivo de los ciudadanos.

El auténtico peligro para las libertades sería la conexión de los ordenadores, el intercambio de datos entre, por ejemplo, dos departamentos de ámbitos diferentes. En este sentido hay que precisar que ni siquiera los diferentes cuerpos de seguridad del estado tienen un sistema de informática común, si bien pueden acceder a sus respectivos servicios pero con restricciones y no a todos los programas ni a todos los bancos de datos.

Lingüística

Procesamiento de las lenguas naturales

Los ordenadores serán más útiles cuando puedan entendernos en nuestra propia lengua. Cuando llegue ese momento los ordenadores podrán ser utilizados sin que el usuario necesite un entrenamiento previo.

Comprender las frases de una lengua humana requiere un considerable conocimiento del mundo, que no aparece en las frases mismas pero que está implícito en ellas. Por ejemplo, en una comida un comensal dice: «Sírveme vino.» Esta frase genera un conjunto organizado y cerrado de asunciones. Asumimos que el hablante tiene sed y quiere beber vino, por lo que nos sorprendería que lo volcase en la cabeza de otro comensal. Asumimos que los comensales saben lo que es «vino» y la manera como se desarrolla la acción «servir vino», que no es la misma que la acción «servir sopa» o «servir la mesa». Además asumimos que el comensal está sediento y que quizás un vaso de agua será aceptado en caso de que se haya acabado el vino. Hacer inferencias es crucial, pues, en el proceso de comprensión.

Por esto un ordenador sólo entenderá nuestras lenguas naturales si lo programamos para que entienda las frases y el conocimiento de base (background knowledge) que les da sentido. Un ordenador no podrá «hablar» sobre lo que no conoce. Tendrá que aprender y cambiar lo que está aprendiendo según la experiencia que vaya acumulando.

Lingüística e informática colaboran en la investigación sobre el procesamiento de las lenguas naturales. El objetivo de la investigación es doble. Por una parte, comprender cómo funcionan las lenguas humanas y así comprender cómo funciona la mente humana. Por otra parte, reproducir en un ordenador este conocimiento adquirido. Dos son las estrategias de investigación sobre el procesamiento de las lenguas naturales: investigar fenómenos aislados o investigar sistemas. Siguiendo la primera estrategia se estudian teorías especializadas de fenómenos lingüísticos restringidos. Por ejemplo, se estudia el análisis de la estructura sintáctica de las frases o los referentes de los pronombres. Centrándose en subproblemas del procesamiento de las lenguas naturales, esta estrategia de investigación asume que otros subproblemas pueden ser resueltos por otros métodos. La segunda estrategia de investigación, la que estudia sistemas, tiene como objetivo diseñar y construir programas que lleguen a ser capaces de procesar toda una lengua natural. Esta estrategia se ocupa de todos los niveles y aspectos del análisis lingüístico.

La metodología en procesamiento de lenguas naturales consiste en desarrollar una teoría, programarla y estudiar el comportamiento del programa. Si el programa falla, se revisará la teoría y se modificará el programa.

Antecedentes de la lingüística computacional

El progreso en el procesamiento de lenguas naturales está ligado al avance en el diseño e implementación de la tecnología informática (por ejemplo, rapidez de acceso a los datos almacenados en la memoria, capacidad de memoria), así como al diseño de lenguajes de programación más sofisticados (LISP, PROLOG).

Los primeros trabajos en lingüística computacional aparecieron a principios de los años cincuenta, tanto en Estados Unidos (Universidad de Georgetown) como en la U.R.S.S., con el objetivo de traducir un texto de una lengua a otra. En ese momento no se disponía de ninguna teoría lingüística relevante para la traducción automática. La traducción consistía de dos etapas: una sustitución palabra por palabra de una lengua a la otra u otras, y una reordenación y ajuste de los detalles de la traducción. En esta etapa el problema central era de orden técnico: cómo almacenar un extenso diccionario en el ordenador y cómo consultarlo de manera eficiente.

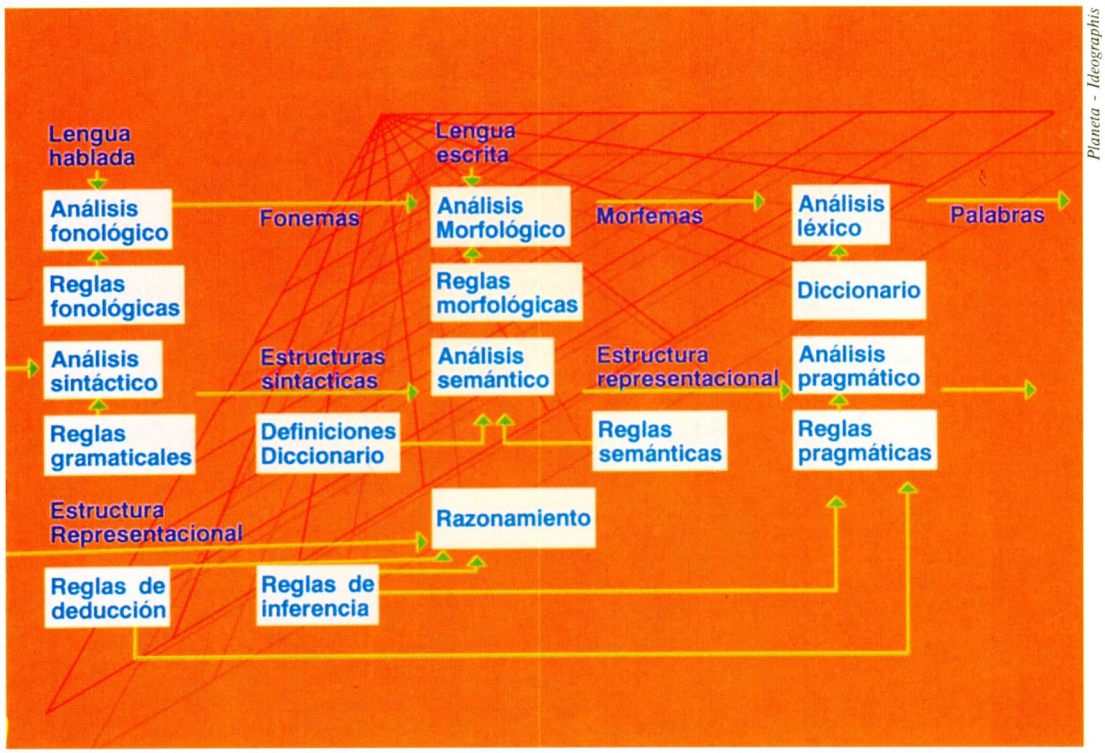
En una traducción automática del inglés al español, por ejemplo, el ordenador buscaba en el diccionario computarizado el equivalente español de una palabra inglesa, y el equivalente español aparecía en la traducción. Pero las lenguas naturales difieren en cuanto a la estructura gramatical y al significado de las palabras. Además muchas palabras tienen más de un significado, que sólo puede ser determinado por el contexto. Los intentos posteriores por solucionar estas ambigüedades incluyeron la traducción de todos los posibles significados de las palabras y el análisis estadístico del texto original para decidir la traducción apropiada. Por ejemplo, *banco* puede ser una traducción correcta si en el texto original aparecen palabras relacionadas con *dinero, transacciones bancarias*, etc.

Este tipo de traducción automática no era ni efectivo ni suficientemente general como para ser aplicado a cualquier tipo de texto. La participación humana era necesaria tanto para preeditar el texto (por ejemplo, suprimiendo conjunciones que pudieran crear ambigüedad o añadiendo una puntuación especial que la deshiciera) como para postediarlo (por ejemplo, resolviendo manualmente traducciones incorrectas).

Hacia la mitad de los años sesenta estos proyectos fueron abandonados en Estados Unidos cuando la National academy of science presentó el informe ALPAC, que concluía que no existían perspectivas para esta nueva tecnología.

Recientemente han surgido nuevos intentos de traducción automática ligados a los avances de la teoría lingüística. El objetivo ya no es realizar una traducción automática de alta calidad que no requiera la posterior intervención humana, sino la traducción con finalidad informativa. El ordenador traduce un texto y así informa sobre su contenido. La traducción de alta calidad finalmente la realiza el traductor. Ejemplos de sistema de traducción automática son el proyecto EUROTRA de la Comisión europea; METAL de la Universidad de Austin (Texas) y Siemens; AST de la Agencia japonesa de ciencia y tecnología.

Paralelamente, hacia la mitad de los años sesenta, los estudios en inteligencia artificial empezaron a plantearse la pregunta: ¿es posible desarrollar software que razone como lo haría un ser humano cuando traduce o resume un texto o cuando responde a una pregunta? Actualmente no exis-



Proceso de comprensión de la lengua, según T. Winograd (1972).

ten programas que analicen una parte amplia de una lengua y entiendan lo que significa. Los programas experimentales están basados en versiones simplificadas del lenguaje y de su significado.

Análisis de la lengua hablada

Un programa que entienda la lengua a la manera humana está formado por distintos componentes correspondientes a los varios niveles en que la lengua puede ser analizada.

Si se analiza la lengua hablada, el primer nivel de análisis es el de las ondas sonoras (análisis fonológico). Si se analiza la lengua escrita, el análisis empieza al nivel morfológico-léxico.

Analizador morfológico

Un analizador morfológico consta de:

1. Un autómata que permite obtener información de tipo estadístico (contar frecuencias), procesar palabras, asociar raíces y sufijos y relacionarlos con modelos de comportamiento morfológico, generar palabras, etc.; el autómata consta de un conjunto de estados, un conjunto de reglas y un conjunto de estados finales.
2. El texto a analizar.
3. Los datos lingüísticos organizados en:

– Un diccionario de raíces donde constan las raíces de todas las palabras de la lengua, los modelos lingüísticos a que pertenecen (N, V, Adj...) y sus correspondientes atributos morfológicos.

– Un diccionario de sufijos donde constan los sufijos de la lengua, sus modelos lingüísticos (sufijos usados para formar verbos, nombres, gentilicios) y la información morfológica pertinente a este nivel.

– Un conjunto de reglas que especifica todas las concatenaciones posibles de raíces y sufijos asociados a sus diferentes interpretaciones.

– Un conjunto de modelos que especifican todos los posibles modelos de comportamiento morfológico y su asociación a raíces y sufijos. Estos modelos se asocian a su vez con atributos morfológicos, válidos para todos los elementos que tengan este modelo. Por ejemplo, el modelo de los verbos regulares de la segunda conjugación constará, entre otras cosas, de una raíz (corr- por «correr»), de los atributos: categoría = verbo; conjugación = 2.ª regular; derivados = -edor, -ida (corredor, corrida). Constará, también, de los modelos del presente de indicativo (-o, -es, ... -en) más sus correspondientes sufijos de persona y número. Cada uno de los modelos derivados también constará de un sufijo (por ejemplo, -edor) más los atributos del sufijo: categoría = nombre, género y número.

El resultado del análisis morfológico y léxico es una secuencia de palabras dentro de una frase, cada una con su correspondiente información léxica y morfológica. Este resultado (output) sirve como entrada (input) del nivel de análisis sintáctico (parsing).

Analizador sintáctico

Un analizador sintáctico (parser) determina, por referencia a una gramática particular, si una frase está bien formada y cuáles son las posibles estructuras de esta frase. Para cualquier frase, un analizador sintáctico produce una estructura de datos (por ejemplo, un árbol derivacional) que representa la organización y propiedades estructurales de la

frase. A este fin es preciso diseñar el analizador sintáctico a partir tanto de la gramática que se va a usar, como de la manera en que va a ser usada.

Los principales problemas a resolver a este nivel son de dos tipos: problemas asociados con la gramática del analizador y problemas de estrategia, asociados con el uso de esta gramática.

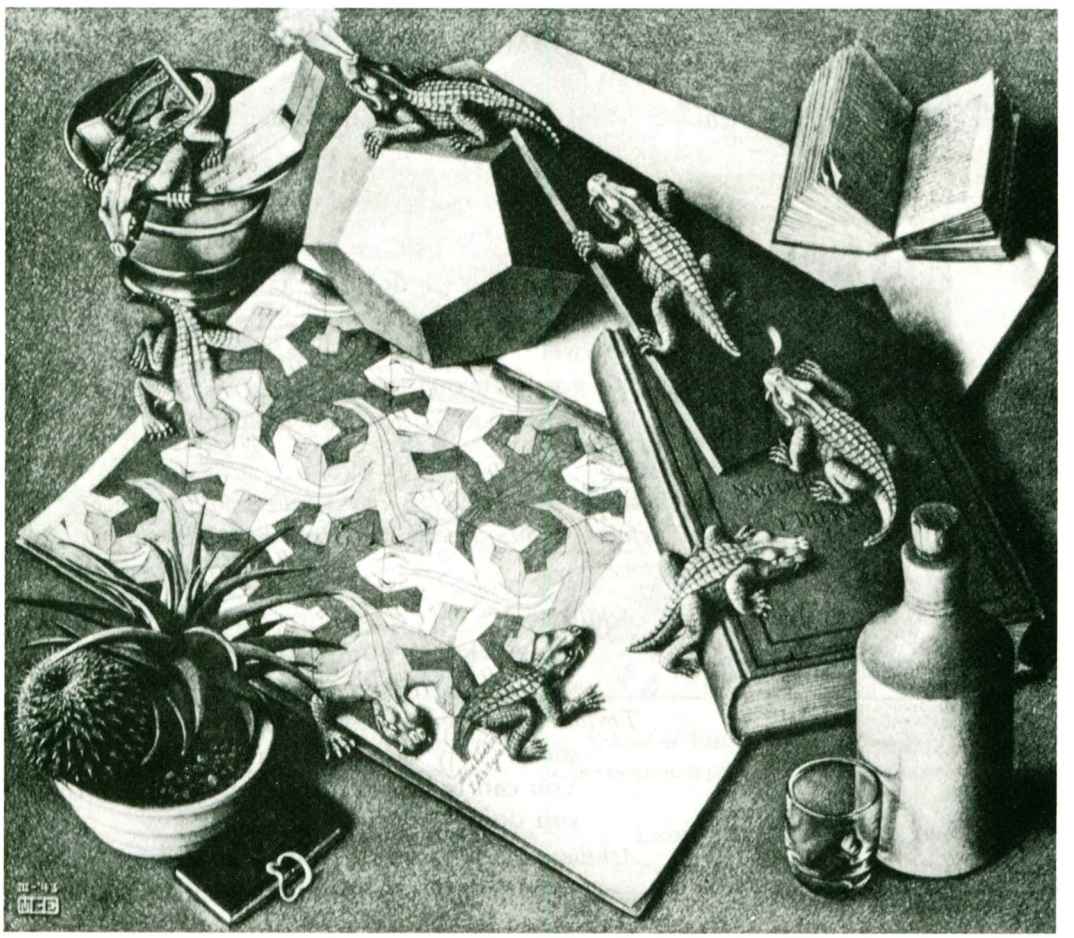
Problemas gramaticales. Respecto a los problemas asociados con la gramática, es preciso especificar el conjunto finito de reglas que determine el conjunto de frases posibles de la lengua. La lingüística teórica tiene como objetivo la creación de tales sistemas lingüísticos formales en que las reglas sintácticas de la lengua estén especificadas de manera suficientemente precisa como para poder ser usadas por un ordenador que analice la lengua. El modelo lingüístico de análisis distribucional de Z. Harris (Z. Harris, *String analysis of sentence structure*, 1961; N. Saeger, *Natural language of information processing*, 1981) y el modelo generativo transformacional de N. Chomsky (desde *Syntactic structures*, 1957, hasta *Lectures on government and binding*, 1981) son los primeros intentos comprensivos de gramáticas formales. Derivadas del modelo generativo han aparecido, entre otras, la gramática sintagmática generalizada (G. Gazdar, *Phrase structure grammar*, 1980) y la gramática léxica funcional (J. Bresnan, *The mental representation of grammatical relations*, 1982).

A fin de que una gramática pueda representar adecuadamente una frase es preciso resolver los problemas de ambigüedad, tanto léxica como estructural, que se dan al nivel del análisis sintáctico. La ambigüedad léxica se da cuando una forma puede pertenecer a categorías distintas (*joven* puede ser un N o un Adj). La ambigüedad estructural se da cuando una cadena de palabras puede tener más de una representación gramatical. Además, las ambigüedades pueden ser locales (*la* puede ser artículo, pronombre o nombre) o globales. Son las ambigüedades locales las que hacen crecer exponencialmente el área de búsqueda del analizador.

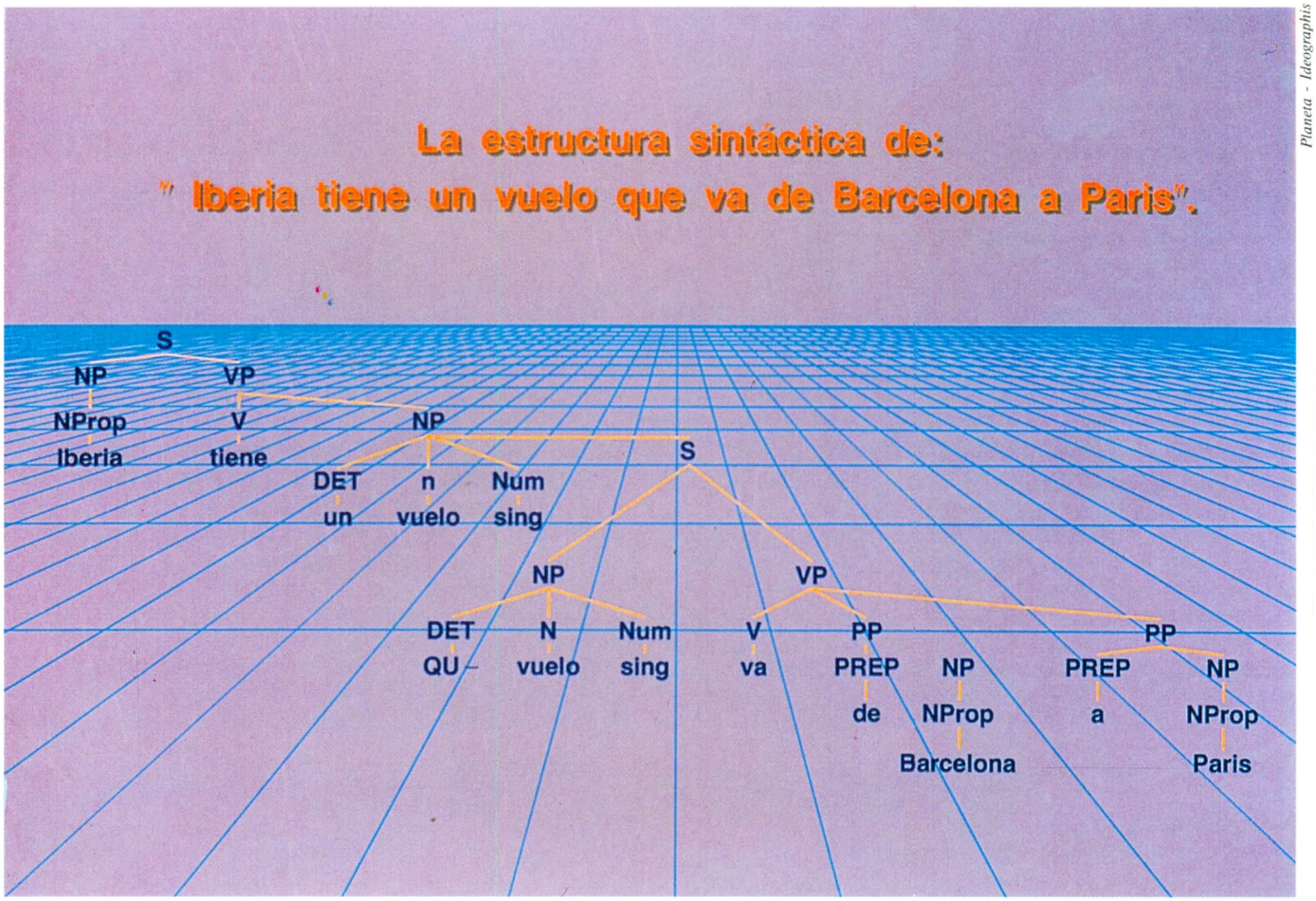
Las frases de las lenguas naturales pueden ser representadas por un gran número de estructuras, dado que todas las lenguas naturales permiten un cierto grado de libertad en el orden de los constituyentes de una frase, en el uso de adjuntos, de constituyentes opcionales, etc. La mayoría de analizadores sintácticos están basados en gramáticas libres del contexto y usan algoritmos diseñados para lenguas artificiales independientes del contexto. Por esta razón, cuando los analizadores sintácticos tratan de formalizar las posibles combinaciones de constituyentes de una lengua natural usan un gran número de reglas. Esto aumenta el tamaño de la gramática y la ineficacia del analizador.

Problemas estratégicos. Los problemas de orden estratégico a resolver son los siguientes: relación entre espacio de

El resultado del análisis morfológico (output) sirve como entrada (input) del nivel de análisis sintáctico (parsing): Reptiles, *litografía por M. C. Escher (1943).*



A.P.



Planeta - Ideographis

Estructura sintáctica de una frase.

memoria ocupado por el analizador (diccionario y reglas), tiempo de acceso a ellas y tiempo de análisis.

Un analizador puede ser estructurado en paralelo o en serie. En teoría, dado que los analizadores en uso actualmente se limitan a léxicos restringidos y así no permiten obtener datos reales sobre la eficacia del sistema aplicado a toda la lengua, un analizador estructurado en paralelo puede ser más rápido, pero ocupará más espacio de memoria, dado que valida varias hipótesis al mismo tiempo y almacena los resultados. Un analizador estructurado en serie ocupará menos espacio de memoria, pero será más lento dado que tiene que considerar varias alternativas y volver atrás si la alternativa tomada no es la correcta. Se ha intentado superar este dilema adoptando estructuras enriquecidas que tengan las ventajas de las dos estructuras anteriores y que utilicen al máximo las propiedades diagnósticas de las palabras. Por ejemplo, se han usado ATN (*augmented transition networks* o *redes de transición enriquecidas*). Un ATN es un diagrama de transición de estados finitos que expresa la estructura de las frases como una secuencia de «transiciones» que tienen que ser seguidas por el ordenador.

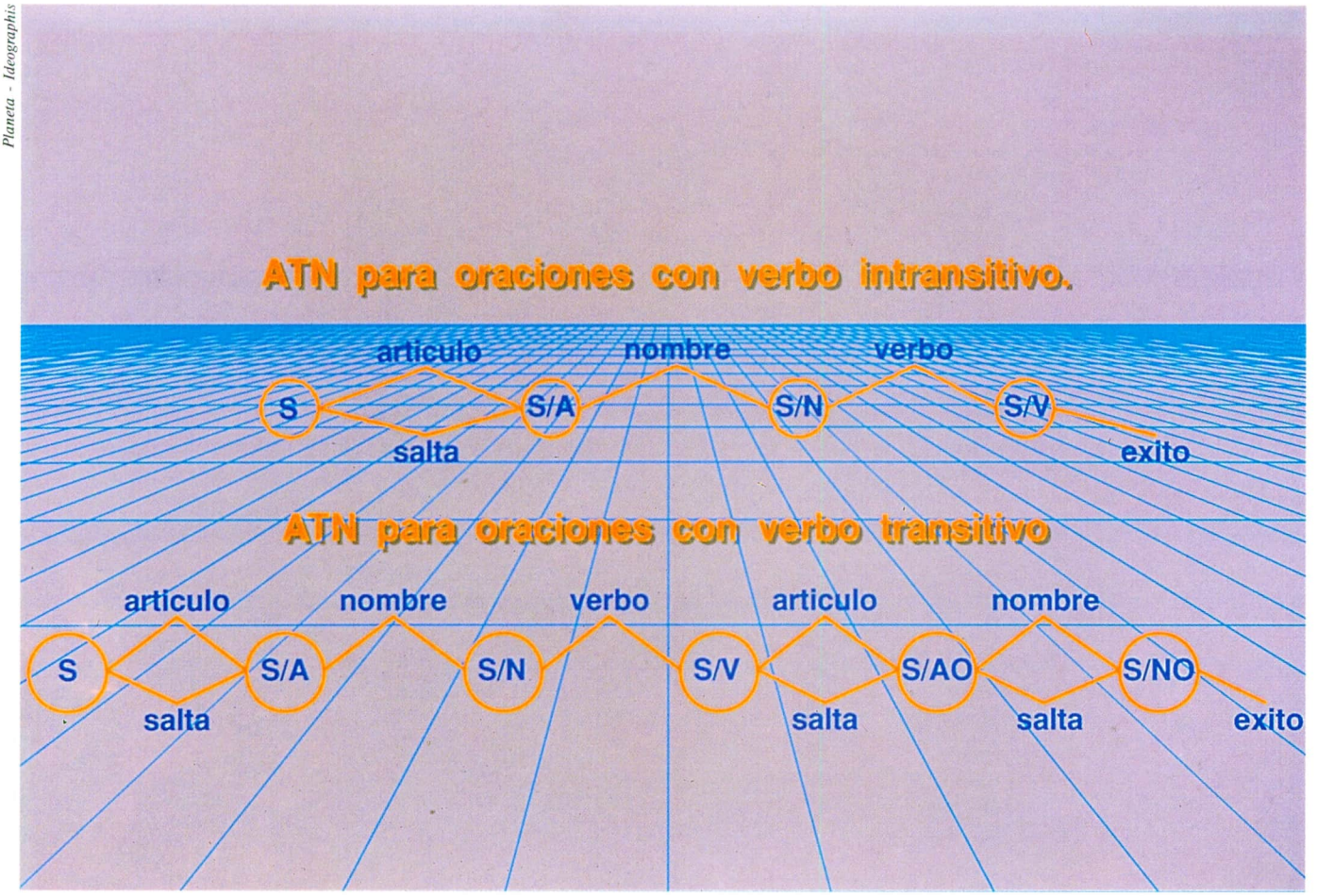
Marcus (1980) ha adoptado una estrategia de análisis determinista que intenta eliminar toda ambigüedad léxica. Una estrategia de análisis es determinista si la elección de un análisis está guiada por el estado del analizador en un punto dado y por informaciones locales.

Un análisis sintáctico puede proceder formando hipótesis y validándolas a medida que aparecen los elementos de una cadena sintáctica (analizador descendente o top-down) o analizando los elementos y formando hipótesis a partir de ellos (analizador ascendente o bottom-up). Las estrategias híbridas parecen las más apropiadas para el tratamiento de las lenguas naturales.

Una estrategia de análisis sintáctico puede ser puntual o periscópica, según tenga acceso o no a información situada en una parte de la cadena aún no analizada. Asimismo, una estrategia de análisis debe adoptar una dirección en el análisis de la cadena sintáctica. La dirección puede establecerse de izquierda a derecha, siguiendo la dirección de la escritura en las lenguas occidentales, de derecha a izquierda, o alternativamente en ambas direcciones a partir del establecimiento de islas de certeza en el análisis de la cadena.

Una estrategia de análisis descendente de izquierda a derecha con ATN parece la más natural, aunque existen otras metodologías (analizador en cadena, gramáticas de metamorfosis, etc.).

Planeta - Ideographis



ATN (augmented transition networks) para oraciones con verbo intransitivo y transitivo.

Analizador semántico

El resultado del análisis sintáctico es la entrada del componente semántico. Un analizador semántico tiene que poner las expresiones lingüísticas en una forma tal que a partir de ellas el ordenador pueda aplicar procedimientos de razonamiento y hacer inferencias. Es decir, un sistema computacional inteligente debe entender las frases de una lengua. Aunque los hablantes son capaces de realizar este proceso semántico sin aparentes esfuerzos, no es así para un programa inteligente de ordenador.

Desde una perspectiva computacional, el análisis semántico puede ser clasificado en tres categorías, según sea la relación entre sintaxis y semántica:

1. Los componentes sintáctico y semántico son vistos como independientes. Un sistema con componentes sintácticos y semántico separados tiene un diseño simple, dado que no precisa de un módulo de control entre ambos componentes. Para el análisis de una frase primero se realiza el análisis sintáctico. Después, y de manera independiente, se realiza el análisis semántico. Sin embargo, este sistema no representa un modelo sicológicamente apropiado del proceso humano de comprensión de una frase. Por ejemplo:

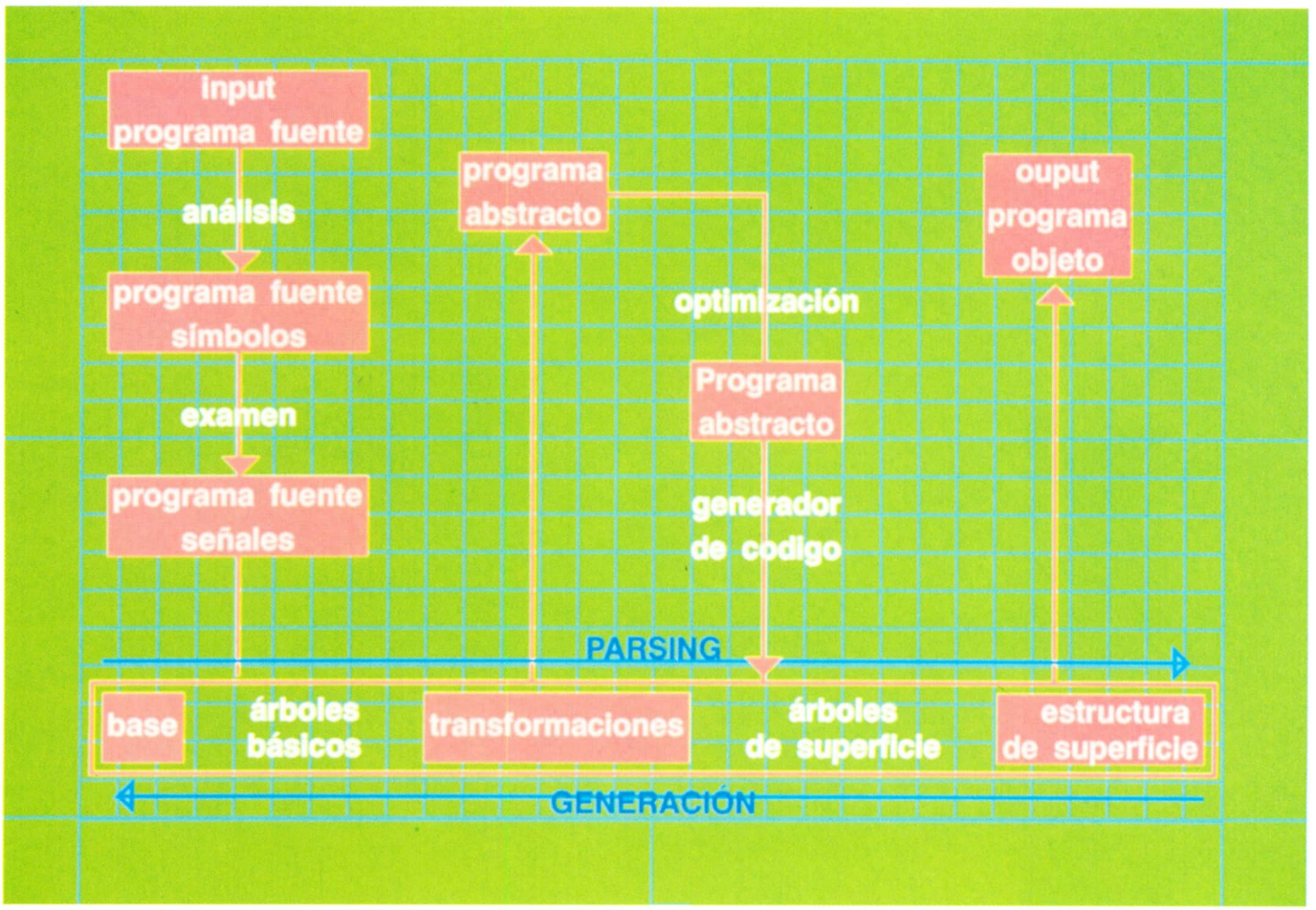
«Juan vio al cazador con los prismáticos»

es una frase estructuralmente ambigua. «Con los prismáticos» puede modificar tanto a «vio» como «al cazador». Si la información semántica no puede ser usada para construir la estructura sintáctica de esta frase, el programa analizador deberá construir las dos estructuras sintácticas posibles para esta frase. Pero sólo una de ellas será seleccionada después del análisis semántico-interpretativo. Este proceso no es económico.

2. No hay distinción entre sintaxis y semántica. La estructura semántica de una frase se construye directamente a partir de la frase misma. Una de las motivaciones subyacentes a este sistema es la intuición que los árboles sintácticos son construcciones redundantes en un programa cuyo objetivo es el procesamiento del significado.

Una propuesta en esta línea es la de Schank (1972) y Wilks (1973). Sus sistemas están basados en primitivos semánticos, que son símbolos atómicos como MAN, FOLK, PART. Estos símbolos están agrupados en estructuras arbóreas modificadas progresivamente por varias formas de inferencia a medida que se va procesando la frase. El significado de cada palabra es representado por una de estas estructuras (fórmulas). Cuando las estructuras que las

Planeta - Ideographis



Esquema del proceso de análisis y generación.

reglas de procesamiento van definiendo coinciden con las estructuras de las palabras de una frase, la frase es representada semánticamente por una plantilla (template).

Según Schank el número de primitivos necesario para construir las estructuras conceptuales puede reducirse a once. Estos primitivos se dan en la tabla adjunta, ordenados por orden de importancia decreciente.

Woods (1976) propone una gramática de ATN que incluya no sólo categorías sintácticas, sino también semánticas, que indiquen los referentes de las palabras y frases.

Riesbeck (1974) propone un sistema basado en una estructura de dependencias conceptuales que se construye a medida que se procesa la frase de izquierda a derecha.

Dado que estos sistemas anteriores no realizan un análisis sintáctico en el sentido convencional, admiten como entrada frases con un cierto grado de malformación gramatical. Por otra parte, la organización del procesamiento de una frase según todos estos sistemas depende básicamente de categorías semánticas. Sin embargo, el analizador tiene que procesar palabra por palabra, agrupar las palabras en frases, etc. Esta estructuración no puede ser construida a partir de información semántica exclusivamente, ni parece que existan categorías semánticas naturales a partir de las cuales se puedan construir unidades de procesamiento.

LOS ONCE PRIMITIVOS SEMÁNTICOS SEGÚN SCHANK

ATRANS	Transferencia de una relación abstracta tal como posesión o control
PTRANS	Transferencia física de un objeto
PROPEL	Aplicación de una fuerza física a un objeto
MOVE	Movimiento de una parte del cuerpo de un animal por el animal mismo
GRASP	Un actor toma un objeto
INGEST	Ingestión de un objeto por un animal
EXPEL	Expulsión de un objeto del interior de un animal por el animal mismo
MTRANS	Transferencia de información entre animales o dentro de uno solo (por ejemplo, recordar).
MBUILD	Construcción de información nueva a partir de información vieja por parte de un animal
SPEAK	Producción de sonidos
ATTEND	Concentración de un órgano de los sentidos en un estímulo

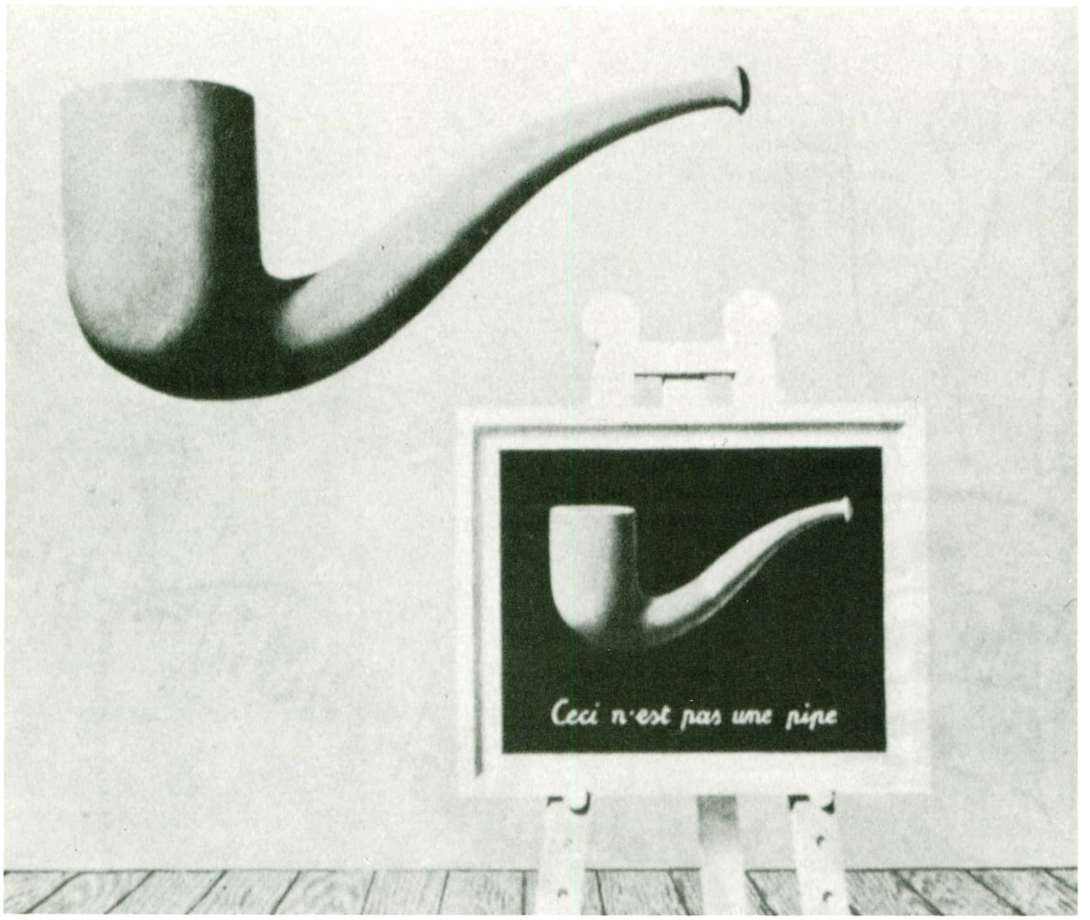
3. El paso de la estructura sintáctica a la semántica se da a través del proceso de análisis de la frase, usando para ello estructuras sintácticas parciales. Según un tercer tipo de sistemas, la relación entre la estructura sintáctica y semántica es alternativa (Winograd, 1972) y permite que la información semántica sea usada durante el análisis sintáctico. El analizador utiliza información semántica y sintáctica que se construye alrededor de una estructura arbórea. Así se evita la tarea de construir estructuras innecesarias. Además, el hecho de realizar un procesamiento semántico del texto tan pronto como sea posible se ajusta a un modelo plausible del comportamiento lingüístico de los humanos.

El sistema SHRDLU. Uno de los primeros sistemas capaz de llevar a cabo sofisticados análisis de la lengua es el sistema SHRDLU desarrollado por Winograd (1972). SHRDLU es capaz de contestar preguntas, realizar órdenes e incorporar nuevos hechos acerca del mundo. El sistema sólo opera en el dominio restringido de un mundo formado por unos pocos bloques. El sistema provee un marco en que estudiar la relevancia del conocimiento no lingüístico para la comprensión de la lengua. Usa un formalismo de razonamiento basado en un procedimiento de enclaustramiento del conocimiento (procedural embedding of knowledge).

Los hechos específicos acerca del mundo son codificados directamente como procedimientos que operan en las estructuras de representación de la frase, en lugar de ser codificados como estructuras para ser usadas por un procedimiento deductivo más general. Al mismo tiempo, el significado de una frase es representado no simplemente como un hecho acerca del mundo, sino como un procedimiento que consta de una orden para que el programa la ejecute. Esta visión, en que el significado está basado en un acto imperativo más que declarativo, parte de la teoría de los actos de habla desarrollada por los filósofos de la lengua J. Austin y J. Searle.

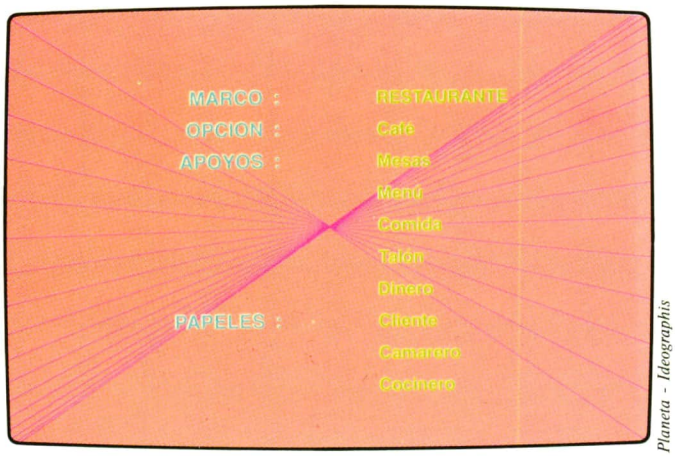
Finalmente, SHRDLU incluye una representación explícita del contexto cognitivo. A fin de decidir el significado global de una frase no es suficiente con considerar los hechos acerca del mundo que la frase describe. También es preciso cierto razonamiento que use tanto las estructuras de representación del texto que precede a la frase, como las correspondientes estructuras acerca de la frase que se procesa.

SHRDLU empieza el procesamiento de la frase con un análisis sintáctico. No toda la frase es analizada sintácticamente de una sola vez. El análisis sintáctico continúa hasta que una unidad significativa ha sido analizada. Luego intervienen los procedimientos semánticos para analizar esta unidad. Si esta unidad es aceptada semánticamente, el análisis sintáctico continúa. En caso contrario, el procedimiento semántico informa al analizador de que existe un problema y el programa intenta otro análisis sintáctico.

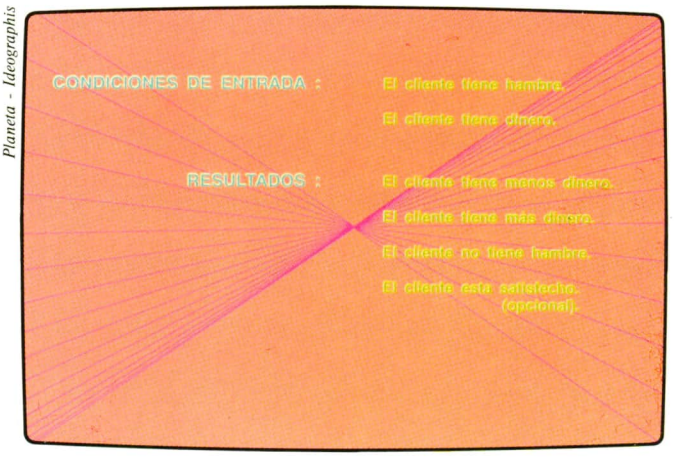


La representación semántica de los objetos y el conflicto entre el símbolo y la realidad: Los dos misterios, *por R. Magritte (1966).*

A.P.



Planeta - Ideographis



Planeta - Ideographis

Análisis pragmático

El análisis pragmático es la etapa final del análisis para un programa que entienda la lengua. Esta etapa se centra en el análisis del contexto. Cada frase está enmarcada en una situación, está dicha por un hablante con una intención determinada, en un tiempo y un lugar particular, y se refiere, de manera implícita o explícita, a un cuerpo de conocimientos acerca del mundo. A partir de este conocimiento, o sentido común, es posible identificar la situación particular. Una aproximación al problema del conocimiento acerca del mundo es codificar éste en una forma tal que pueda ser usado para hacer inferencias.

Comprensión y memoria. Generalmente se acepta que la comprensión de la lengua es un proceso basado en la memoria. Por ejemplo, el análisis sintáctico implica el reconocimiento de las estructuras posibles de una frase. El análisis semántico implica, en parte, el reconocimiento de los objetos a que se refieren las situaciones lingüísticas y, en parte, la síntesis de conceptos no usuales a partir de conceptos conocidos.

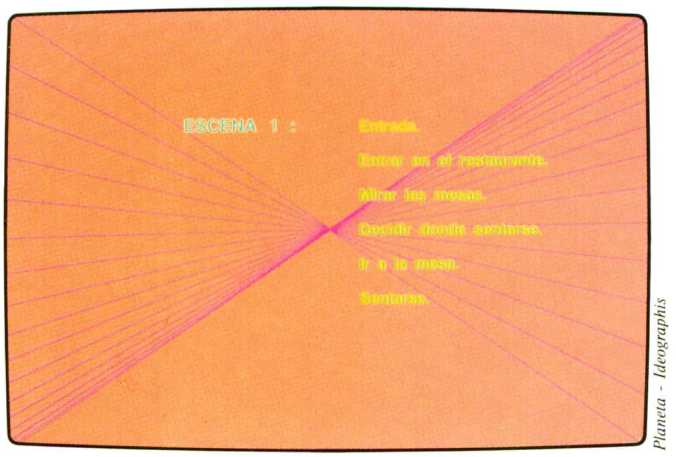
De acuerdo con las teorías actuales, cuando se describe una situación familiar, como por ejemplo el hecho de ir a un restaurante, el proceso de comprensión de esta situación comporta el reconocimiento de las similitudes y diferencias entre la descripción actual y la descripción de un estereotipo de una ida a un restaurante.

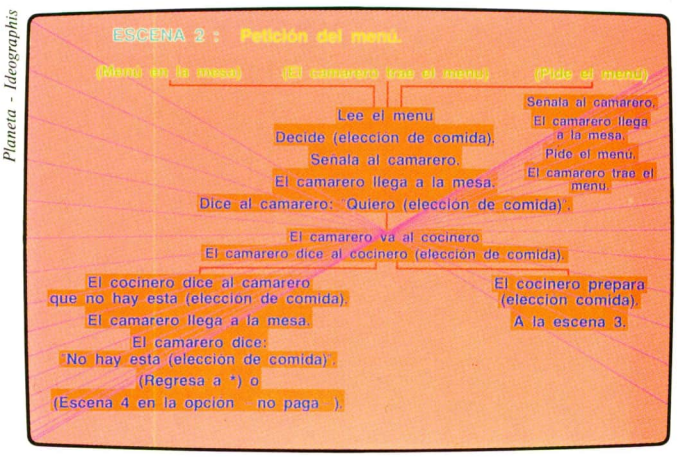
En otra dimensión, la comprensión de la lengua está también enmarcada en una forma de discurso. La forma del discurso puede ser, por ejemplo, una conversación, una historia o un ensayo. Hay reglas específicas que controlan el uso apropiado de estas formas. La comprensión de la lengua comporta su interpretación en términos de la forma del discurso a través de la cual se expresa. También aquí la comprensión significa el reconocimiento de la manera como se utiliza una forma particular del discurso, así como de las similitudes y diferencias respecto al uso estereotípico de esta forma.

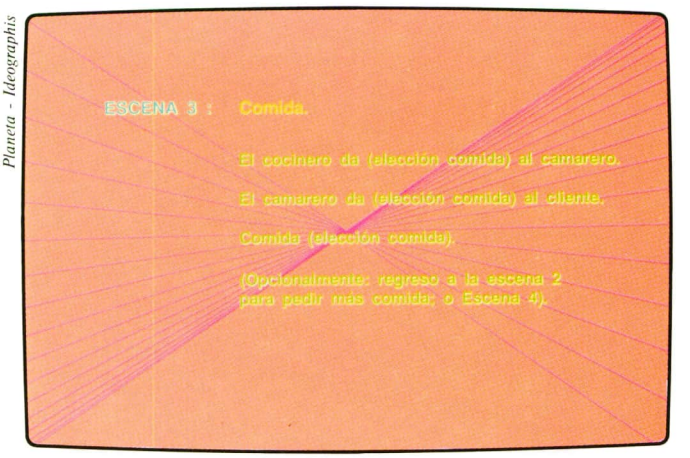
La comprensión de la lengua es básicamente un proceso de reconocimiento, por esto uno de los principales problemas de la comprensión es la organización de una gran memoria. Una de las técnicas más frecuentemente usadas para la organización de la memoria es el almacenamiento de las diferencias entre descripciones de objetos relacionados entre sí, más que el almacenamiento de descripciones completas para cada concepto. Parece ser que los humanos formamos descripciones estereotípicas básicas de los objetos y que desarrollamos maneras de cambiar estas descripciones a medida que hay más información disponible. Cuando la nueva información no encaja con las descripciones estereotípicas básicas, construimos nuevos escenarios para explicar las divergencias. Además, cuando esperamos que se produzca una divergencia respecto al estereotipo y ésta no puede ser explicada, centramos la atención en tal divergencia.

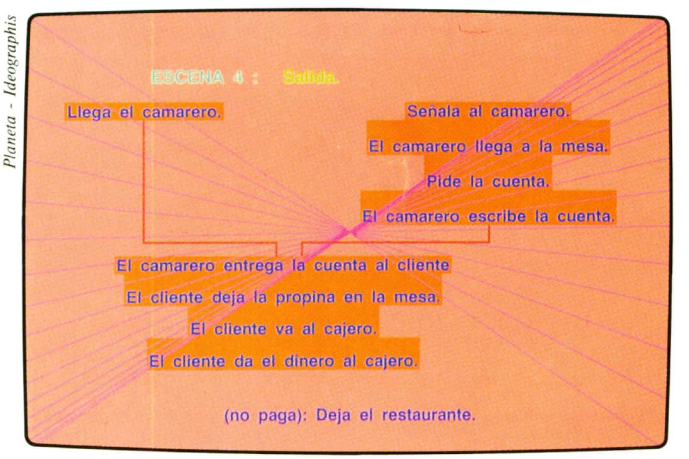
Las estructuras de conocimiento radicadas en la memoria son llamadas marcos, guiones, esquemas o métodos (frames, scripts, schema, methods). Minsky (1975) las llamó originalmente marcos. Un marco organiza el conocimiento en grupos de información. Aunque no hay un formato único para los marcos, un marco se compone de un grupo de espacios abiertos, cada uno conteniendo un aspecto de la descripción del concepto representado por el marco. Por ejemplo, un marco que describe el concepto *coche* tendrá diferentes espacios abiertos para el modelo, color, potencia del motor, año de construcción, fabricante del coche, etc. A cada uno de estos espacios se le asigna un valor dado el coche particular que aparece en un texto: Seat Panda, rojo, 4 CV, 1986, Seat, respectivamente. Estos marcos son como bases de datos formateadas. Los espacios abiertos no sólo pueden tomar valores, sino que también pueden llevar valores asociados. Por ejemplo, un valor asociado puede ser que el color medio de los coches sea rojo, o que el fabricante medio sea Seat. Un procedimiento, por ejemplo, puede comprobar para cada valor asignado al espacio *fabricante del coche*, si este fabricante está en la lista de fabricantes conocida por el sistema. Si no es así, el mismo procedimiento puede recomendar una acción correctiva.

Los marcos están relacionados unos con otros. Los espacios abiertos no son simples palabras, sino indicadores que apuntan a otros marcos que representan otros conceptos. Por ejemplo, el valor del espacio *fabricante del coche* puede ser Seat o un indicador que apunta hacia un marco que representa la Sociedad española de automóviles de turismo. Este sistema de indicadores permite cierta econo-









Representación conceptual de los eventos subyacentes al marco «restaurante». El marco está dividido en escenas: «entrada al restaurante», «petición de menú», «comida» y «salida». (Adaptado de The cognitive computer *por R. Schanck y P. Childers.)*

mía en la representación e interpretación de las reglas de procesamiento semántico y pragmático de la lengua.

El uso de marcos comporta resolver el problema de cuándo un marco particular es relevante para la comprensión de un texto y tiene que ser activado y cuándo el marco deja de ser relevante. Resolver este problema es especialmente crucial cuando hay varios marcos actuando simultáneamente. Esta situación se da habitualmente cuando un texto empieza describiendo un escenario, pasa a describir un matiz psicológico de un personaje, para dejar hablar a otro immediatamente después, etc.

KRL *(knowledge representation language,* Bobrow y Winograd, 1977), SAM (*script applier mechanism*, Schank y Abelson, 1977) y PAM (*plan applier mechanism*, Schank y Abelson, 1977), por ejemplo, son sistemas que usan y construyen marcos.

Dos son los problemas más relevantes a nivel del análisis pragmático:

– Cómo formalizar el conocimiento acerca del mundo (commonsense background) que determina qué contextos, objetivos y estrategias son relevantes para la comprensión de cada situación; cómo formalizar la relación entre distintos conocimientos acerca del mundo.

– Cuáles son los efectos del contexto en el significado de las palabras. El significado de una palabra es determinado, por una parte, por la manera como ésta es usada (literalmente o metafóricamente) por otra, por el conocimiento previo que el hablante supone en el oyente. Los programas inteligentes escritos hasta ahora y que comprenden la lengua sólo funcionan en dominios limitados y artificiales (front end programs). En estos programas el significado contextual de las palabras está predeterminado por el constructor del sistema y se espera que el usuario aprenda estas limitaciones. No sabemos hasta dónde pueden ser extendidos tales programas.

El ordenador trata con estructuras formales, mientras los seres humanos tratan con acciones en las que el contexto es muy importante y donde no pueden aplicarse reglas muy precisas. El ordenador no puede, hoy por hoy, realizar la tarea del análisis lingüístico total (open-ended analysis) a la manera humana. Pero el ordenador sirve como un medio lingüístico estructurado para llevar a cabo el análisis y la comprensión de la lengua.

Ocio y cultura

1 El hogar computarizado
2 Sistemas domésticos
3 Dibujo
4 Música
5 Teatro

El impacto que las nuevas tecnologías van teniendo en la manera de jugar de niños y jóvenes es innegable. Junto a los juguetes tradicionales, los juguetes electrónicos, los juegos con ordenador y los videojuegos aportan prestigio, novedad y fascinación. El adulto suele sobrecogerse ante esta fiebre, que no comprende. Se pregunta si no es empobrecedor pasar horas y horas apretando botones y si en esto consisten las nuevas formas de diversión.

Vista de esta manera, la irrupción de las nuevas tecnologías en el ámbito del ocio es verdaderamente alarmante: aparte de la sofisticación, sus productos no aportan ningún cambio sustancial y parecen convertir el juego de niños y adolescentes en una actividad alienante. Pero si se considera el fenómeno desde una perspectiva más amplia, tal vez los nuevos juegos no sean más que un aspecto puntual de un fenómeno cultural más importante: la paulatina transformación del ocio como consecuencia de las posibilidades aportadas por las nuevas tecnologías. Analicemos esta transformación en tres niveles diferentes: sociológico, educativo y sicológico.

Civilización del espectáculo

El cine, y sobre todo la televisión, nos han introducido de lleno en el mundo de la imagen. Las nuevas tecnologías (ordenador, telemática, videojuegos) están afianzando la importancia de la imagen en nuestro entorno. Acostumbrados a contemplar, a consumir imágenes, cada vez se es más



A.G.E.

El impacto que las nuevas tecnologías van teniendo en la manera de jugar de niños y jóvenes es innegable. Los juguetes electrónicos, los juegos con ordenador y los videojuegos aportan novedad y fascinación.



Magnum - Zardoya

La relación entre ocio y trabajo, entre jugar y aprender, entre lo divertido y lo serio, está modificándose.

sensible al modo como las informaciones se presentan, a su forma más que a su contenido. Hasta tal punto, que muchos autores hablan de un cambio profundo de la sociedad: de una civilización del conocimiento se pasa a una civilización del espectáculo.

Esta tendencia no sólo afecta al mundo del ocio, mundo en el que forma, imagen y espectáculo son los elementos esenciales; también el sector de la enseñanza se ve alterado por esta nueva perspectiva.

Un fenómeno de este estilo es importante, pues nos muestra que la relación entre ocio y trabajo, entre jugar y aprender, entre lo divertido y lo serio se está modificando gracias, en parte, a las nuevas tecnologías. Existe una oferta pedagógica fuera de la escuela que va siendo cada día más importante. Pensemos en los cursos de programación realizados en campos de verano, en los parques recreativos, en los museos para niños, en las redes de microsistemas utilizables desde el hogar, etc. Todas estas formas de aprendizaje extraescolar tienen muy en cuenta el modo de presentación y suelen tomar en consideración las preocupaciones actuales de la juventud. Son actividades que los jóvenes toman más como juegos que como programas educativos. Por otro lado la escuela se esfuerza día a día en introducir un aspecto lúdico en la esfera de los aprendizajes tradicionales. Esto es patente en muchos programas didácticos con ordenadores que suelen combinar la dimensión del juego con la dimensión didáctica. En este tipo de sistemas se introducen personajes y situaciones imaginarios que giran en torno a historias que obligan al alumno a participar en ellas como protagonista.

La fascinación por la técnica

Las nuevas tecnologías nos pueden ayudar a poner en cuestión las separaciones hasta hace poco tiempo demasiado netas entre ocio y trabajo, introduciendo una dimensión lúdica allí donde reinaba la seriedad. A través de ellas podemos ser más sensibles al aspecto formal en la presentación de la información. Pero ¿cuál es la particularidad de los nuevos juegos y cómo explicar su gran aceptación por parte de los niños y adolescentes?

No puede dejarse de considerar una primera razón de orden general. A través de sus juegos, los niños de todas las épocas han manifestado el deseo de participar en la vida de los adultos. Las nuevas tecnologías empiezan a formar parte de este mundo adulto. El niño las valora y las adopta sin dificultad.

Pero hay razones más profundas, relacionadas con las características de estas nuevas tecnologías cuando son utilizadas con un fin lúdico (juego con ordenadores, videojuegos, juguetes electrónicos). En primer lugar el elevado grado de autonomía de los nuevos juguetes. Todos ellos tienen una vida propia. El ordenador, una vez programado, organiza la información a su manera. De esta forma puede producir una serie de efectos relativamente independientes (hacer operaciones, animar las imágenes de los videojuegos, regular el funcionamiento de un vehículo). Lo que resulta interesante para el niño es que esta autonomía viene modulada por su intervención: es él quien introduce los datos para que la máquina calcule, quien pulsa un botón para introducir un nuevo personaje en el videojuego o gira el volante para dirigir el vehículo. En todos los casos observamos una interacción entre un proceso autónomo de la máquina y el dominio que sobre este proceso ejerce el niño. Este último trata de ejercer su control sobre una actividad que sólo controla parcialmente.

Pero la intervención del jugador no es ciega. Viene siempre sancionada por un resultado (feed-back) que informa al niño si ha logrado o no alcanzar el objetivo que se había fijado (encontrar un tesoro, hundir una nave enemi-



A.G.E.

La mayoría de los juegos tecnológicos actuales exigen a los niños estrategias de resolución muy primarias. Domina el componente visual pero no logran integrar las otras experiencias sensoriales. Lo interesante de estos nuevos juegos es que nos hacen ver dimensiones esenciales, ausentes en las formas tradicionales de jugar.

ga, evitar un proyectil, etc.). Esta información aparece inmediatamente después de cualquier intervención.

Lo que también caracteriza a este tipo de juegos es la existencia de una finalidad. Cada juego propone un objetivo que el niño debe alcanzar. Las acciones que ejecuta el jugador están pues organizadas en vistas a la obtención de un objetivo determinado. De esta manera el niño se siente implicado en el juego. Es el protagonista principal. Este tipo de situaciones en las que se deben tomar una serie de decisiones para alcanzar un objetivo prefijado son frecuentes en nuestras vidas. La sicología actual está muy interesada en comprender cuáles son los mecanismos cognoscitivos presentes en este tipo de ocasiones (problem solving). En este sentido, los videojuegos presentan una situación interesante, pues al exigir al jugador que tome ciertas decisiones para alcanzar una finalidad bien precisa le plantean una disyuntiva similar a la resolución de cualquier problema. Desgraciadamente, las situaciones propuestas suelen ser demasiado simples y sólo se dirigen a un aspecto muy limitado de la conducta del niño.

Una última característica que suele acompañar los nuevos juegos es la imagen. A través de la imagen los videojuegos hacen posible ese deseo, tan enraizado en el ser humano, de transportarse imaginativamente a otros espacios y a otros tiempos. Ofrecen mundos imaginarios (los llamados micromundos) en los que se desarrolla la intriga del juego. El niño se proyecta con facilidad en estas situaciones de fantasía y se torna protagonista imaginario de descubrimientos, guerras y aventuras.

Son tres, pues, las dimensiones esenciales presentes en la nueva manera de jugar: posibilidad de intervenir en cualquier momento en una situación regida por reglas bien determinadas, capacidad para valorar inmediatamente las consecuencias de las acciones y oportunidad de transportarse a un mundo de fantasía representado por la imagen. Estas características pueden encontrarse en los juegos tradicionales. Lo que resulta totalmente nuevo es la presencia conjunta de estos tres factores, cuya simultaneidad provoca una tensión emotiva y cognoscitiva muy peculiares: una tensión entre el papel de espectador (típico del que contempla una escena) y el papel de protagonista (posibilidad de modificar los elementos del juego), pero tensión también entre el sentimiento que produce el control de algunos parámetros del juego y el sentimiento de frustración de no poder dominar completamente las reglas del juego.

Comprender la particularidad de la nueva manera de jugar no significa aceptarla sin crítica. La mayoría de los juegos tecnológicos actuales exigen a los niños estrategias de resolución muy primarias. Se basan en habilidades motrices, rapidez de reflejos, anticipaciones de movimiento y, sobre todo, en una buena dosis de picardía. Son juegos principalmente visuales, que no integran las otras experiencias sensoriales. Los grandes ausentes son el movimiento corporal, el tacto y el oído. La información suele estar mediatizada por símbolos abstractos y la experiencia corporal (tocar, estirar, forzar, balancear) es nula. En general, son juegos extremadamente limitados en el sentido de que ofrecen muy pocas posibilidades de que el jugador intervenga modificando o creando nuevas reglas. El grado de iniciativa creativa es mínimo.

La capacidad innovadora de los juegos tecnológicos es más una voluntad de anticipación que una realidad. Lo interesante de estos nuevos juegos es que nos hacen ver dimensiones esenciales, ausentes en las formas tradicionales de jugar (la imagen, la fantasía, el control, la existencia de un objetivo). Por ello resultan complementarios.

Pero las consecuencias más profundas de esta nueva manera de jugar se observarán seguramente en la transformación de los conceptos mismos de trabajo y ocio. Con las nuevas tecnologías, se vislumbran por vez primera maneras de aprender que incorporan un interesante componente lúdico (pues integran situaciones de resolución de problemas, fantasiosas e imaginativas) en las que la motivación de los alumnos es elevada.

El hogar computarizado

Un futuro posible

Una mañana, dentro de algunos años, usted se levantará de la cama, se dirigirá al cuarto de baño, se subirá a la báscula y escuchará en español, inglés, francés o cualquier otro idioma: «Noventa kilos. Obeso.» La báscula pasará el mensaje a su frigorífico para que no abra las puertas y pondrá a hervir la cafetera.

Será la rutina diaria de uno entre la docena de ordenadores de que su hogar dispondrá. De hecho, la mayor parte de elementos de comodidad de su hogar tendrán incorporado un ordenador, y todos ellos trabajarán al unísono para la formación de una base de datos personal.

Su casa se convertirá en un ordenador «viviente», con capacidad de respuesta. En cuanto ponga los pies en la báscula, toda la casa sabrá que usted está despierto. Y mientras esté en el cuarto de baño se le preguntará: «¿Le paso ya el correo electrónico?»

El cartero diario

Entonces se procederá a leerle en voz alta la correspondencia, mientras usted sigue con su faena. Oirá por ejemplo: «¿Últimas noticias financieras?», y si contesta que sí, podrá disponer de un repaso de las cotizaciones, los saldos de sus cuentas bancarias y los valores netos.

Mientras se afeita, puede que se le recuerde que el techo tiene una gotera y se le presente un dibujo para su localización. «¿Llamo al albañil?», preguntará. «Sí», acaso conteste usted. Y, dado que el ordenador dispondrá de reconocimiento de voz, enviará inmediatamente el mensaje al albañil para concertar su visita.

El ordenador del albañil empezará a conversar con su ordenador y le dirá que tiene pendiente una factura de 65 540 pesetas y que el operario no irá a arreglar la avería hasta que no se le pague.

«¿Pago la factura?», le preguntará el ordenador doméstico. «Sí», le dirá usted. Y, en cuestión de segundos, procederá a transferir fondos de su cuenta bancaria a la del albañil, aprovechando que ambos forman parte de la misma cadena bancaria. Todo esto podría ocurrir antes de las siete de la mañana.

Después, su informatizado hogar pasará a recordarle que se aproxima la fecha del cumpleaños de su esposa y le mostrará una lista de regalos con que usted ya la obsequió en los últimos cuatro años.

Por su parte, su esposa le habrá indicado de antemano al ordenador lo que este año le gustaría que le regalasen. De modo que el ordenador se limitará a sugerirle algunos vestidos y unas cuantas piezas de joyería. Su casa dispone de una tabla con las tallas y medidas de su esposa. Usted piensa que acaso uno de esos vestidos podrá gustarle y dice: «Muéstrame el vestido.» En ese momento verá a una



En un futuro cercano cualquier persona podrá en su hogar supervisar la mayor diversidad de tareas domésticas, que se realizarán por medio de ordenadores y sistemas de robótica.

Simon - Gamma



Simon - Gamma

Dentro del espacio doméstico, los ordenadores dispondrán de decenas de rutinas capaces de activar los más diversos aparatos o electrodomésticos para disfrutar de una mayor comodidad.

modelo bajando por los Campos Elíseos con ese vestido puesto.

¿Que esto es imposible? ¿Que de ningún modo se puede obtener una imagen de vídeo en movimiento de un sistema de comunicaciones? Desde luego, pero para entonces su ordenador personal ya estará conectado a un videocassette y la inteligencia artificial jugará un papel preponderante en todo el mecanismo.

En su casa el teléfono y el ordenador tendrán teclas de tacto blando. Al apretar el botón que diga *viajes*, una voz le responderá: «¿Adónde desea ir?» «A Heathrow», dirá usted. El sistema investiga. Y vuelve a preguntarle: «¿Quiere decir a Londres, en Inglaterra?» «Sí.»

«¿Cuándo quiere ir?» «¿El jueves?» «¿El jueves once de octubre?» «Sí», replicará.

Acaba de efectuar una reserva a su nombre en el British Airways Travel Club. El ordenador sabe que de los cinco últimos vuelos que usted hizo, tres fueron en primera clase, junto al pasillo y en la parte de no fumadores. «¿Primera clase, pasillo, no fumadores?», pregunta. «Sí.» «Reserva realizada», concluye.

No es una exageración. En la industria de los viajes, el enorme sistema central está conectando sus líneas, on-line, a las agencias de viajes. El paso siguiente es tan sólo que la línea llegue hasta cada hogar. El ordenador doméstico servirá para telecomprar en el mercado, para teleoperar en los bancos, para teleindicar y para telecontrolar.

Más predicciones

Muy pronto presenciaremos los inicios de la carga de software por línea. Primero, se hará en forma de noticias sobre software, como una puesta al día electrónica. En seguida vendrá el mismo software. Quizás se transmita por un sistema de cable televisivo, por un sistema de comunicaciones o por un sistema de difusión vía satélite.

Desde su propio hogar va a ser posible comprar el último álbum de Michael Jackson electrónicamente. Mediante el sistema de comunicaciones, terminal y ordenador doméstico podrán elegir la cassette que guste al oírla por la radio. La comprará automáticamente a través del teléfono y del ordenador. Se comprobarán los estados de cuenta, actuará el sistema y el importe de la compra será cargado en su tarjeta de crédito.

Cuando usted contempla una película de aventuras por televisión, su actitud es pasiva. La próxima generación de información presentará unos héroes que se dirigirán al espectador para preguntar: «¿Ataco, huyo o me quedo donde estoy? Pulse una tecla.» Habrá tres o nueve o veintisiete finales distintos.

La publicidad podrá dar anuncios para niños agresivos, pasivos o neutros; tipos diferentes de anuncios según se haya previamente seleccionado el programa. Dentro de una generación, el protagonista se girará hacia la pantalla y dirá: «Vamos a internarnos en un campo de asteroides; toma el control de la *Enterprise* y vayamos allá.» Y el chico ya no se quedará pasivo, sino que formará parte de la acción.

En cuanto a la televisión por cable, no hay duda de que existirán diferentes tipos de aparatos en las casas, que serán híbridos. Constarán de un ordenador personal, un control remoto y un teléfono. Si se da una película que se desea ver, se podrá recurrir al ordenador personal, marcar un código y dar entrada en casa a la película por cable.

IBM está pensando en instalar un receptor de difusión directa vía satélite, de modo que quinientos grandes almacenes de E.U.A. puedan recibir información de los programas de IBM y del adiestramiento sobre los mismos. La próxima generación recibirá esa información desde el propio hogar. La tecnología está preparada.

El hogar como negocio

La conclusión es que estamos a la vuelta de la esquina de una clase de hogar receptivo. Todos los adelantos que hemos visto en la informática, en las comunicaciones, en el software, en la carga por línea y en la inteligencia artificial encontrarán su camino hacia el hogar. Porque en el hogar está el verdadero negocio.

Con un número creciente de mujeres que trabajan, el consumidor empieza a sustituir la distribución física por la inteligencia artificial y la distribución y la manipulación electrónica. El hogar se va a convertir en un enorme mercado de la informática y del poder informático y esto va a suceder con una sorprendente celeridad. Conviene prepararse para ello pues las implicaciones socioeconómicas que acarreará serán preocupantes.

Sistemas domésticos

Posibilidades de los micros

El desarrollo de sistemas basados en microprocesadores ha traído como consecuencia no sólo la aparición de sistemas de gestión mucho más económicos y pequeños, sino que ha hecho surgir nuevas categorías de sistemas: los ordenadores personales y domésticos. Hoy en día, dichos sistemas están al alcance no sólo de empresas de cualquier tamaño, sino que su reducido costo los ha introducido en muchos hogares.

Un sistema doméstico típico está formado por una unidad central, de tamaño similar al de una máquina de escribir, utiliza la pantalla de un televisor para la presentación de datos y dibujos, y una grabadora de cassettes para guardar datos y programas. Esta configuración básica puede completarse con una impresora y una o varias unidades de diskettes, adquiriendo así unas posibilidades similares a las de los pequeños equipos de gestión.

Sin embargo, los sistemas domésticos incorporan nuevas prestaciones, que tradicionalmente no se asociaban a sistemas informáticos; por ejemplo, la producción de sonido, la alta resolución gráfica o los pequeños periféricos, pensados para mejorar o ampliar la utilización del teclado o la pantalla (joysticks, paddles, lápiz óptico, track-ball, etc.).

Los sistemas domésticos se han enfocado preferentemente para su empleo en tres grandes áreas: juegos, aprendizaje de programación y utilización de programas comerciales para utilidades variadas (contabilidad doméstica, agenda, etcétera). Pero las posibilidades no se agotan en estos campos.

Un sistema doméstico es una potente herramienta, indicada para el aprendizaje, la investigación y la experimentación personal en una enorme variedad de campos. La utilización de ordenadores para la investigación es muy anterior a la aparición de los sistemas domésticos, y la situación actual posibilita el acceso a recursos informáticos por parte de usuarios no profesionales. La accesibilidad, el gran número de usuarios y el desafío constante a la imaginación y la creatividad son tres factores que no dejarán de tener una importante repercusión en el futuro desarrollo de la sociedad.

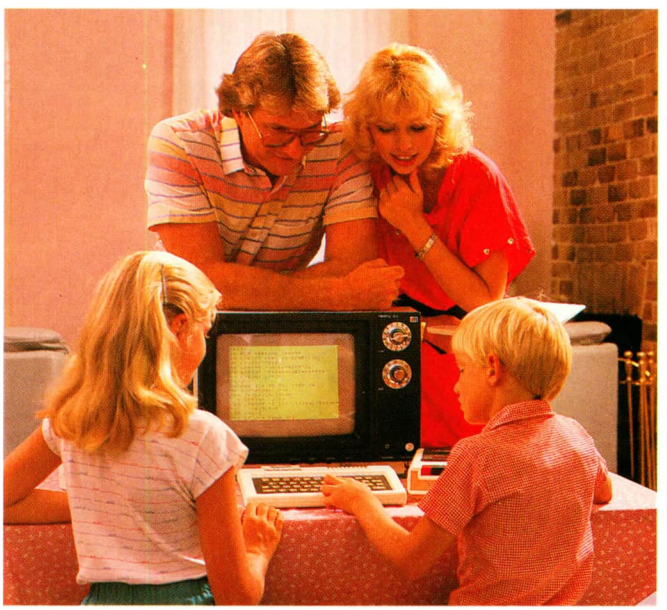
Potencia y utilidad

La división entre sistemas domésticos, personales y equipos de gestión es cada vez más gradual, y no hay fronteras claras entre ellos. La rápida y continua evolución del mercado no sólo mejora las prestaciones de los sistemas domésticos, sino que presenta numerosas variantes a medio camino entre uno y otro tipo. Para citar sólo un ejemplo, el sistema operativo CP/M, que hace sólo unos años era exclusivo de los equipos de gestión y profesionales, es accesible ahora en varios sistemas domésticos.

Si alguna diferencia subsiste entre los sistemas domésticos y los sistemas profesionales o de gestión, ésta reside más en la utilización del sistema que en sus posibilidades. Ciertamente, comparados con los grandes equipos de gestión, los sistemas domésticos pueden manejar volúmenes menores de información y no son tan rápidos como aquéllos, lo que hace pensar a primera vista que su utilidad es limitada. Sin embargo, aunque ello sea cierto si se consideran las aplicaciones clásicas de la informática, la situación cambia totalmente si se aplican a nuevos temas.

Hasta ahora, en muchos sectores no se ha utilizado la informática más que de una forma muy limitada, y las posibilidades en dichos campos están aún por descubrir. Los conocimientos limitados de programación por parte de

A.G.E.



Los ordenadores personales están hoy introducidos no sólo en cualquier empresa sino en muchos hogares.



Viouard - Gamma



Planeta - Logic

La configuración mínima de un sistema doméstico incluye unidad central, pantalla y grabadora-cassette.

los usuarios y la potencia limitada de los sistemas domésticos no constituyen en realidad un inconveniente serio para una utilización creativa e innovadora de los mismos.

Conviene tener en cuenta que un buen programa es el resultado de dos factores: una correcta programación y un principio, teoría o algoritmo según el cual se estructura el programa. Y es un hecho conocido que es más importante el segundo factor que el primero. Lo que pueda hacerse depende en gran medida de la imaginación y conocimientos del usuario. Y éste suele tener los conocimientos e ideas más claros sobre su campo de interés que un experto programador. Aunque el segundo pueda hacer programas más eficientes, compactos o rápidos, un usuario puede llegar a resultados muy aceptables con unos conocimientos elementales de programación. Sorprende ver lo simples y pequeños que pueden ser los programas no profesionales destinados a solucionar un problema concreto.

Uno de los aspectos más interesantes de los sistemas domésticos es su utilización como auxiliares del aprendizaje de materias distintas de la informática; no sólo por medio de programas educativos, sino de forma activa. En primer lugar, la confección de programas obliga a un análisis previo del tema a tratar; además, para simplificar el problema deben hacerse usualmente cierto número de suposiciones razonables, que después serán verificadas (o desmentidas) por el funcionamiento del programa. La elaboración de programas ayuda al conocimiento del tema.

Por otro lado, utilizando sencillos programas, pueden verse las teorías en acción. Esta escenificación, que en muchos casos es sumamente difícil de realizar por otros medios, tiene un gran valor didáctico.

Campos de aplicación

La investigación y experimentación con sistemas domésticos puede tomar tres grandes vertientes:

– Aplicación a investigación teórica; se construyen programas según determinada teoría y se prueba hasta qué punto dicha teoría es correcta. Pueden realizarse varias versiones, modificando algún punto de la teoría de partida, hasta llegar (o no) a un resultado aceptable.

– Construcción de dispositivos inteligentes; puede utilizarse un sistema doméstico como unidad de control de dispositivos mecánicos o eléctricos de una gran variedad: alarmas, motores, etc.

– Investigación informática; a modo de empleo: simulación de órdenes o lenguajes que el sistema no posee, emulación de otros sistemas, rutinas de decisión y valoración, etc.

Algunos campos son privilegiados para aplicaciones prácticas, en especial los que tienen una fuerte base matemática y los que tratan una gran cantidad de datos. Sin embargo, los campos de utilización e investigación no quedan limitados a las matemáticas, la física, la ingeniería o la estadística.

Pueden tratarse e investigarse temas de lenguaje, gráficos, sonido, música, historia, electrónica, sicología, semántica, enseñanza, etc.

Conviene advertir que un programa, por muy perfeccionado que esté, no puede hacerlo todo, especialmente en algunos campos. Es mejor considerar al sistema como un auxiliar interactivo que soluciona determinados aspectos del problema, y es el usuario quien se encarga de la interpretación y valoración, en una especie de simbiosis. Un ejemplo: algunos editores de texto pueden dividir palabras para efectuar el ajuste de líneas; dado que es muy difícil realizar una rutina que divida las palabras correctamente en todos los casos (y para todos los idiomas), muchos de estos programas presentan el punto en que suponen que debe dividirse la palabra y solicitan confirmación o modificación por parte del usuario.

Algunos de los campos de investigación están muy condicionados por las prestaciones del sistema. A considerar algunas sugerencias de posibles temas, en relación con las prestaciones disponibles.

Prestaciones y posibilidades

• **Configuración mínima.** Incluso una configuración mínima (unidad central, pantalla y cassette) puede utilizarse para algunos temas, en los que la lógica y la estructura del programa es más importante que la velocidad o el acceso a grandes volúmenes de información.

Se pueden citar como ejemplo muchas aplicaciones matemáticas (simulación de una calculadora, cálculo numérico, resolución de sistemas de ecuaciones, cálculo de diferencias finitas, integración numérica).

Otro campo en el que puede trabajarse con recursos muy limitados es la investigación del lenguaje. A condición de disponer de un mínimo de memoria pueden realizarse generadores de frases, que permiten poner de relieve la estructura sintáctica de las oraciones, programar la conjugación de verbos regulares, estudiar los procedimientos posibles de separación de una palabra en sílabas, estudiar las posibilidades de análisis sintáctico interactivo (a modo de ejemplo, un programa que, ante una frase dada, formulase una serie de preguntas encadenadas para identificar el verbo, el sujeto, etc.)

Pueden efectuarse programas de cuestionario, con conjuntos limitados de preguntas, que admitan solamente respuestas claras y únicas, de aplicación en la enseñanza.

En los sistemas que utilizan un televisor como pantalla, la señal que se envía al mismo puede grabarse en un videocassette doméstico, con lo que se dispone de un sistema sencillo de producción de títulos y vídeos educativos.

El uso de ficheros en cassette permite la manipulación y estudio estadístico de datos y textos, simplemente con una configuración mínima, a condición de verse muy limitado en cuanto a velocidad.

• **Gráficos.** La disponibilidad de gráficos en alta resolución (para un sistema típico, del orden de 400 puntos en sentido horizontal por 250 o 300 en sentido vertical) permite la representación de gráficos de funciones matemáticas y el dibujo de histogramas y otros diagramas estadísticos.

Aparte de las posibilidades que ofrece un sistema con pantalla gráfica para ilustrar cualquier programa de simulación de situaciones reales o teóricas, la confección de un editor gráfico, por sencillo que sea, supone un nivel de conocimientos geométricos y matemáticos nada desdeñable. Por esta misma razón, un programa de este tipo puede utilizarse para experimentar e ilustrar aspectos de analítica plana y geometría elemental.

En el campo del diseño y dibujo, y si se dispone de equipos con pocas limitaciones, podría ilustrarse la composición, la distribución de masas, el contraste de colores, etc. Incluso con una resolución standard es posible estudiar perspectiva y giros de figuras geométricas.

• **Sonido.** Existen notables diferencias en cuanto a producción de sonido entre los diversos sistemas, desde un generador único de tono variable hasta un completo sintetizador, con tres generadores independientes, con formas de onda y envolventes seleccionables, y un repertorio de instrucciones que comprende órdenes para reproducir todo un fragmento musical.

La posibilidad de producir sonidos musicales, junto con los gráficos, permite ilustrar las melodías con una representación del pentagrama en pantalla, programar acordes, estudiar ritmos y acordes, producir música aleatoria (y estudiar qué forma de producción resulta mejor), etc.

La unidad de diskette, además de permitir una mayor velocidad en la grabación y carga de programas, posibilita crear archivos de información de acceso directo.



A.G.E.



A.G.E.

Una impresora permite obtener de forma impresa todo tipo de datos que el sistema sea capaz de tratar o calcular.

Por otro lado, la mezcla, síntesis y simulación de sonidos, utilizando las posibilidades sonoras, puede llegar hasta una de las recientes prestaciones incorporadas a los sistemas domésticos, como es la síntesis de voz.

Por último, empiezan a aparecer en el mercado teclados musicales que pueden conectarse a sistemas domésticos, aprovechando las posibilidades de los mismos, y sintetizadores en los que el sistema doméstico ejerce sólo una función de programación y control.

• **Paddles.** La conexión de mandos de control de tipo giratorio (paddles, a veces llamados paletas) permite su utilización para fines de detección y control. Físicamente, un paddle es un potenciómetro o resistencia variable que puede sustituirse por resistencias sensibles a la luz o a la temperatura, con lo que el sistema puede medir la luz ambiente o detectar el calor.

Por otro lado, es relativamente sencillo disponer dos potenciómetros para detectar la posición de un brazo articulado accionado por motores, con lo que disponemos de un robot elemental.

• **Otras conexiones.** Algunos ordenadores disponen de conexiones directas a impresora, ampliación de memoria, cartuchos de software, de usuario, etc. Estas conexiones proporcionan cierta puerta de entrada al ordenador, con una infinidad de posibilidades de control externo, conexión de nuevos periféricos, etc. Sin embargo, la utilización no standard de estas conexiones requiere de manera indispensable un buen conocimiento del hardware del ordenador y un respeto escrupuloso de las cargas y voltajes máximos que se pueden aplicar.

• **Diskette.** Una unidad de diskette, además de permitir una mayor velocidad en la grabación y carga de programas, permite crear archivos de información a los que puede accederse de forma directa, sin necesidad de una lectura paso a paso desde la primera posición.

Además, un uso racional del diskette permite, combinando su acceso rápido con su gran capacidad, guardar en él las informaciones que se necesiten en el transcurso de un programa, sin necesidad de especificarlas en el mismo. De esta forma se aumenta la memoria virtual del sistema, lo que permitirá realizar tareas más complejas y gestionar mayor número de informaciones.

Con una unidad de diskette, además de la posibilidad de crear bases de datos individuales, se tiene acceso a todo tipo de tratamientos estadísticos, procesos complejos en los que las decisiones e informaciones a tratar no sean formulables, etc. Con estos recursos podría intentarse la conjugación de verbos irregulares o la corrección ortográfica en el campo del lenguaje, al análisis de vocabulario de tipo estadístico en textos, etc.

• **Impresora.** Una impresora permite obtener de forma impresa todo tipo de datos que el sistema sea capaz de tratar o calcular. Algunas impresoras son gráficas, es decir, programables punto a punto de forma similar a una pantalla gráfica.

Aparte de las posibilidades de producción de textos, cuestionarios y listas, que permite una impresora, las impresoras gráficas abren la puerta a todo tipo de reproducciones, desde mapas, tablas, gráficos o dibujos más o menos artísticos hasta la posibilidad de programar nuevos tipos de letra.

Dibujo

La informática, nueva técnica artística

La informática ha supuesto la posibilidad de dotar a los artistas de una paleta, una caja de pinturas y una tela mucho más potentes, mucho más ricas y con muchas más posibilidades que las tradicionales. Lo único que hace el artista es trabajar materiales puros, herramientas, para así poder expresar, materializar, sus ideas. Esta filosofía permite contemplar la informática como una herramienta más de trabajo para el dibujante. Pero, sin duda, infinitamente más potente.

En este contexto, se puede afirmar que el dibujante ortodoxo adopta la informática debido a su actitud investigadora. Un dibujante de prensa se aprovecha siempre de los avances tecnológicos existentes en el medio en que trabaja. Dibujaba a pluma cuando la prensa se imprimía en las arcaicas imprentas de plomo. Con el offset pudo pasar a utilizar «máquinas» de hacer grises (lápices, acuarelas). Las modernas rotativas actuales le permiten la utilización del color.

Es lógico pues que ahora incorpore una nueva tecnología capaz de permitirle dinamizar sus dibujos y transmitirlos más rápidamente y a más larga distancia. En un inmediato futuro, totalmente informatizado, el dibujante contempla con horror la imagen anacrónica del artista romántico, con lazo y carpeta de cartón, transportando sus originales a una editorial.

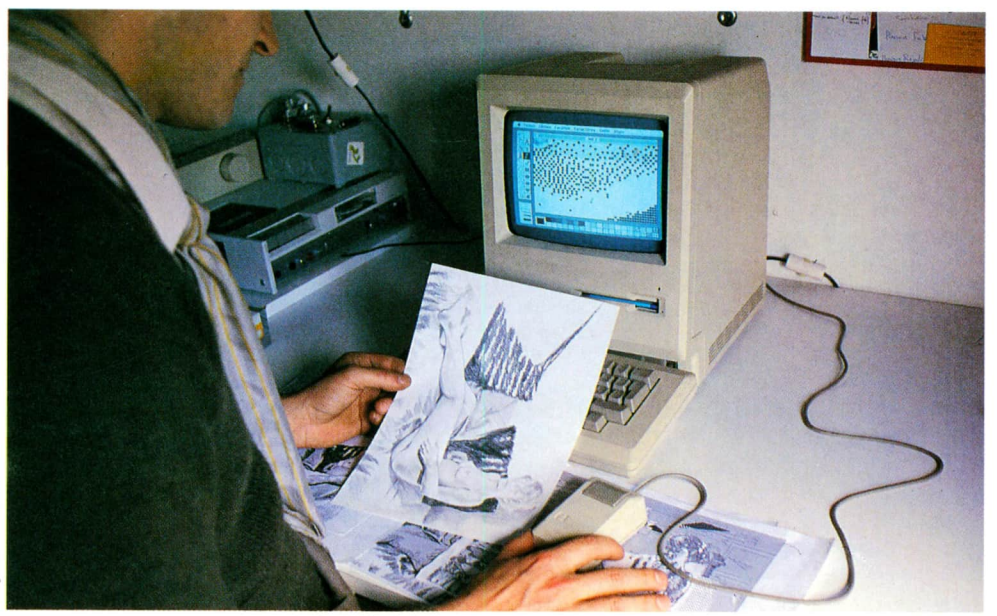
El encuentro con la informática se produce ante la búsqueda de un lenguaje televisivo para los dibujos de prensa. Ninguna de las técnicas utilizadas hasta entonces en televisión parecían adecuadas. La televisión utilizaba la técnica de los dibujos animados de cine, que como se sabe es lenta y cara, y por lo tanto totalmente reñida con la inmediatez de la actualidad con que trabaja el dibujante de prensa. Otro de los sistemas empleado por televisión era el de filmar dibujos estáticos realizados con técnicas tradicionales, lo que supone una rotura en el ritmo de los programas informativos.

Respecto a la posición de los artistas ante la informática como herramienta de trabajo habitual, se puede considerar que existen tres actitudes. En la primera se pueden incluir a los diseñadores gráficos, colectivo formado en su mayoría por gente joven que ha estudiado pensando en que deberán aplicar tecnologías innovadoras (la informática) y que las utilizarán, quieran o no, porque sus empresas las renovarán continuamente para no perder competitividad. Estos artistas nunca se plantearán un intento de averiguar la forma como aquel ordenador manipula los colores y así poder introducir variaciones.

Una segunda actitud es la de los artistas tradicionales, que nunca abandonarán su formación renacentista. Son datos a investigar y a intentar mejorar los medios con los que trabajan, pero siempre trabajando con sus herramientas tradicionales: la témpera, la pintura mural o el aguafuerte. Son los artistas que defenderán siempre la obra única ante obras susceptibles de ser reproducidas y consumidas masivamente.

Hay todavía un tercer género de artistas. Aquellos que sin ser técnicos están preocupados por la comunicación y que se ven obligados a dejarse influenciar por la técnica del medio de comunicación para el que trabajan. Son los que disfrutan las veinticuatro horas del día con su trabajo y, por lo tanto, con las nuevas técnicas, que están aprendiendo continuamente. Son los que saben de la necesidad del estudio y del aprendizaje constante para poder evolucionar y hacer posible el milagro de la comunicación con el espectador.

La informática ha proporcionado una nueva herramienta de trabajo al dibujante; en la foto, realización de un dibujo por ordenador.



Viojard - Gamma

Música

Tecnología y música

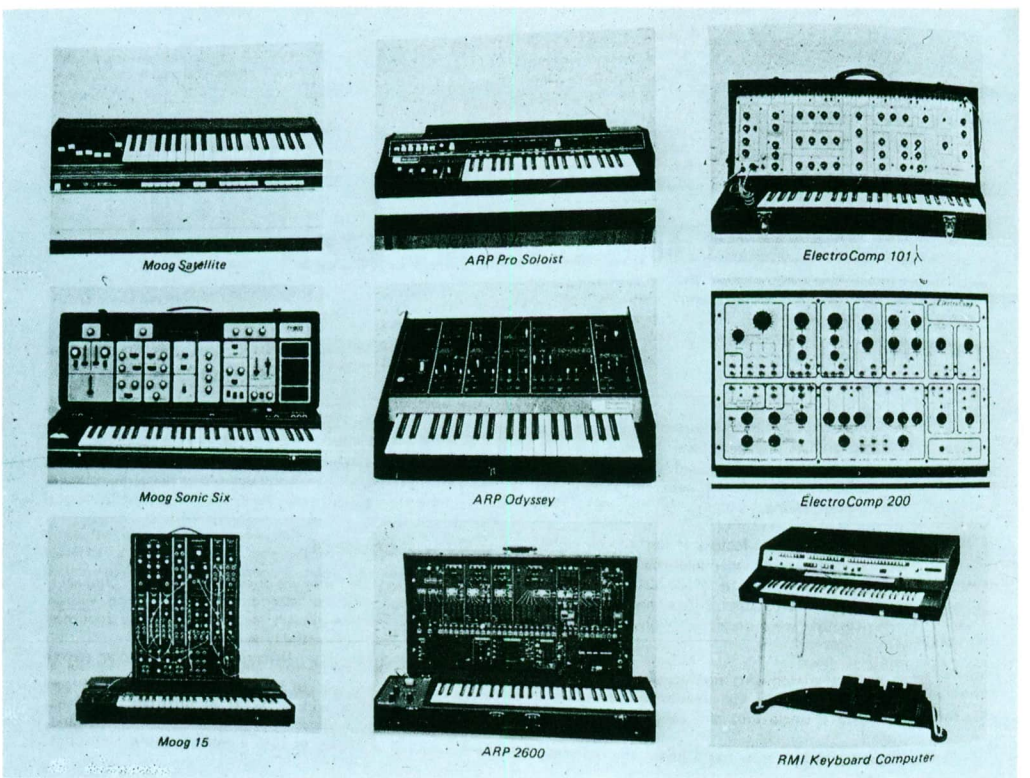
En cada época, la tecnología ha interaccionado activamente con todas las formas del arte. Esta interacción se ha producido en los dos sentidos: el arte ha utilizado y puesto a punto diversas técnicas al servicio de la información estética, y la tecnología, con sus ciencias de apoyo, se ha perfeccionado hasta ofrecer, en determinados momentos históricos, nuevos objetos artísticos y nuevas formas de verlos.

Hacer música y escucharla es uno de los pasatiempos más antiguos y populares. Los pueblos primitivos suponemos que ya emplearon objetos naturales para hacer música: golpeaban bastones, piedras y troncos para crear ritmos, y este arsenal lo enriquecieron luego con caracolas y cuernos de animales para conseguir sonidos continuos con una altura o tono dados. Pero llegó seguramente el momento en que la tecnología del momento intervino en la búsqueda de nuevos sonidos, modificando los objetos naturales de forma específica para obtener variadas gamas de ellos: fue cuando se ahuecaron los troncos de árbol, se varió la longitud de los cuernos o de las cañas huecas, se les practicaron orificios o se añadieron tripas tensas a los caparazones de tortuga. En este momento, y para siempre, se comenzó a producir música «artificial».

Por otra parte, en algún momento de la historia o de la prehistoria, la producción espontánea de música improvisada con instrumentos y con la voz se comenzó a reglamentar y codificar en función de una utilidad mágica, guerrera, religiosa o de simple actividad social de ocio. Esta reglamentación se perfecciona a medida que aumenta el grado de cultura de los pueblos, y así llegamos al último milenio de Europa, por citar un ejemplo próximo, en que se establecen reglas para el canto llano, la polifonía, el contrapunto, la armonía, la serie dodecafónica, etc., al tiempo que se crean unos arquetipos o formas musicales: la sonata, la suite, la sinfonía, el preludio, etc. De alguna manera, la música presenta en su más profunda naturaleza, en el momento de ser concebida, una estructura abstracta. En este orden de cosas, según se va desarrollando el pensamiento abstracto, así también esta estructura se enriquece hasta llegar a las construcciones más abstractas.

La música, como cualquier otra actividad creativa, es un campo en el que los perfeccionamientos de la tecnología y la ciencia se aplican con relativa rapidez, ya que, por una parte, los constructores de instrumentos musicales no vacilan en emplear agradablemente su pericia para enriquecer el número de sonidos y de instrumentos disponibles y, por otra, los compositores inventan nuevas reglas tomadas del contexto abstracto-matemático de su época (arte combinatorio, geometría), todo ello sin más riesgo que el de equivocarse y desear el éxito de sus nuevas ideas con mayor ardor.

En nuestra época los artesanos del sonido y la música han echado mano de la informática en el momento en que



Sintetizadores de la primera generación.

ésta adquiere la madurez suficiente. Se producen entonces dos aplicaciones fundamentales de la informática en el campo musical. La primera es el uso del computador como instrumento para la producción de sonidos, y la segunda, como ayuda a la composición. Aunque estas dos aplicaciones, a nivel de ciertos laboratorios especializados, llegan a fusionarse, conviene separarlas por razones históricas y de comprensión. En esta síntesis hay que resaltar que en la producción del sonido participa obligadamente la maquinaria (hardware) del computador como núcleo activo, mientras que en la composición musical son los programas (software) la parte específica más importante. La teoría de Aristóteles sobre materia y forma cobra aquí especial relieve.

El computador como productor de sonidos

La aplicación de la informática a la producción de sonidos ha tenido lugar muy recientemente, sobre todo a partir de la aparición de los circuitos digitales integrados propios de los computadores de la tercera y cuarta generación. Pero para ello era también necesaria una madurez en las técnicas de tratamiento analógico de señales eléctricas, madurez que se concretó en los años sesenta y setenta en los instrumentos llamados sintetizadores.

Hay varios precedentes históricos en la síntesis eléctrica del sonido. Uno de ellos es el teleharmonium, aparato construido por Tadens Cahill e instalado en Nueva York en 1906 con fines comerciales, cuya música se transmitía por vía telefónica hasta el domicilio de los abonados. El equipo generador de la música pesaba unas 200 toneladas y constaba de 12 complejos generadores eléctricos con rotores de 200 CV. El invento fracasó por falta de madurez de la tecnología de las transmisiones telefónicas, aunque la idea básica fue luego recogida por Laurens Hammond, que la incorporó en los conocidos modelos de órgano que llevan su nombre, mediante dispositivos ópticos en lugar de electromagnéticos. Otro invento notable fue el teremín, instrumento musical basado en la heterodinación de las frecuencias, una de ellas fija y otra variable por la acción de las manos del ejecutante entre dos antenas. Se llama así por su inventor León Teremín, quien llegó a comercializar 200 instrumentos, y a dar varios conciertos entre los años veinte y cuarenta con gran éxito.

Nuevas variantes de instrumentos musicales electrónicos aparecen entonces: se añaden teclados y altavoces y se llega al llamado generador de ondas Martenot (llamado así en honor de M. Martenot, su inventor), aún utilizado esporádicamente en la actualidad.

Una idea se abre paso ante el problema de la variación continua de los parámetros musicales: el oscilador controlado por voltaje, que ha dado lugar a toda la generación actual de sintetizadores.

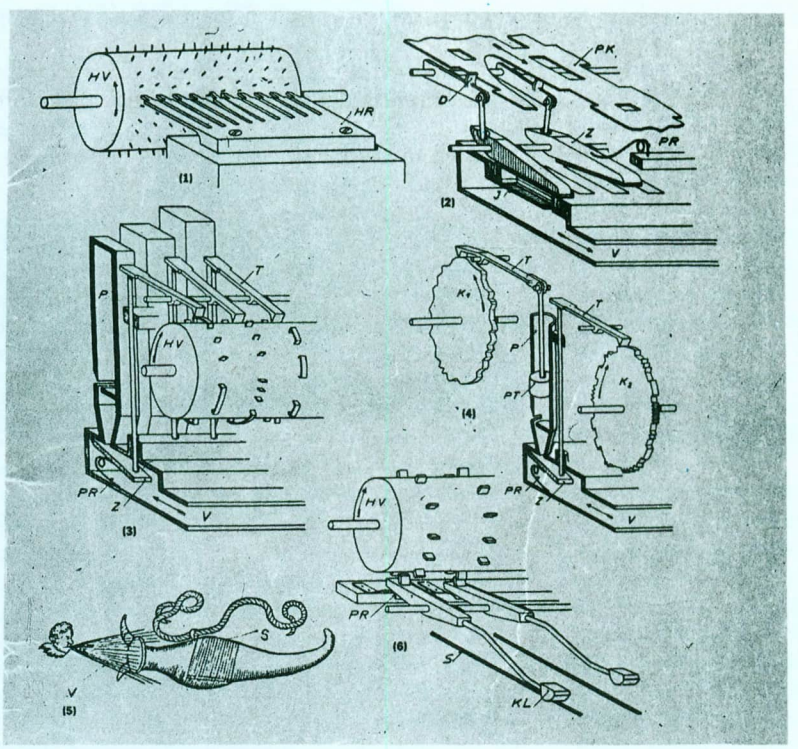


El Synclavier es uno de los sistemas de música electrónica más avanzados. La máquina dispone de las funciones del sintetizador y tiene capacidad de almacenamiento de sonido en disco.

Un sintetizador es un aparato que genera señales eléctricas de baja frecuencia, tales que, aplicadas a un sistema de amplificación electroacústica, producen sonidos. Está formado por diversos módulos: osciladores, filtros, generadores de señales aleatorias, moduladores, etc., que pueden conectarse entre sí e interaccionan. La programación del conjunto se realiza mediante conexiones exteriores manejadas por el operador. Es posible de esta forma generar sonidos cuyos parámetros (altura, intensidad, contenido armónico o timbre, duración y fórmula del ataque) pueden controlarse mediante mandos adecuados. Este dispositivo permite imitar otros sonidos habituales (ruidos producidos en el entorno humano o la naturaleza, instrumentos musicales conven-



El sistema Fairlight (arriba) de música por ordenador se conduce por menú y permite control por teclado y dibujo de formas de onda. El Roland (abajo) puede almacenar hasta 6 500 notas.



Diversos dispositivos destinados a la producción automática de música.

cionales) y, sobre todo, cursar sonidos totalmente nuevos, lo que ha hecho saltar las barreras de la música tradicional y crear espacios sonoros de infinitas posibilidades. El sintetizador analógico está hoy día ampliamente difundido y utilizado tanto en la producción de música comercial (grupos de rock y sus variantes) como en música de concierto para minorías.

Dado que un computador es capaz de tratar señales en forma numérica, pronto se encuentra la forma de producir sonidos mediante el uso de conversores digital-analógicos. Los mismos módulos propios de un sintetizador analógico pueden simularse mediante cálculos numéricos y transformación de estos números en tensiones eléctricas con el auxilio de los citados conversores, a una cadencia que puede oscilar entre 20 000 y 50 000 números por segundo. Hay que citar como pioneros de esta técnica a Max Mathews, con su programa Music V, Pierre Barband y, actualmente, Giuseppe Di Giugno.

El tratamiento informático de tantos números a tal velocidad requería dos etapas: en la primera se elaboraban y se almacenaban en una cinta magnética a la cadencia de cálculo, en forma binaria; en una etapa posterior se leía la cinta a la velocidad adecuada y se obtenían, con el conversor digital-analógico, las oscilaciones eléctricas correspondientes a los sonidos a producir en el sistema de amplificación electroacústica.

En la década de los ochenta se logró la síntesis del sonido por vía digital y en tiempo real, mediante los llamados sintetizadores digitales. Pueden citarse, entre otros, los sistemas Fairlight, el Syriclavier, el DMX-1000 de Digital, el 4X desarrollado en el IRCAM (París) y el DX-7 de Yamaha con patente de John Chowning.

Son ya muchos los laboratorios de música electroacústica que emplean hoy la tecnología digital; por citar algunos solamente, hay que resaltar, en Estados Unidos, los de las universidades de Columbia, Buffalo y Stanford, así como los estudios cinematográficos de Lucasfilm; en Europa, los de radio Stockholm (Suecia), radio Colonia (Alemania Federal), IRCAM de París y GMEB de Bourges (Francia), Padua (Italia) y, en España, el laboratorio Phonos, en Barcelona.

La composición musical mediante computador

Esta segunda aplicación de la informática a la música ha tenido también curiosos precedentes. En el siglo XVII, el jesuita alemán Athanasius Kircher publicó en Roma un libro en el que describía un aparato para componer música, formado por una caja con correderas que, mediante signos apropiados grabados en ellas, representaba los tonos, compases y ritmos y generaba códigos para producir melodías simples. Es también muy conocido el precedente de Mozart, que escribió una tabla en la que había más de un centenar de compases de música escritos y numerados; el proceso a seguir era el de tirar dos dados al azar y escoger, en determinada columna de la tabla, el compás que tuviera el mismo número que había dado la suma de los números de los dados, y así sucesivamente se iban yuxtaponiendo los compases obtenidos hasta completar un vals. Evidentemente, la habilidad de Mozart estribaba en la forma en que las reglas de la composición estaban implícitas en la tabla y en sus números.

En realidad las leyes de la composición musical, aun las más complejas, pueden simularse mediante la lógica mate-

mática de un programa de computador. La máquina hará lo que el programador le diga que haga, y no otra cosa, por lo que se presta admirablemente para simular procesos deterministas. Pero también pueden introducirse elementos de sorpresa o indeterministas, gracias a la posibilidad del computador de generar números al azar.

Un proceso de composición automática según ciertas reglas se caracterizaría esencialmente por las siguientes operaciones secuenciales:

– Generación de números al azar, a los que el compositor previamente atribuirá diversos significados, como la altura de una nota, el instrumento que ha de ejecutarla, la dinámica, etc.

– Aceptación o rechazo de dichos números según criterios previamente establecidos que serán reflejo de las reglas de la composición y habrán sido introducidos en forma de programa.

– Examen de la validez de los resultados totales, o partitura, con respecto a un criterio de control.

El computador fue utilizado por primera vez para la composición musical en 1956 por el químico y músico Leharen Hiller, quien con la colaboración de L. Isaacron compuso, y estrenó un año después, la suite Illiac, en la que, en sucesivas etapas a lo largo de sus tres movimientos, va añadiendo o eliminando criterios restrictivos de aceptación de las notas o sucesos musicales propuestos al azar en la fase primera antes indicada. De esta forma se logra un equilibrio entre la música altamente determinada y la música totalmente libre, que dan lugar respectivamente a los dos factores importantes en una composición: la redundancia, que hace que el oyente anticipe los sucesos que se están produciendo, y la novedad o sorpresa, que despierta el interés al no ser predecible.

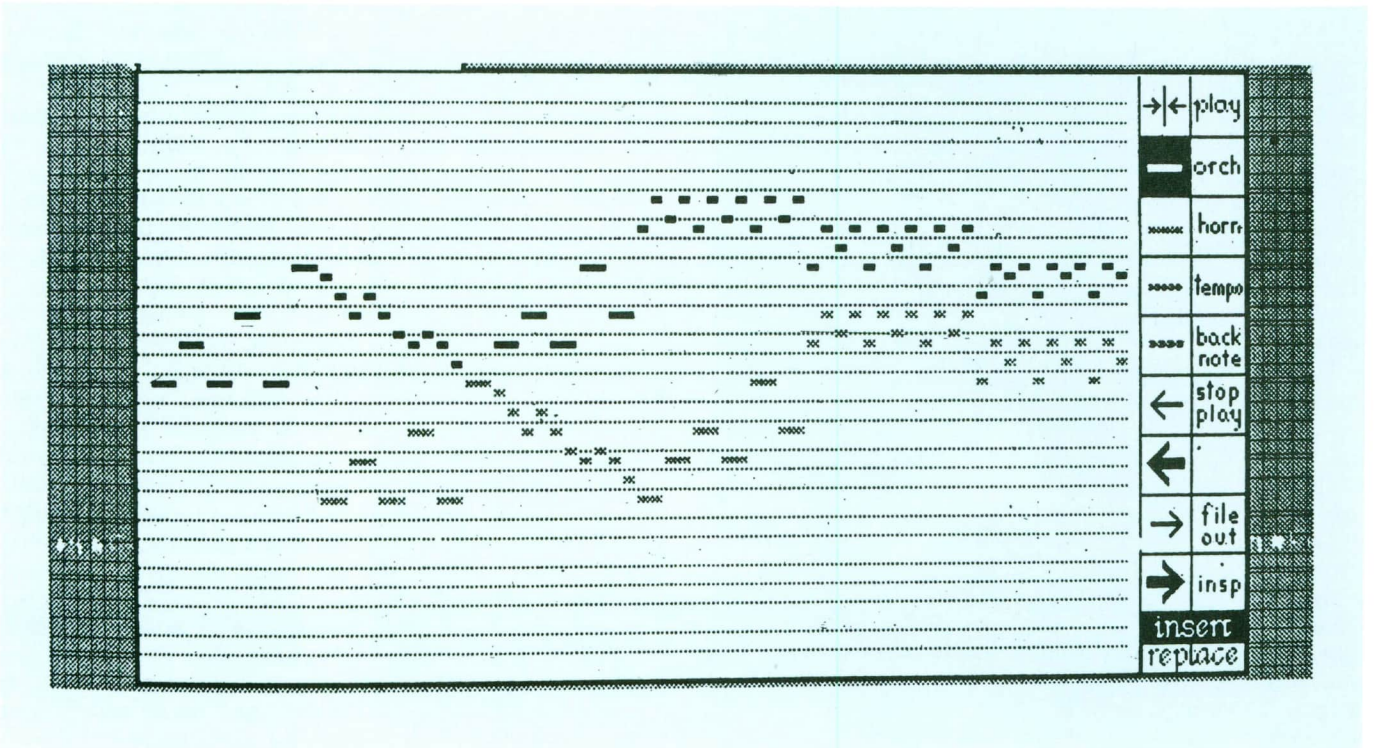
En Francia, Pierre Barband ha trabajado intensamente en la introducción del pensamiento matemático en la composición, confeccionando diversos programas para simular ciertas reglas de la armonía clásica.

En tercer lugar hay que mencionar a Iannis Xenakis, rumano de origen griego residente en Francia, que trabajó como arquitecto con Le Courbusier. Su idea principal es utilizar el azar como elemento formal de unas estructuras musicales que en cierta forma son la traslación al universo musical de elementos del universo de las formas geométricas (arquitectónicas).

En España hay que señalar que, en 1969, el compositor José M.ª Mestres Quadreny, en colaboración con Martí Vergés, realizó una obra musical con la ayuda de un computador de la Universidad politécnica de Barcelona, y, en 1982, Luis Callejo, ingeniero y músico, produjo obras musicales acoplando un microcomputador a un sintetizador analógico.

Para un compositor que utilice un computador, éste se convierte en una prótesis de su cerebro, que le ayuda a realizar rápidamente sus ideas musicales sin tener que esperar a su estreno por una orquesta, ya que puede oírlas en breve plazo. No solamente el compositor actúa sobre el computador mediante un programa, sino que éste le permite verificar la validez de sus ideas, le sugiere nuevos caminos y le ofrece un campo de trabajo cuyos límites son únicamente los del artista que consiga dominarlo.

Partitura no convencional en la pantalla de un ordenador. Corresponde a «La primera invención a dos voces» de J. S. Bach.



Teatro

Una ayuda para el escenógrafo y el director

La pintura, la escultura y el diseño arquitectónico son algunas de las disciplinas que el escenógrafo ha incorporado tradicionalmente a su bagaje profesional, porque combinados con la dramaturgia configuran el soporte estático y funcional de su oficio. A lo largo de la historia del teatro, arte y ciencia han ido siempre juntos.

La óptica, las matemáticas, las leyes de la perspectiva y la industria de los materiales transformables han sido siempre las herramientas más comunes para el escenógrafo.

Ahora ha surgido la posibilidad de que el escenógrafo incorpore a su actividad una nueva herramienta todavía más poderosa: la informática.

La incorporación de esta ciencia se puede llevar a cabo a través de varios niveles de integración, pero siempre como auxiliar de todas las técnicas que intervienen en un montaje y como creadora de nuevas formas.

El escenógrafo puede visualizar su obra desde cualquier ángulo posible y desde las más complicadas perspectivas antes de iniciar su realización y, a partir de este punto y gracias, tan sólo, a una sencilla programación en el ordenador, llevar a cabo cuantas correcciones o modificaciones considere necesarias.

Asimismo, el director puede mostrar a sus actores y discutir la escenografía antes de la definitiva realización. Incluso puede especular con las posibles colocaciones de los actores y que el ordenador resuelva cuál puede ser la mejor posición escenográfica global. Evidentemente, esta solución también se puede aplicar a un solo actor. Con todo ello se pueden ahorrar horas de trabajo y gastos de montaje.

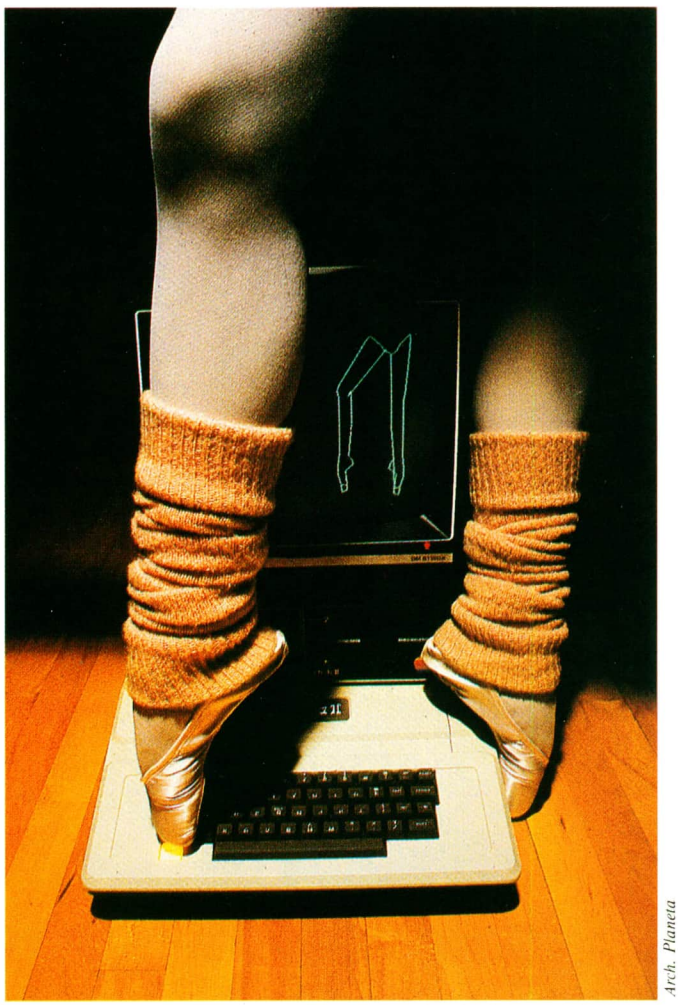
Desde hace tiempo, la informática ya desempeña también una ayuda inestimable en todo aquello que se refiere a luminotecnia y sonido. Pero, además de esto y de contribuir a la automatización de la escenografía habitual, la informática también puede crear nuevas formas. Por poner un ejemplo, podría diseñar la música de una obra concreta, además de manipular los aparatos acústicos para convertir en realidad el diseño de la misma.

Pero donde quizás pueda abrir campos más interesantes la incorporación de la informática al teatro sea en las enormes posibilidades de creación de decorados. Ello es posible si éstos se configuran como una pantalla electrónica formada por infinidad de puntos luminosos, que permitan cambiar totalmente la ambientación de la obra mediante la introducción de un programa determinado. Con ello se puede contemplar cada una de las tres paredes clásicas del teatro como un decorado autónomo, dinámico y evolutivo.

La combinación del ordenador y el láser, y con ello la creación de holografías, supone, asimismo, una innovación importante en el campo de la creación escenográfica. Equivale a decir que en cuestión de pocos segundos pueden crearse, variar y eliminar todos los volúmenes de la escenografía. Ello posibilita la creación de nuevos lenguajes dramáticos, debido a que obliga, por ejemplo, a los actores a relacionarse en escena con unos objetos y mobiliario inexistentes materialmente.

La introducción de la informática en el ámbito teatral supone el empeño del teatro por ampliar sus códigos con técnicas provenientes del cine, la televisión, el vídeo, la música rock, etc. En definitiva, por hacer suyos otros espacios escénicos hasta ahora no aprovechados.

La introducción a la informática en el ámbito teatral supone el empeño del teatro, y el de sus profesionales, por ampliar sus códigos con técnicas provenientes del cine, de la televisión, de los vídeos, etc.



Arch. Planeta

Oficios informáticos

1 Analista
2 Perforista
3 Programador de aplicaciones
4 Formación informática

La expansión explosiva del sector informático, en términos absolutos y también comparativos con otras áreas de actividad, plantea a muchos padres y jóvenes la alternativa de elegir un oficio en dicho sector.

Puede ser significativo recordar una entrevista mantenida con un camarero que solicitaba una opinión acerca de la oportunidad de inscribir a su hijo en un curso de BASIC. «Es la única posibilidad que veo —explicaba— para que cuando sea mayor pueda hacer algo distinto a cargar y descargar cajas, como hago yo.»

Los buenos puestos de trabajo van siempre muy buscados, y no es fácil hallarlos. La informática ofrece un auténtico abanico de distintos oficios entre los que elegir, que difieren notablemente en cuanto a sueldo, perspectivas, tecnología y satisfacción personal.

Oficios en hardware

Los caminos profesionales en esta área pueden encaminarse en varias direcciones:

— Operario en las líneas de producción y montaje de material informático, considerada como una más de las plantas de fabricación de material electrónico, con los mismos planteamientos de fabricación en cadena y control de calidad.

— Ingeniero de producción especializado.

Las perspectivas de futuro en el sector profesional del hardware parecen especialmente favorables para oficios como el de operario en las líneas de producción y montaje de material informático, ingenieros de producción especializada, etcétera.



Allan Cash - Firo Foto



Planeta - Logic

La gran expansión del sector informático ofrece grandes oportunidades en el ámbito comercial, tanto en el aspecto de venta directa como en el sector de marketing.

– Especialista en investigación de base y diseño de prototipos.

Diseño de ordenadores

Contra lo que a primera vista pueda parecer, el diseño no es una especialidad reservada a genios, sino que es perfectamente asequible a las personas normales. Se requiere una mente analítica y se valora la experiencia previa. Para graduados, esta área reserva sueldos elevados, seguridad y prestigio.

Cabe preguntarse sobre el rendimiento real de personas recién salidas de la universidad. Inicialmente, puede que sus resultados no sean muy elevados, por ser muy importante el factor experiencia, aunque más adelante la mayor base de conocimientos generales repercutirá en un mejor aprovechamiento.

Siempre que se trabaja en proyectos de diseño, en especial si se trata de un desarrollo importante, se acostumbra a compartir la actividad con un equipo de doce a cien personas, por lo que es necesario adaptarse a trabajar en grupo y a los continuos cambios.

En estos equipos trabajan generalmente muchos más hombres que mujeres, quizás por la necesidad de conocimientos técnicos sobre el tema o por la mayor resistencia femenina a adaptarse a las variaciones.

En cualquier caso, la demanda de técnicos electrónicos, especialmente de base, parece asegurada por mucho tiempo.

Proceso de datos

En los albores de la informática, cuando los ordenadores eran muy grandes, caros y complicados de manejar, los oficios relacionados con el proceso de datos tomaron gran auge.

El proceso de datos comprende un grupo bastante genérico de actividades, que van desde la grabación de datos, control de documentos, operación de ordenadores y manipulación de formularios de salida a los oficios más clásicos y permanentes, como analistas y programadores de aplicaciones.

Hoy en día, a medida que el manejo de las máquinas se hace más fácil y automático, el concepto global de proceso de datos se aleja del grupo de especialistas históricos, a la vez que se democratiza, acercándose al usuario.

Personal de ventas

Un sector con el grado de expansión como el que ha venido experimentando la informática ofrece grandes oportunidades en el sector comercial, tanto en la situación de línea directa de venta como en la de soporte por medio del marketing.

Los mejores niveles de remuneración se obtienen en las organizaciones de fabricantes de hardware, grandes distribuidores y casas de programación. En niveles más atomizados, como las computer shops, los planteamientos acostumbran resultar mucho menos atractivos.

Analista

Descripción del trabajo

El trabajo del analista es un trabajo complejo que requiere conocimientos y experiencia en diversas áreas. Inicialmente deben analizarse los problemas de la empresa y los informes que ésta desea obtener para su gestión. Ni que decir tiene que conocer a fondo la materia a analizar es un requisito prácticamente obligado.

A continuación es preciso diseñar las estructuras de los datos que sean necesarios para obtener la información requerida y los flujos entre los mismos.

Por último, se documentarán las cadenas de la aplicación y los programas que deba efectuar el ordenador.

Cuando la aplicación esté ya en fase de programación, el analista de aplicaciones supervisará la ejecución y pruebas de los programas. Llegada la hora de lanzar comercialmente el producto, facilitará las tablas de decisión y la información necesaria para confeccionar los manuales de usuario y la guía del operador.

Experiencia previa

Para desempeñar el trabajo de analista es interesante haber cursado estudios superiores de informática u otra carrera técnica o de formación profesional.

Asimismo se requiere experiencia en los circuitos administrativos o de cualquier índole que posteriormente formen parte de la materia a analizar.

Es necesaria también una práctica previa de programación y dominio suficiente de los sistemas operativos.

Perfil humano

El oficio está indicado para mentes inquietas que amen la creatividad y la continua evolución. Este trabajo puede serlo todo menos rutinario. Permite una constante actitud de investigación y estudio.

Se consideran virtudes necesarias o convenientes: la dedicación, la vivencia intensa, la tranquilidad, la capacidad de síntesis, la comprensión, la inteligencia, la imaginación, la iniciativa, la abstracción y el autocontrol.

Perspectivas de futuro

De forma unánime el analista está tranquilo acerca de su futuro, que considera asegurado. Es consciente de que, debido a la rápida evolución del sector, las formas de trabajo pueden variar constantemente y ello puede implicar la necesidad de afrontar cada vez una mayor complejidad en su labor.

Valoración del entorno

El trabajo se considera a la vez excelente y absorbente, en algunos momentos apasionante, y puede dar notables satisfacciones personales. Por contra, se considera también que en momentos difíciles puede ser muy duro. Después de haber sido un buen analista se puede trabajar prácticamente en cualquier ocupación.

Las lecturas preferidas del analista son la novela y las biografías y, por razón de oficio, las revistas técnicas. Dedica el tiempo libre a leer, jugar al ajedrez o practicar deportes de tipo suave, como excursionismo o tenis.

Admira a personajes históricos que hayan destacado por sus descubrimientos intelectuales o a personas concretas con buenas relaciones de convivencia. En las personas que le rodean, valora la sinceridad, el compañerismo, el dinamismo y la actitud positiva.

Si volviese a nacer escogería, generalmente, otras profesiones como periodismo, fotografía o dirección de cine.

Las mejores satisfacciones laborales las obtiene cuando las aplicaciones, consideradas en su conjunto, funcionan y cuando los objetivos globales son alcanzados.

La imagen que tiene de sí mismo acostumbra a ser bastante alta, viéndose portador de la mayoría de las virtudes mencionadas en el perfil humano.

El analista es el puente entre el instrumental informático y las múltiples aplicaciones que pueden llegar a resolverse.

El hombre o la mujer capaz de imaginar mundos y cuadriculados en las rígidas estructuras de la mente, las tablas lógicas o los lenguajes de programación, tendrá siempre un lugar en el grupo destacado, eterno motor del avance de la informática, que es el de los analistas que dirigen el progreso del entorno inteligente del hombre.

Cuando la aplicación está ya en fase de programación, es el analista de aplicaciones quien se encarga de supervisar la ejecución y verificación práctica de los programas.



A.G.E.

Perforista

Descripción del trabajo

A partir de un documento fuente, y por medio del teclado, se introducen datos en la máquina, la cual los graba en un soporte magnético (diskette o cinta).

Pueden distinguirse dos operaciones: la grabación propiamente dicha, en la cual los datos son introducidos por primera vez, y la verificación, consistente en teclear por segunda vez datos ya entrados previamente para comprobar si ambas grabaciones han sido coincidentes. En este caso, la entrada de datos se considera correcta. De otro modo, el monitor indica el carácter no coincidente, a fin de que el perforista decida si el error se ha producido en la primera o en la segunda pasada, y, en caso necesario, corrija la digitación incorrecta.

En la mayoría de trabajos administrativos, un gran porcentaje de los datos entrados son numéricos, por lo que es suficiente utilizar una sola mano.

En general el perforista no precisa mirar al teclado y alcanza velocidades muy elevadas: de 10 000 a 12 000 pulsaciones por hora.

Experiencia previa

Por la similitud del trabajo es aconsejable tener conocimiento y dominio de mecanografía.

Existe cierto pesimismo respecto al futuro del oficio de perforista. La sofisticación creciente en los procesos de entrada de datos favorecerá la concentración, en pocos años, de la mayoría de profesionales perforistas en una serie de empresas dedicadas exclusivamente a la entrada de datos. Las empresas, en especial el sector bancario, solicitarán prestaciones de ese tipo de servicio.



A.G.E.

Perfil humano

Es importante la responsabilidad y la constancia en el trabajo.

Es realmente necesario conjugar la rapidez, la velocidad y la cantidad de trabajo, con la concentración, la escasez de errores y la calidad. Tan poco deseable es un perforista excesivamente lento, como uno excesivamente distraído.

El trabajo es de una gran monotonía, por lo que debe tenerse la actitud mental necesaria para sobreponerse a la misma.

Perspectivas de futuro

Existe un cierto pesimismo al respecto, ya que, en cierto grado, esta profesión tiende a desaparecer. Por ello, las perspectivas de futuro no se ven muy claras. El tema puede matizarse en el sentido de que se está produciendo una evolución hacia sistemas de entrada de datos más sofisticados, con posibilidad de filtrar los mismos por consulta directa a la base de datos. Por otra parte, aparecen nuevos mercados de demanda, especialmente procedentes del sector bancario y administración pública.

Valoración del entorno

En las personas que le rodean, el perforista valora preferentemente la sinceridad.

Si pudiera volver a elegir una profesión, optaría por actividades de tipo artístico o incluso por repetir la actividad actual.

El sentido de vinculación a la propia empresa es alto, tanto por el tiempo de permanencia en la misma como por la alta estima en que tienen los premios y distinciones que les son ofrecidos.

Siente un legítimo orgullo por las personas que han trabajado en su equipo y que posteriormente ocupan puestos considerados como mejores.

Está de acuerdo consigo mismo en cuanto a la trayectoria seguida hasta la fecha, la cual, en general, no cambiaría.

Cree que la eficacia en el trabajo se consigue con las ganas de trabajar, la personalidad y la responsabilidad.

Se considera a sí mismo persona tranquila, trabajadora, bastante sensible, introvertida, seria, sincera y activa.

Los perforistas son personas relativamente jóvenes, casi en su totalidad del sexo femenino. Sus aficiones principales son los deportes, especialmente la natación, el cine y las lecturas románticas y de ciencia-ficción. Los días festivos se dedican al descanso o a distracciones preferentemente pasivas, tales como pasear o asistir a espectáculos.

La imagen del perforista, a la vez tradicional y actual, está en la mente de todos como uno de los oficios informáticos más representativos.

Actualmente muchas empresas, para atender a fuertes demandas de grabación procedentes especialmente del sector bancario, se dedican únicamente a la entrada de datos, asegurando la continuidad de este oficio.

Programador de aplicaciones

Descripción del trabajo

El programador, a partir de una descripción de los trabajos a efectuar más o menos formalizados, debe generar instrucciones directa o indirectamente comprensibles por el ordenador. En general deberá expresarse mediante instrucciones próximas a una gramática humana o algebraica, con unas reglas rígidas de composición de frases.

La programación debe ir precedida de un análisis de la aplicación, que desarrolle el camino que va desde los datos y formularios de entrada disponibles a los diseños e informaciones de salida deseados por el cliente.

Algunos años atrás, en la época de los planteamientos clásicos, análisis y programación tenían perfiles perfectamente definidos y diferenciados. Con el advenimiento de los minicomputadores y microcomputadores, el programador se acerca a la pantalla; puede efectuar pruebas sobre la marcha y empieza a asumir funciones de analista. Acepta instrucciones de una forma mucho menos detallada que antes.

Todo programador es, en cierto modo, hijo de sus propios hábitos, los cuales llegan a dominarse casi como un acto reflejo. Se conocen uno o varios programas, una o varias máquinas, lo que configura, a la vez, un estilo y una dificultad para adaptarse a cambios.

Cualidades necesarias

Es importante disponer de buena inteligencia y alto nivel de concentración. Se requiere capacidad analítica y, a la vez, sintética, resistencia a la desmoralización y constancia. Por lo general, el programador es una persona introvertida y meticulosa.

En cuanto a su formación, es aconsejable conocer el idioma inglés, para estar al día tanto a nivel de nuevos manuales como de revistas técnicas. Son también importantes todos los estudios que proporcionen una base general de conocimiento y, principalmente, aquellos estudios que hagan referencia a la materia concreta que se va a programar, por lo que, en el fondo, es un mito el concepto de un programador absolutamente abstracto, independiente de la temática a ser encauzada.

En cuanto a sus cualidades personales, se valora la rapidez mental, la paciencia, el orden, el amor al trabajo y una ambición comedida. También se considera positivo saber bromear y relajarse y tener un carácter tranquilo e imaginativo.

La evolución acelerada de la tecnología de programación hace que muy a menudo se necesite formar a los demás o recibir nueva formación, lo cual requiere una cierta dosis de humildad.

Motivaciones

En la mayoría de los casos para la aspiración al puesto de programador no puede hablarse de una única motivación. Influye decisivamente el hecho de que nos hallemos ante una profesión con grandes perspectivas de futuro, muy creativa, que sigue la dinámica del mercado y con unos razonables niveles económicos.

Con la evolución de la tecnología hacia el concepto de interactividad, puede ser importante el estímulo de ponerse a sí mismo ante su propia inteligencia, sin intermediarios y obteniendo una respuesta prácticamente inmediata.

Tiempo libre

Las aficiones de estos profesionales son clásicas, ocupando un lugar preferente la lectura, principalmente en sus apartados de novela, filosofía, ciencia ficción y ecología.

En días festivos, generalmente desarrollan actividades al aire libre, tales como deportes, playa y montaña. No es rara la afición a continuar jugando con el computador en actividades distintas de la labor habitual y que no cansen la mente.

El programador debe generar, a partir de una descripción más o menos formalizada de los trabajos a efectuar, una serie de instrucciones comprensibles por el ordenador.



A.G.E.

Formación informática

Hasta muy avanzados los años cincuenta, la informática estaba prácticamente reservada a los grandes centros de investigación y a los proyectos gubernamentales. El usuario era el científico que utilizaba, él directamente, el ordenador como una herramienta más en su trabajo. En consecuencia, no existían propiamente centros dedicados a la enseñanza de la informática.

Cuando los ordenadores comenzaron a comercializarse, aunque por su precio sólo estaban al alcance de las grandes empresas, se puso de manifiesto la falta de profesionales informáticos. Los trabajos se fueron diferenciando, para acabar divididos en tres grandes grupos: análisis, programación y operación. Para este último nivel, el menos complejo, se solía recurrir a personal de otras áreas de la empresa, al que se reciclaba. Para los otros dos niveles se contrataban titulados en carreras técnicas, ingenieros, físicos o economistas, quienes, con la práctica del trabajo y algún cursillo impartido por el fabricante del ordenador, iban aprendiendo poco a poco, de forma muy autodidacta.

A medida que el uso de ordenadores se generalizó, se hicieron necesarias otras formas de enseñar al personal. La evolución ha sido similar en todos los países, por lo que podemos tomar España como referencia. A finales de los años sesenta, se creó en Madrid el Instituto de informática, que, con un plan de estudios de cinco años, se dedicó a formar personal especializado. Aparte de esto, brindó a los profesionales que ya trabajaban la posibilidad de obtener un título y revalidar sus conocimientos, previa superación de un examen. En 1972 se inauguró una sección de informática en la facultad de ciencias de la Universidad autónoma de Barcelona, que otorgó títulos de licenciado y doctor en informática. Posteriormente se crearon facultades en Madrid (por reconversión del Instituto de informática), Barcelona, San Sebastián y Bilbao (Universidad de Deusto). También hay escuelas técnicas dependientes de una universidad que imparten carreras de tres años de duración, tras los cuales se obtiene un título de grado medio. Varias ciudades disponen de este tipo de centros, entre ellas Oviedo, Valencia, Madrid, Granada y Las Palmas.

Al mismo nivel, una gran parte de quienes estudian ingeniería de telecomunicación, ya sea en escuelas de grado medio o superior, ocupan luego puestos informáticos, sobre todo en los sectores de comunicaciones, hardware y mantenimiento. Asimismo, algunas facultades de matemáticas y físicas ofrecen la posibilidad de especializarse en informática durante los dos últimos años de carrera.

Dentro de la enseñanza oficial, pero a un nivel más bajo, existe la especialidad de informática dentro de la formación profesional. Por otra parte, es previsible que, en un plazo muy corto, se incorpore la informática como una asignatura más en los estudios de bachillerato. Actualmente, algunas escuelas privadas e institutos públicos disponen de microor-



En la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona funciona una sección de informática creada en el año 1972.

Firo Foto

A.G.E



La Universidad de Deusto, en Vizcaya, cuenta con una Facultad de Informática.

denadores y enseñan a los alumnos nociones básicas de su funcionamiento.

A nivel privado, como consecuencia de la escasez de centros de formación, aparecieron y proliferaron a finales de los años sesenta algunas academias que imparten cursillos sobre lenguajes de programación, informática básica, etc. Estos cursillos, con una duración de entre 25 y 60 horas lectivas, están dirigidos a todo tipo de público. Sin embargo, la calidad de la enseñanza ofrecida por estos centros varía enormemente de uno a otro.

Como alternativa a las academias, existen facultades y centros de cálculo de universidades que imparten cursillos, a los que se puede acceder sin necesidad de ser estudiante del centro y sin ningún otro requisito previo. En algunos casos, estos cursillos están organizados jerárquicamente (por ejemplo, para matricularse de un cursillo de *ampliación de COBOL* puede que se exija haber realizado antes un cursillo de *COBOL básico* y otro de *estructuras de la información*). Se trata de un servicio que proporcionan algunas universidades y que no conduce a ninguna titulación oficial.

Cuando todavía no había centros oficiales de enseñanza, era el fabricante del ordenador el que cargaba con parte del adiestramiento del personal informático. Esta situación se ha mantenido y, actualmente, los principales constructores del sector siguen organizando cursillos intensivos orientados más bien a familiarizar al usuario con un producto determinado que a dar una formación informática general. Cuando una empresa compra un ordenador, si así lo solicita, el vendedor se encarga de organizar cursillos para adiestrar al personal que debe trabajar con la máquina. Si el personal es técnico, el curso será de adaptación y se centrará en las características específicas de ese ordenador. Si el personal proviene de otras áreas de la empresa y el cliente quiere reciclarlo, el vendedor suele estar en condiciones de proporcionar una formación básica. En cualquier caso, esta modalidad de enseñanza suele ir por lo general ligada a la compra de un producto, y se considera como un servicio más de asistencia al cliente.

También algunas asociaciones profesionales, como Asociación de técnicos informáticos y la Asociación de licenciados en informática organizan, de forma esporádica, cursillos para sus asociados. Aunque en estos casos, la enseñanza está orientada a reciclar o dar a conocer nuevas técnicas al profesional y no se suelen impartir cursos básicos.

Conviene resaltar, sin embargo, que la formación del profesional, y también la del aficionado, sigue teniendo una fuerte componente autodidacta. Mas, si tenemos en cuenta que la informática evoluciona muy rápidamente, lo que obliga a actualizar conocimientos por cuenta propia y a veces contra reloj, recurriendo a libros, manuales, consultas o a cualquier otro medio disponible.

El sector informático

1 Localización
2 Investigación y desarrollo
3 Inversiones en informática
4 Universidad y empresa
5 Fabricación de ordenadores
6 Fabricación de chips
7 Fabricación de software
8 El mito del garage

Una industria llamada a revolucionar la forma de vivir y trabajar del hombre era lógico que experimentara una rapidísima evolución y se transformara en un importante sector económico.

Las pautas por las que ha transcurrido esta mutación han seguido las de la industria en general, con algunos factores diferenciales dignos de ser comentados.

Influencia de la tecnología

Los departamentos de investigación de las grandes empresas, conocidos con el nombre de I + D (investigación y desarrollo), ocupan un lugar preferente en el planteamiento de la industria informática, en la que el porcentaje de inversiones para investigación sobre ventas es de los más elevados del mundo. En realidad, en el coste del producto, más que los elementos físicos que lo constituyen influye el precio de la amortización de los gastos en investigación y desarrollo.

Nos estamos acercando a un nuevo concepto de empresa establecida sobre la base de la investigación permanente y, en consecuencia, del cambio permanente, con lo que el sector se convierte en una máquina de introducir nueva tecnología en el mercado, muchas veces quemando la tecnología anterior, sin dar tiempo a su plena amortización comercial.



Renault - Gamma

El Valle del Futuro en Grenoble (Francia) es una de las zonas tecnológicas que han surgido tras los pasos del Silicon Valley. Su creación responde a los actuales parámetros de la industria electrónica, con su característica fabricación en masa y búsqueda de reducciones significativas en el coste de la mano de obra.

Este componente tecnológico nos ayuda a comprender la creciente influencia de la universidad en la industria informática, y el papel de los científicos como valores ambivalentes: en la docencia y en el laboratorio.

Fabricación

El componente fabricación ha evolucionado hacia los parámetros típicos de la industria electrónica, con la característica fabricación en masa y el desplazamiento del montaje manual hacia remotas geografías del Lejano Oriente.

Aparecen unas zonas tecnológicas, inauguradas por el Silicon Valley, y otras zonas manufactureras, donde están emplazadas las industrias que montan sobre plano.

Con el advenimiento de la robotización, esta diferente localización geográfica es posible que tienda a desaparecer, al ser posible la instalación de fábricas robotizadas, y por tanto con mínimos costes laborables, en las proximidades de los centros tecnológicos.

Marketing

Como todo sector económico, la informática ha evolucionado desde una situación de dominio de los ingenieros a otra situación en la que las principales decisiones corresponden a los hombres de marketing. El problema fundamental del sector es vender, sobre todo en la medida que la producción se va masificando.

El despliegue que la industria informática ha hecho y hace en el campo del marketing, sea cada día más impresionante, con campañas masivas de publicidad y establecimiento de canales de distribución que nada tienen que envidiar a los canales de la línea blanca de electrodomésticos.

Si algún aspecto diferencial cabe remarcar es el factor servicio, subyacente en gran parte de la actividad informática, lo que conlleva formas de comercialización específicas, con características distintas a las cadenas de distribución de producto puro.

La cultura informática

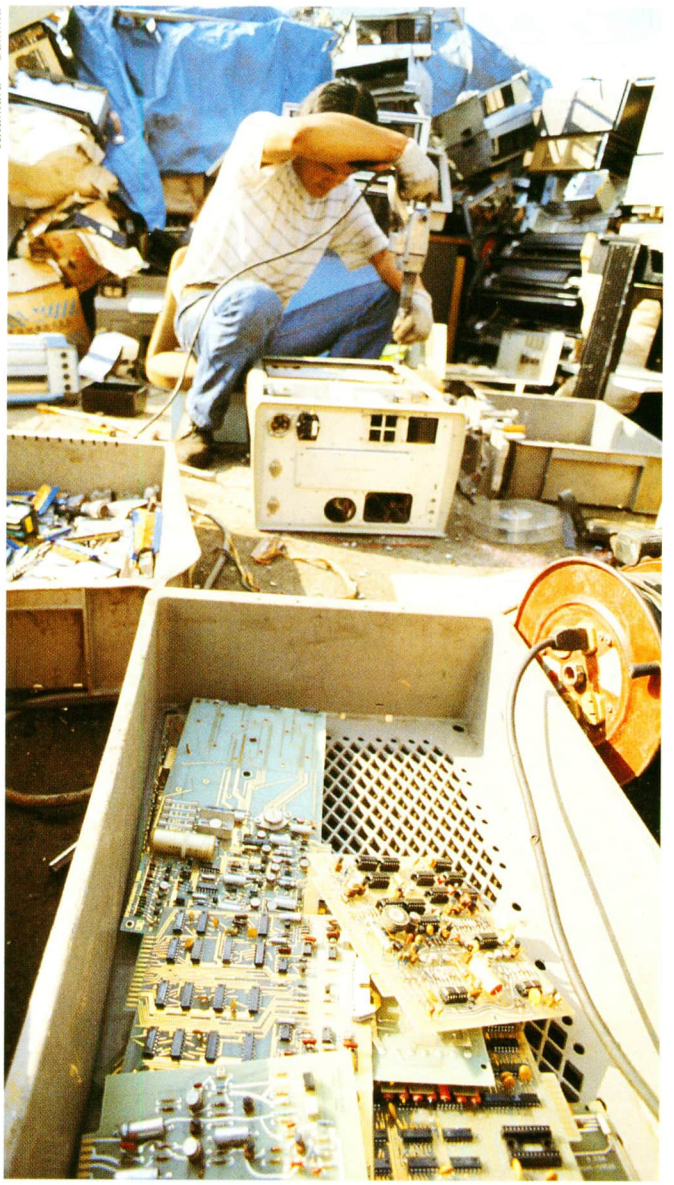
Nos hallamos ante una industria que no presenta únicamente elementos de hardware y software, sino que nos introduce en un entorno mucho más complejo, especialmente desde que la informática ha venido acercándose al usuario.

Multitud de libros, revistas, exposiciones y cursos vienen a dar la respuesta de base a la gran inquietud colectiva motivada por la toma de conciencia de que la informática es algo que entra definitivamente en nuestras vidas, tanto en la dimensión laboral como en la pedagógica y hogareña.

Este formidable conjunto, que en muchas ocasiones linda y se entrelaza con áreas de actividad mucho más tradicionales, en las que acaban incidiendo factores como la lengua, las costumbres y las propias legislaciones nacionales, configura lo que, en sentido amplio, se puede considerar como cultura informática.

Poco a poco, día a día, este novísimo e innovador sector industrial irá formando trama con todas las demás actividades humanas hasta llegar a ser una parte consustancial del tejido social del inmediato futuro.

Kitamura - Gamma



El nuevo modelo de empresa informática empieza a constituirse alrededor de una investigación permanente en el ámbito tecnológico. La celeridad con la que se incorporan las innovaciones más inmediatas provoca un prematuro envejecimiento de la tecnología existente en el mercado. En la foto, un cementerio de ordenadores en Japón.

Localización

1 Silicon Valley
2 Silicon Glen
3 Silicon Vallés

Tradicionalmente, a lo largo de la historia, ciertas actividades económicas se han ido polarizando en unas determinadas zonas geográficas.

En ocasiones, la causa de esta concentración ha sido evidente, como en el caso del sector minero y de las industrias extractivas en general. Las materias primas van a buscarse donde se hallen, siempre que la operación esté económicamente justificada. Si el precio del transporte de los materiales es elevado, por el peso o por la distancia, acostumbra a instalarse a pie de mina una industria de limpieza, tratamiento o transformación de los materiales, siendo también un importante factor de localización.

Alguna riqueza natural auxiliar, por ejemplo el agua, ha condicionado la ubicación de industrias que la precisan en gran cantidad, como la textil y también el agua ha condicionado la propia localización de las poblaciones humanas, bien directamente, como bien de necesario consumo, o indirectamente, para fertilizar zonas agrícolas y posibilitar canales de comunicación fluvial.

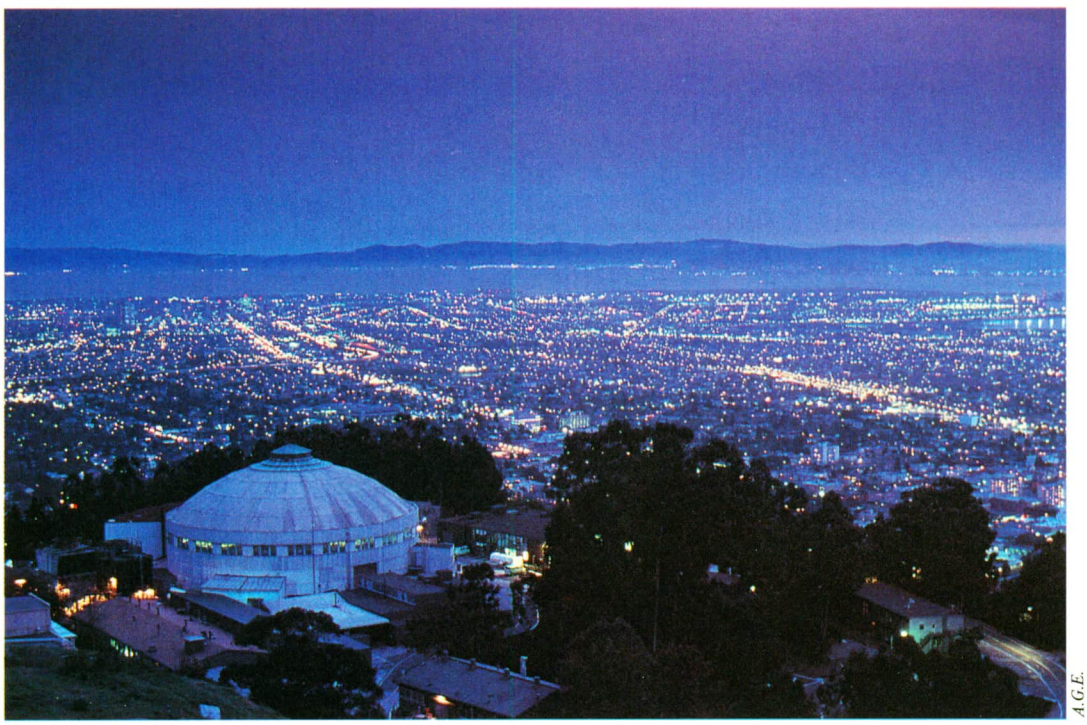
Economías externas

Cuando una actividad económica está muy fraccionada en distintas fases o requiere de servicios muy especializados, todo intento de situarla en una región alejada de la posible disponibilidad de estos servicios puede ocasionar graves inconvenientes en los suministros y hace el intento poco competitivo.

En la expresión «economías externas» se quieren comprender todos los elementos complementarios de fabricación, marketing o servicios existentes en una zona y que amplifican la rentabilidad de las empresas que se instalen en dicho lugar.

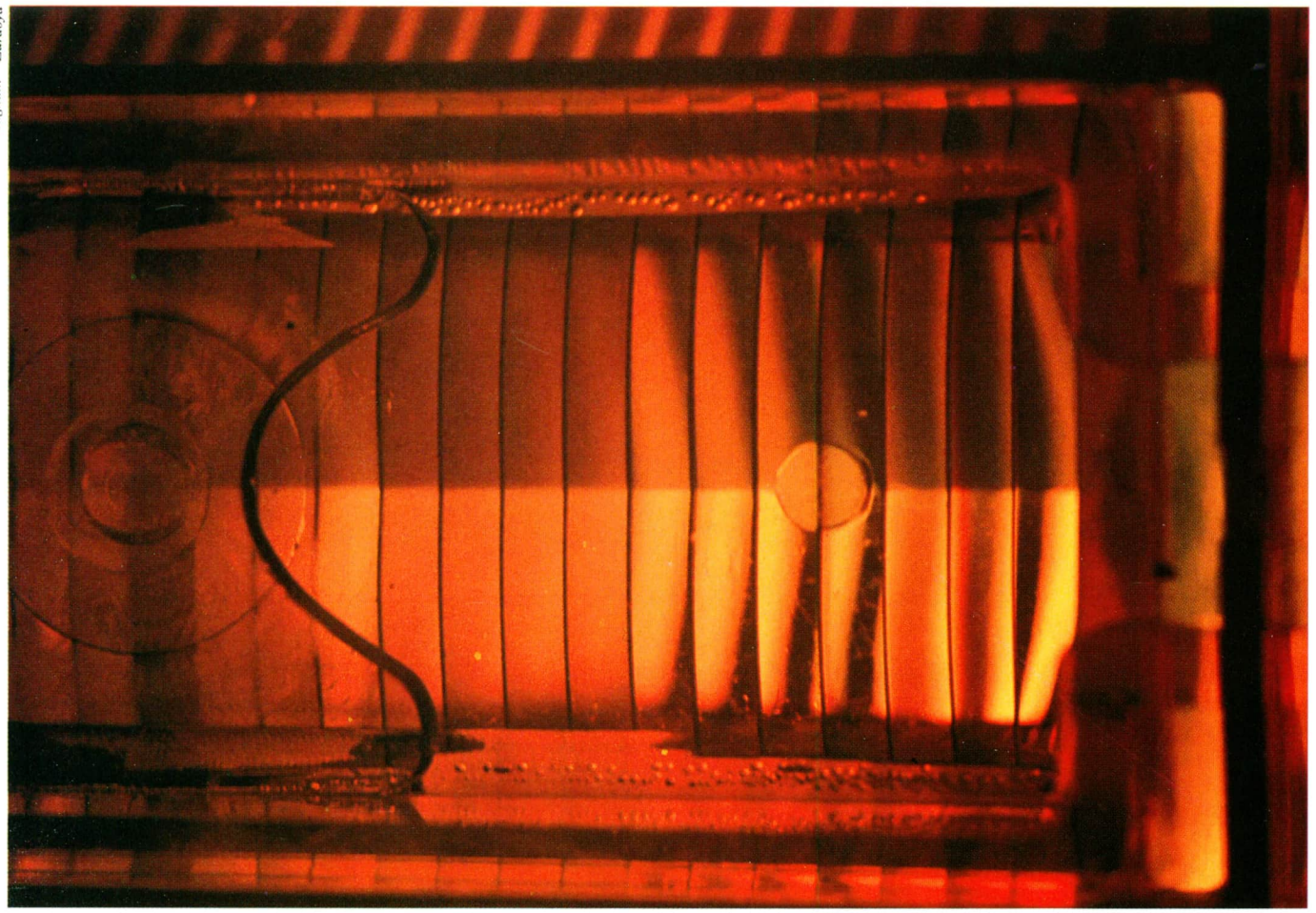
Ubicación de la industria informática

A la luz de los anteriores conceptos pueden analizarse las causas y efectos de la localización de la industria informática. Esta industria no precisa de materiales pesados y mucho



A.G.E.

La localización de la industria informática está ligada a la presencia de la Universidad. En la foto, la Universidad de Berkeley (California), uno de los centros universitarios alrededor del cual empezó a desarrollarse Silicon Valley.



Magnum - Zardoya

Depósito de discos de silicio, uno de los elementos más generalizados y económicos de la naturaleza. La industria informática es poco dependiente de las materias primas y, por tanto, flexible en su localización.

menos después de haberse producido la miniaturización de los componentes. En todo caso es sensible, por una parte, a la tecnología y sus fuentes y, por otra, a los costes laborales, especialmente en el proceso de montaje, aunque con la robotización este elemento de coste va perdiendo paulatinamente peso específico.

La presencia de la universidad y la existencia previa de profesionales con experiencia en empresas del sector, así como la gran cantidad de aplicaciones de la informática, de las que es posible extraer un elevado factor común metodológico y técnico, convierte en importantes las economías externas de la concentración del sector informático y justifica la aparición de zonas geográficas en las que esta industria prolifera.

Silicona

El propio nombre genérico de las zonas industriales informáticas —silicona—, uno de los elementos más generalizados y económicos de la naturaleza, indica claramente la poca dependencia de las materias primas que presenta el sector. La industria informática puede ubicarse en todas partes como «tecnología pura» que es, alcanzando límites extraordinarios de independencia respecto al territorio físico.

Motor de desarrollo económico

Muchas administraciones territoriales, precisamente por el hecho de que el sector no precisa materias primas, contemplan a la industria informática como una posibilidad de sustituir industrias tradicionales que han entrado en crisis, dando un nuevo impulso económico a áreas deprimidas a través de la modernidad que representa la introducción de nuevas industrias y, en general, de nuevas tecnologías.

En estos casos, la concentración es fomentada inicialmente de forma artificial hasta hacer cuajar una masa crítica suficiente para que tenga vida propia y puedan revertir sobre la región los beneficios de una expansión económica, teniendo en cuenta además la nula contaminación ambiental que la industria informática origina, lo que repercute en un considerable aumento de la calidad de vida de la región en que se establece.

Silicon Valley

La región pionera

Silicon Valley se corresponde geográficamente con el valle de Santa Clara, situado al sur de la península de San Francisco, al oeste de Estados Unidos. A lo largo de las últimas décadas este valle se ha ganado su fama por ser la punta de lanza de la alta tecnología mundial. La proximidad de yacimientos de silicio, mineral utilizado como materia prima para la fabricación de los conocidos chips (placas en las que queda grabada la inteligencia de los ordenadores) ha permitido que alrededor de este espacio físico se desarrollen un sinfín de empresas dedicadas a la investigación en el campo de las nuevas tecnologías.

La labor de numerosos investigadores y empresarios ha transformado la zona del valle de Santa Clara en un privilegiado lugar donde desarrollar empresas de alta tecnología. En esta región se encuentran ubicadas alrededor de 1 700 empresas de electrónica e informática. Este conjunto de industrias constituye el núcleo más numeroso que existe en toda la geografía norteamericana y permite a California, al que pertenece Silicon Valley, tener ubicadas más de 4 000 empresas dedicadas, directa o indirectamente, al estudio y desarrollo de nuevas tecnologías. A continuación, aunque muy lejos, se encuentra el estado de Massachusetts, con algo más de 1 000 empresas de este tipo, según señalaba un estudio de la American Electronics Association referido a 1984.

Respecto a las ciudades en las que se encuentran más empresas de tecnología avanzada, los puestos primero, segundo, tercero, quinto y octavo corresponden a localidades ubicadas en el valle de Santa Clara. Estas ciudades son: Sunnyvale, con 331 empresas; Santa Clara, con 316; San José, con 296; Mountain View, con 208, y por último Palo Alto, con 146 empresas de alta tecnología. Estas cifras también vienen referidas a mayo de 1984. Esta concentración empresarial permite el empleo de cerca de 200 000 personas, aunque esta cifra, como consecuencia de la crisis en la venta de semiconductores a raíz de los competitivos precios de la industria japonesa, sufre una progresiva disminución. Esta pérdida de empleo ha venido acompañada, como es lógico, por una caída de las ventas que, por el gran ascenso del valor del dólar en el mercado internacional en los primeros años de la década de los ochenta, ha disminuido hasta un 56 %.

Esperanza en el futuro

Sin embargo, y a pesar de esta aparente crisis de las empresas de Silicon Valley, los sectores industriales de esta región no se muestran excesivamente contrariados por la coyuntura negativa registrada y aluden a su condición de vanguardia internacional en el campo de la investigación de alta tecnología para sentirse esperanzados respecto al futuro. A esta condición de avanzadilla tecnológica hay que sumarle la apertura, en los últimos años, de los mercados



A.G.E.

El Silicon Valley en el Valle de Santa Clara, California: en esta región se concentran alrededor de 1 700 empresas de electrónica e informática, y es el núcleo más importante por número de industrias en Estados Unidos.

del Pacífico y, fundamentalmente, asiáticos, que registran unos índices de crecimiento económico superiores, en general, al 5 % anual. El estado de California es el segundo proveedor comercial de los japoneses, después del conjunto de Estados Unidos. Asimismo la línea de intercambio económico se ha modificado en los primeros años ochenta y las ciudades del este de Norteamérica, anteriormente los más destacados clientes de los productores californianos, se han visto sustituidas por las principales localidades pertenecientes a la región asiática.

El origen de Silicon Valley se remonta a 1938, cuando el profesor de la prestigiosa universidad californiana de Stanford, Frederick Terman, aconsejó a sus dos alumnos más brillantes de aquella promoción, David Packard y Bill Hewlett, que una vez finalizado con brillantez su doctorado fundaran una empresa de alta tecnología en aquel mismo valle, en las proximidades de la universidad. Aquella pequeña y pionera empresa fundada en el valle de Santa Clara se ha transformado, con el paso de los años, en una de las más conocidas transnacionales de la industria informática: Hewlett-Packard.

La clave del éxito

Los estudios realizados sobre el origen y consolidación de Silicon Valley coinciden en señalar que la clave del éxito de la iniciativa empresarial de Hewlett-Packard se ha debido a la existencia en dicho valle de la Universidad Stanford. Este macrocentro de la cultura es un constante manantial de nuevas ideas sobre la ingeniería aplicada en el campo de las nuevas tecnologías. Su presupuesto anual para la investigación ascendió en los primeros años ochenta a 200 millones de dólares.

Este presupuesto, en el caso de la Universidad de California-Los Ángeles, con más de un centenar de laboratorios de investigación, alcanza los 1 500 millones de dólares. Esta importante dotación económica para la investigación ha tenido sus frutos al convertir al estado de California y a Silicon Valley en la vanguardia tecnológica a nivel internacional y en la adjudicación, para el conjunto de las tres universidades californianas (Berkeley, Stanford y California-Los Ángeles), de 36 premios Nobel en distintas especialidades.

Esta característica de la investigación, esencial para la consolidación económica de la región, es paralela a una constante innovación tecnológica de las empresas que forman parte del conjunto del valle de Santa Clara. El poder de adaptación de estas empresas es enorme y sus cadenas de producción se amplían o se reducen adecuándose rápidamente a las exigencias de los planes económicos. En este sentido cabe señalar que un estudio estadístico realizado por la American Electronics Association apuntaba a una media de 3,5 iniciativas empresariales que se constituían semanalmente en la región.

F. Lochon - Gamma



El poder de adaptación de las empresas del Silicon Valley es enorme y sus cadenas de producción se amplían o reducen de acuerdo con las exigencias de los planes económicos.

Silicon Glen

El ejemplo escocés

El mundo es algo más que California, y por esta razón, y a pesar de que el Silicon Valley norteamericano es el más famoso y el que cuenta con mayor número de empresas ubicadas, Europa estaba obligada a aceptar el reto y a crear sus propios valles del silicio.

Silicon Glen, una zona situada al norte de Escocia que ocupa una extensión de once kilómetros de largo y cinco de ancho, ha visto como en poco más de diez años experimentaba un crecimiento vertiginoso con la instalación de más de trescientas empresas.

Este nuevo valle del silicio surgió gracias a las subvenciones que el gobierno escocés decidió destinar a aquella zona al principio de la década de los años setenta. Desde entonces, su crecimiento ha sido continuado, debido, entre otros factores, al denominado círculo vicioso que se crea cuando se instala una empresa y su presencia atrae a otras empresas. Así, por ejemplo, si una firma de ordenadores decide montar una factoría, es muy probable que en poco tiempo también lo haga una nueva empresa que fabrique componentes.

En Silicon Glen destaca la implantación de cinco grandes compañías de semiconductores: Motorola, National Semiconductor, General Instruments, Hugues Aircraft y Nippon Electric. Estas dos últimas realizaron a lo largo de 1985 fuertes inversiones destinadas a ampliar sus instalaciones, que superaron los 20 000 millones de pesetas.

A estas compañías hay que añadir el nombre de la empresa Wang, que en diciembre de 1984 decidió instalar en Silicon Glen una importante factoría, convertida en la segunda en orden de importancia de esta marca en Europa. Las multinacionales IBM y Honeywell también tienen importantes delegaciones en esta zona escocesa.

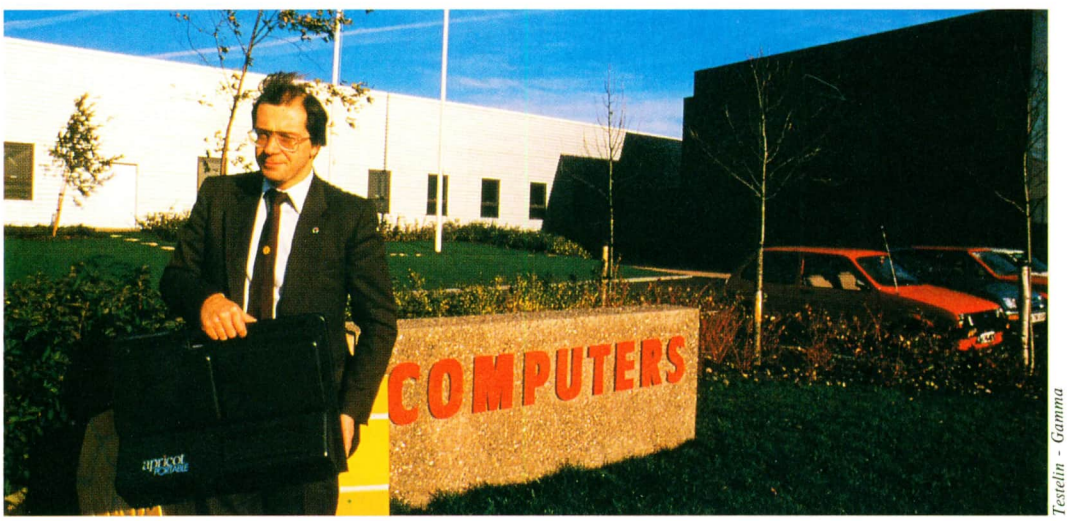
Tan sólo durante el año 1984 cerca de cincuenta firmas extranjeras habían decidido instalarse en Silicon Glen. En términos económicos, esta decisión empresarial implicó una inversión global de unos 100 000 millones de pesetas y la creación de siete mil nuevos puestos de trabajo. Entre las nuevas firmas allí ubicadas cabe destacar, por su procedencia, la inversión que decidió llevar a cabo la firma californiana Indy Electronica, que con cerca de veinte millones de libras esterlinas alcanzó a crear quinientos nuevos puestos de trabajo.

Otra inversión importante, aunque en este caso se trata de ampliar las instalaciones ya existentes, es la que llevará a cabo la firma norteamericana Hughes Aircraft. A través de una inversión de veinticinco millones de libras esterlinas, su filial, Hughes Microelectronics construirá una nueva planta de fabricación, montaje y prueba de pastillas. Su extensión será de seis mil quinientos metros cuadrados y se confía que pueda entrar en funcionamiento antes de que finalice 1986. Esta nueva fábrica se sumará a la ya existente, que ocupa nueve mil trescientos metros cuadrados de extensión.

Con este proyecto, la única empresa filial europea de la norteamericana Hughes Aircraft duplicará su producción y permitirá mantener a Escocia en la vanguardia de la tecnología en materia de semiconductores.

La iniciativa de esta multinacional norteamericana responde al reto lanzado por la Agencia de Desarrollo Escocés y el gobierno británico de subvencionar solamente a aquellas firmas extranjeras que investiguen y contribuyan al desarrollo del sector electrónico en Escocia. La decisión se tomó después de más de treinta años de estar subvencionando el establecimiento de nuevas empresas de electrónica para que se instalaran en una zona concreta y al tiempo que realizaban grandes campañas propagandísticas para atraer empresas de los sectores de tecnología avanzada de Estados Unidos y Japón.

En estos últimos años, la mayoría de firmas ubicadas en Silicon Glen se están especializando en bajar las funciones electrónicas al nivel del chip.



Testelin - Gamma

Una vez comprobados los éxitos del Silicon Valley norteamericano, Europa se vio obligada a aceptar el reto y a crear sus propios valles del silicio. Así nació el Silicon Glen, un gran centro situado al norte de Escocia y que, en poco más de diez años, ha tenido un crecimiento vertiginoso.

Silicon Vallés

El Silicon Vallés español

Se conoce con el nombre de Silicon Vallés la zona ubicada en la comarca española del Vallés Occidental, limítrofe con la ciudad de Barcelona, en la que se acordó en el transcurso del año 1985 consolidar la iniciativa entre varios municipios de la región, encaminada a la construcción de una adecuada infraestructura industrial con el fin de facilitar la implantación y desarrollo de empresas especializadas en el campo de las nuevas tecnologías o informática.

Esta iniciativa municipal se vio favorecida por una serie de ventajas fiscales y crediticias derivadas de la aprobación del decreto gubernamental que declaraba a los ayuntamientos de Terrassa, Sabadell y Badalona zonas de urgente reindustrialización (ZUR).

Los protagonistas de esta iniciativa, alcaldes y representantes de instituciones financieras de la zona, decidieron en su día dar el nombre de Silicon Vallés a este proyecto en similitud al creado a partir de 1938 en el sur de San Francisco, en el estado norteamericano de California y conocido como Silicon Valley.

Dos iniciativas supramunicipales

Silicon Vallés es el resultado de dos iniciativas supramunicipales. Por una parte la de la mancomunidad de Terrassa-Sabadell, creada para constituir un centro de servicios destinado a empresas de alta tecnología y, por otra, la de la Corporación metropolitana de Barcelona.

En diciembre de 1985 los consistorios de Terrassa y Sabadell firmaron un acuerdo por el que se comprometían a abordar un proyecto conjunto de promoción de servicios a la industria y de formación profesional y universitaria. Este proyecto comprende la creación de un centro de diseño industrial, especializado en los sectores textil, mecánico y electrónico, asistido por el sistema de ordenador CAD/CAM, la creación de una escuela universitaria de informática, la puesta en marcha de un centro de promoción y formación ocupacional de nuevas tecnologías y la habilitación de un módulo de instrumentación electrónica industrial.

La segunda iniciativa municipal, que ha permitido el impulso del proyecto denominado Silicon Vallés, es la elaborada por la Corporación metropolitana de Barcelona y se materializa en la idea de construir el denominado Parque tecnológico Vallés-Barcelona. Esta infraestructura está prevista ubicarla en el eje direccional de San Cugat del Vallés y Cerdanyola, ambas localidades muy próximas a Barcelona. Esta iniciativa de la Corporación metropolitana también pretende constituir una localización ideal para las nuevas industrias y para todas aquellas empresas que exijan un asentamiento de alta cualidad y con un elevado nivel de servicios e infraestructuras.

El pacto del Vallés

Los ayuntamientos que están afectados por este proyecto de adecuación a la industria de alta tecnología, con el fin de aunar esfuerzos y coordinar sus acciones, suscribieron en



A.G.E.

La autopista B-29 es el eje de enlace principal entre los once municipios del Vallés oriental (Barcelona) que promocionan la iniciativa de construir en la comarca un centro de servicios destinados a empresas de alta tecnología.



Aisa

Los centros de microelectrónica, inteligencia artificial y la propia Facultad de informática de la Universidad Autónoma de Bellaterra tienen un papel destacado en el proyecto de promoción de Silicon Vallés.

marzo de 1986 un documento que se denominó *pacto del Vallés*. En dicho documento se acordaba coordinar todas las actividades de los once municipios afectados, más el de Barcelona, que estuvieran encaminadas a la creación de las condiciones necesarias para la constitución de un cinturón de alta tecnología e informática. Los consistorios que firmaron y se comprometieron con el citado pacto fueron: Sabadell, Terrassa, San Cugat del Vallés, Cerdanyola, Ripollet, Barberá del Vallés, Castellbisbal, Rubí, Sentmenat, Sant Llorenç Savall, Sant Quirze del Vallés y Barcelona.

En este proyecto del Silicon Vallés el papel destinado a la Universidad autónoma de Barcelona, situada entre Sant Cugat del Vallés y Sabadell, es decisivo. Al igual que la Universidad Stanford para con el Silicon Valley, los responsables de la iniciativa tecnológica catalana han pensado que la Universidad autónoma tendrá un protagonismo similar al centro estadounidense. Los centros de microelectrónica, inteligencia artificial, laboratorio de ensayos, centro de cálculo, centro de imagen y la propia facultad de informática, que ya funcionan en el seno de la universidad, podrán ser los elementos catalizadores para el desarrollo de múltiples empresas pequeñas que se instalen en la zona con el fin de consolidar un amplio y extenso cinturón de alta tecnología.

Investigación y rápida aplicación

La investigación universitaria podrá permitir una rápida aplicación de las innovaciones tecnológicas en las empresas ubicadas en la proximidad de la universidad. Asimismo, la tarea de los investigadores optará por una nueva línea de actuación, para lo que será preciso que adapten parte de su trabajo a las necesidades industriales del momento. Es desde este punto de vista que en todos los medios se coincide en señalar que la Universidad Autónoma de Barcelona será el epicentro tecnológico de la región, alrededor del cual se prevé que se instalen y desarrollen un gran número y variedad de empresas altamente cualificadas y con una constante innovación.

Los responsables académicos del claustro de la universidad esperan que con el tiempo se consigan firmar varios conciertos de actuación conjunta entre las autoridades universitarias y las empresas que vayan instalándose progresivamente en los terrenos destinados al parque tecnológico. Para facilitar la consecución de estos acuerdos, se han creado los consejos sociales, organismos previstos en la ley de reforma universitaria, en los que, junto a los representantes académicos, se encuentran representadas todas las fuerzas sociales y políticas.

El proyecto del Silicon Vallés obtuvo un reconocimiento muy importante con la decisión de las transnacionales de la informática Hewlett-Packard y Olivetti de establecerse en la citada zona. Está previsto que la puesta en funcionamiento de las factorías de estas transnacionales provoque el establecimiento en la zona de numerosas pequeñas empresas de tecnología punta, cuya misión será ejercer funciones de complemento y compensación de las grandes industrias tecnológicas.

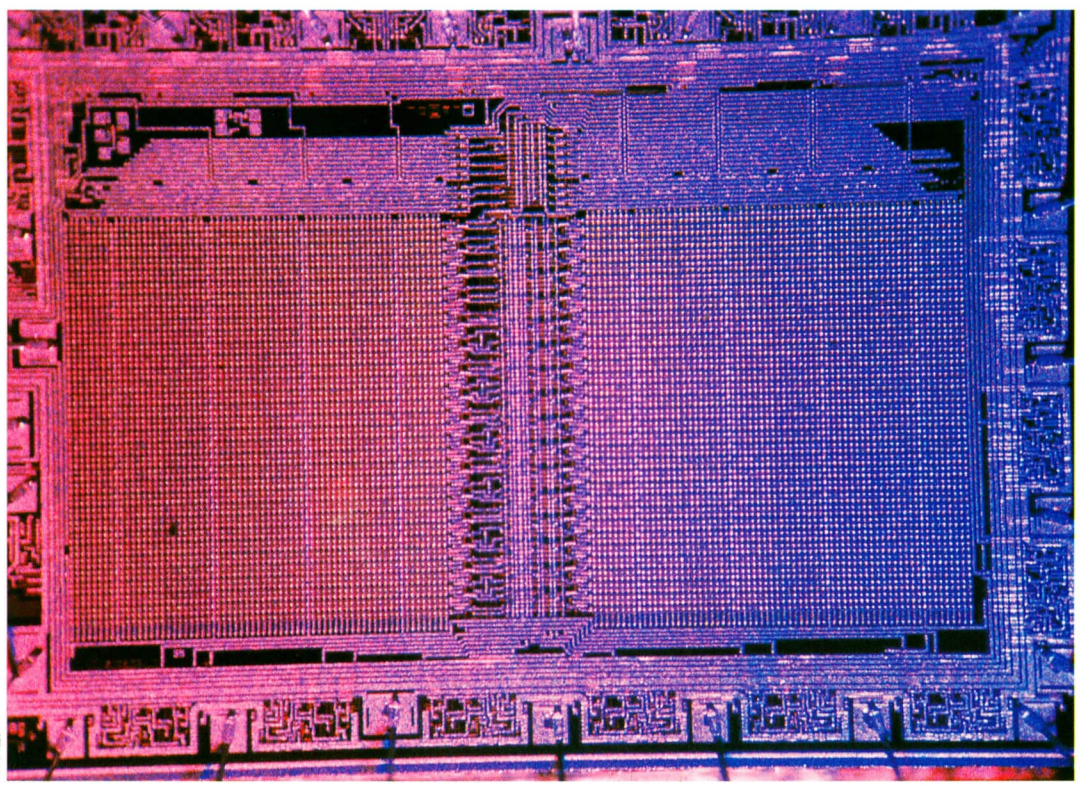
Investigación y desarrollo

1 Estados Unidos
2 Japón
3 Europa
4 China

Investigación y desarrollo (I + D) es la traducción de la expresión inglesa *research & development* (R&D) y representa los trabajos de búsqueda de nuevas tecnologías y diseño de nuevos productos, en las fases previas a las de producción y comercialización.

La informática, históricamente, tiene una fuerte componente de I + D. Los ordenadores, desarrollados con anterioridad a la década de los años cincuenta, eran básicamente prototipos de los que, en la mayoría de los casos, se fabricaba un único ejemplar con una finalidad concreta (cálculos de balística, descifrado de mensajes en clave). Básicamente, podríamos considerar estas máquinas como productos fabricados por encargo. Casi el 100 % del trabajo era de I + D y corría a cargo de un grupo selecto de técnicos e investigadores.

En nuestros días, aunque algunos organismos como la NASA encargan, en ocasiones, un ordenador «a la medida», con fines específicos, lo habitual es que la informática siga unos esquemas típicos de producción en serie, similares a los de cualquier otro sector industrial. Sin embargo, el tiempo, los medios y las inversiones dedicadas a I + D son mucho más altos en informática que en la mayoría de los restantes sectores de fabricación. Hay varias razones para ello. La primera es que prácticamente el 50 % del mercado a nivel mundial está dominado por una única empresa, IBM. Ello implica que sus competidores se han de esforzar e invertir en I + D para poder ofrecer productos realmente competitivos, y así vencer la inercia que el cliente tiene a comprar a quien domina de tal manera un sector industrial. La segunda razón está en la fuerte evolución de la electrónica en estos últimos años. En veinte años se ha pasado de los circuitos integrados equivalentes a unas docenas de transistores a los circuitos VLSI capaces de alojar en un centímetro cuadrado cientos de miles de transistores. El



A.G.E.

Los espectaculares logros en la investigación electrónica han permitido que se fabriquen chips capaces de contener, por sí solos, la unidad central de un ordenador o almacenar 256 000 caracteres en su espacio de memoria. Macrofotografía de un chip.

que en un solo chip podamos tener la unidad central de un ordenador o memoria suficiente para almacenar 256 000 caracteres ha obligado a potenciar la I + D para conseguir unos avances, tanto en hardware como en software, que permitan obtener un rendimiento acorde con el de estos circuitos. Por último, el que muchos países se planteen la informática como una estrategia política para mantener sus niveles de industrialización a largo plazo conlleva que se haya fomentado la I + D a nivel estatal mediante leyes, ventajas fiscales e incluso asignaciones económicas.

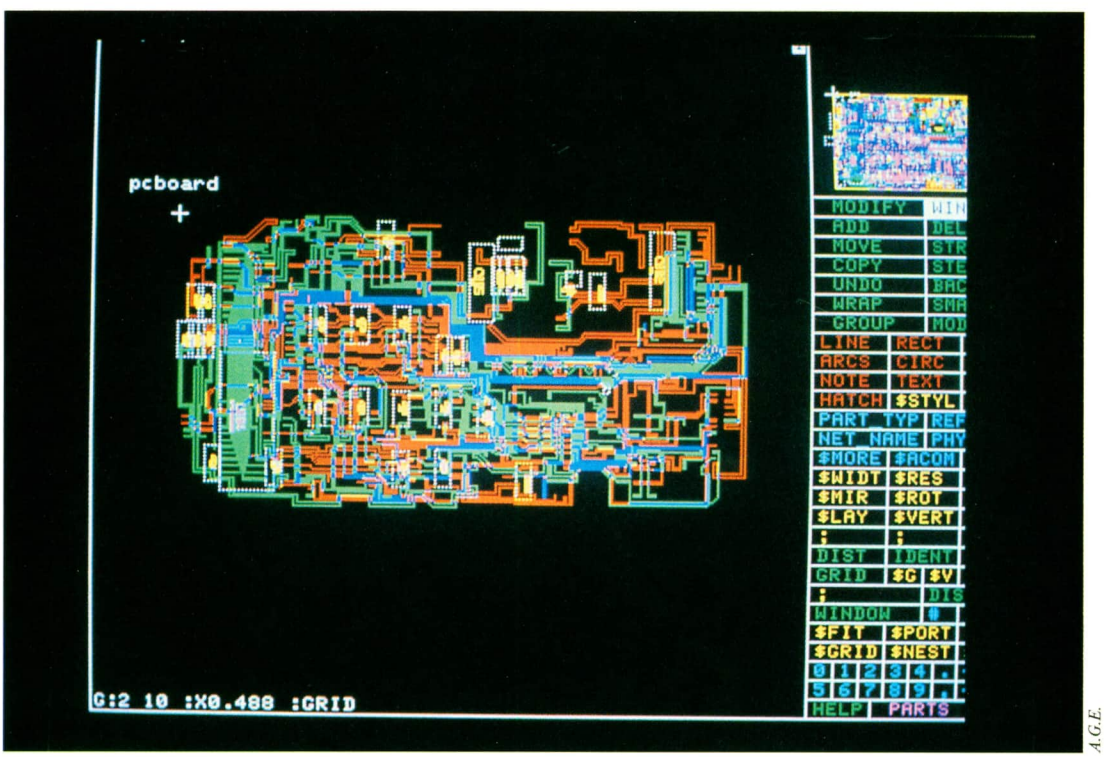
Distintos niveles

La I + D en informática se efectúa a distintos niveles. Por una parte, está la investigación en electrónica, que pretende conseguir circuitos integrados más potentes, a medida que se prueban y estudian nuevos materiales. En este sentido, al igual que hace años los transistores de silicio sustituyeron a los de germanio, es posible que en un futuro próximo los circuitos de arseniuro de galio u otros materiales releven a los de silicio, a la vez que proporcionen mejores prestaciones. Además, los avances en electrónica dan lugar a que se investiguen nuevas formas de hardware o, lo que es lo mismo, nuevas arquitecturas de ordenadores.

Como contrapartida, actualmente también se investiga mucho en software. Durante años el hardware avanzó rápidamente, mientras que el software permaneció estancado. Valga como prueba el que, todavía hoy, dos de los lenguajes de programación más utilizados sean FORTRAN y COBOL, que datan de los años 1954 y 1959, respectivamente, mientras que los ordenadores actuales son mucho más evolucionados que los de la segunda generación que se utilizaban en aquella época. Afortunadamente, en la década de los años setenta, se relanzó la investigación en software y pronto aventajará en importancia y medios a la del hardware, aunque hoy por hoy el software existente no permite obtener el máximo rendimiento del hardware disponible.

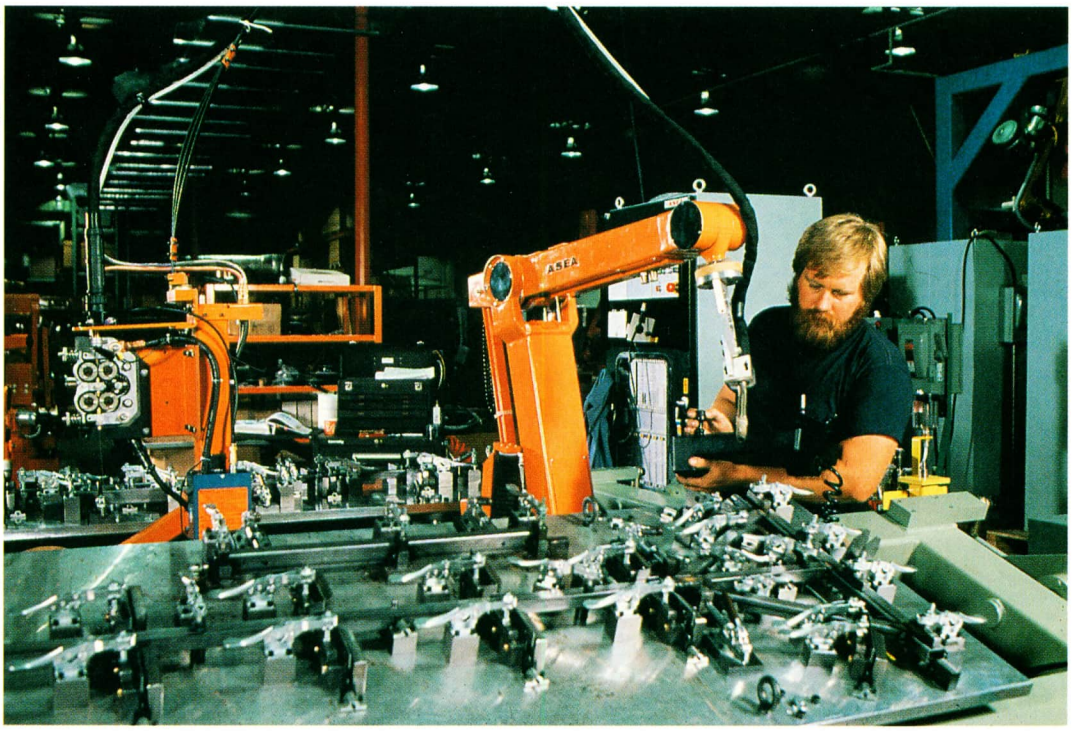
Otros esfuerzos de investigación se dirigen hacia lo que podríamos llamar nuevas áreas. Entre ellas cabe destacar el CAD, la ofimática y el CIM. El CAD (computer aided design), conocido como diseño asistido por ordenador, es un conjunto de tecnologías que con la ayuda de equipos hardware adecuados (plotters, digitalizadores, pantallas gráficas) tiene por finalidad automatizar al máximo las tareas de diseño, particularmente de circuitos integrados, piezas mecánicas, en arquitectura, etc. La ofimática, en otro terreno diferente, pretende automatizar las oficinas, eliminando en último extremo el lápiz y el papel y trasvasando todas las tareas burocráticas a un sistema informático. El CIM (computer integrated manufacturing) o fabricación integrada por ordenador es una tecnología cuya finalidad es automatizar totalmente la empresa, tanto sus áreas de producción como las de gestión. En este sentido el CIM implica la utilización de CAD para tareas de diseño industrial, de ofimática para automatizar las áreas de gestión y de elementos robóticos que, controlados por el ordenador, asumirán gran parte del trabajo de fabricación. La importancia de lo que hemos llamado nuevas áreas radica en que tienen un mercado potencial muy grande y, dado que sus técnicas son relativamente nuevas, las empresas informáticas están invirtiendo grandes sumas en investigación y desarrollo.

Otras áreas que, por su importancia actual, están a la cabeza en I + D son las redes, las comunicaciones, los procesadores paralelos y la inteligencia artificial.



A.G.E.

Un buen número de países se plantean la investigación y el desarrollo de la informática como una estrategia política para mantener sus niveles de industrialización. Gran parte de estas iniciativas se dirigen a favorecer la ofimática, el CIM o el diseño asistido por ordenador (CAD). En la foto, diseño computerizado de un circuito integrado.



Magnum - Zardoya

En el futuro tecnológico de la empresa los elementos robóticos controlados por el ordenador asumirán gran parte del trabajo de fabricación.

El último nivel

Un último nivel de I + D en informática es el de los proyectos globales. Se trata, en este caso, de planes muy ambiciosos que pretenden obtener grandes resultados a medio y largo plazo. El más conocido es el proyecto japonés llamado de la quinta generación, cuyo objetivo es llegar a otra concepción diferente de la informática, mucho más avanzada. Se investiga conjuntamente en hardware y software, para llegar a una informática en la que ambos estarían mucho más integrados y darían unas prestaciones mucho mejores, a la vez que se simplificaría al máximo la comunicación hombre-máquina y el ordenador sería capaz no sólo de calcular, sino también de efectuar tareas deductivas y de interpretación, gracias a técnicas avanzadas de inteligencia artificial. La quinta generación es un plan estatal del gobierno japonés, aunque hay otros proyectos globales en Europa y América dirigidos por grupos de empresas del sector informático que, de no ser conjuntamente, no podrían afrontar el esfuerzo económico que requiere un proyecto de este tipo.

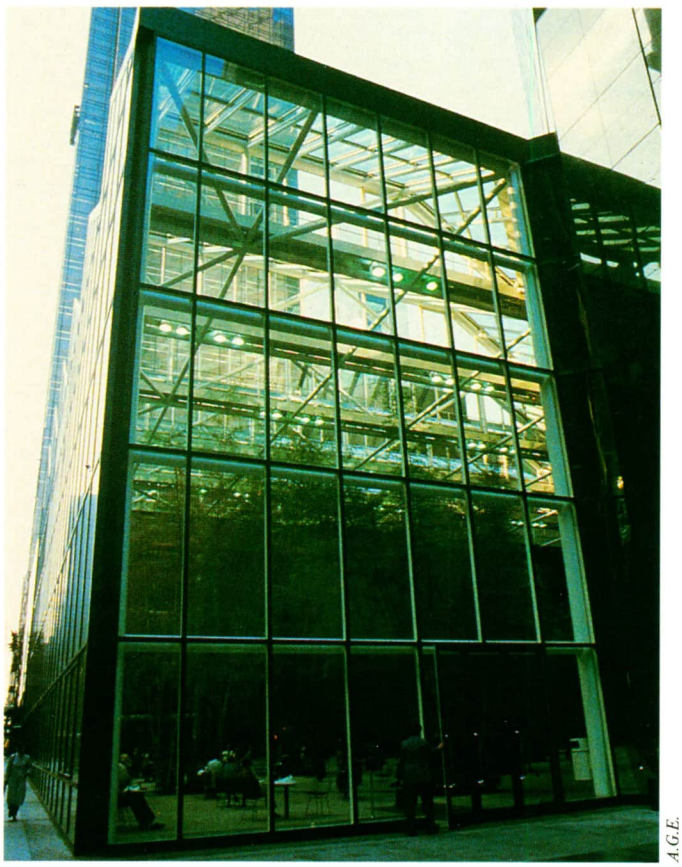
Evidentemente, gran parte de las tareas de I + D corren a cargo de los propios fabricantes del sector que, en muchos casos, tienen grandes instalaciones dedicadas únicamente a esta finalidad. Tambien en las universidades se investiga, aunque, por lo general, en un terreno mucho más teórico. No obstante, de unos años a esta parte, han ido apareciendo centros mixtos, creados mediante un acuerdo entre un fabricante y una universidad, que investigan a un nivel más práctico y en busca de resultados concretos. El fabricante pone los equipos informáticos y parte de la dotación económica y la universidad contribuye con investigadores cualificados. Existen además otros organismos que, por causas diversas, financian o se dedican a la investigación en informática. Por ejemplo, entidades gubernamentales como el departamento de Defensa de Estados Unidos, que auspicia y financia investigaciones concretas, según sus necesidades, sobre métodos de codificación y protección de la información, nuevos lenguajes de programación, etc. Tampoco se ha de olvidar que muchos gobiernos potencian la I + D en informática, de forma más o menos directa, con la finalidad de elevar el nivel tecnológico nacional. Como ejemplos de esta intervención gubernamental pueden aducirse, el ya citado proyecto japonés de la quinta generación y, a un nivel más modesto, el Plan electrónico e informático nacional elaborado por el gobierno español.

Estados Unidos

El país pionero

La investigación en Estados Unidos ha seguido unos cauces diferentes que en Europa y Japón, quizá como consecuencia de que aquel país fue el pionero de la informática moderna. Fue la empresa hoy llamada Sperry la primera en comercializar un ordenador, el Univac-1, en el año 1951. Todos los diseños anteriores se habían llevado a cabo como proyectos gubernamentales o científicos. El Univac-1 no es más que el comienzo. En 1953, otra compañía americana, IBM, fabricó el ordenador IBM 650, el volumen de ventas del cual estimó en torno a los cincuenta ejemplares. El cálculo era erróneo, pues se llegaron a vender más de mil unidades. El espaldarazo definitivo para la comercialización a gran escala, llegó con otra máquina, la IBM 360, en el año 1961, que supuso la adopción del ordenador por las grandes empresas como herramienta de resolución de problemas no ya científicos, sino de gestión.

La IBM, la mayor empresa de informática de Estados Unidos, controla una gran parte del negocio informático. Su volumen de facturación es siete veces mayor que el de su inmediata seguidora con lo que obliga a las demás empresas a dedicar esfuerzos considerables a la investigación. En la foto, el edificio de la central de IBM en Nueva York.



A.G.E.

Así pues, desde muy pronto la fabricación de ordenadores en Estados Unidos pasó a depender de la iniciativa privada, concretamente de un grupo de empresas formado por IBM y el llamado BUNCH, siglas estas últimas compuestas por las iniciales de las compañías Burroughs, Univac, NCR, Control Data Corporation y Honeywell. Partiendo de esta situación, no resultó nada extraño que desde entonces la investigación en informática se organice, en gran parte, en torno a las empresas del sector.

Otro factor que se ha de considerar es el papel que juega IBM en el mercado. Esta compañía acapara un porcentaje elevado del negocio informático. Como detalle significativo basta con observar que su volumen de facturación es de un orden siete veces mayor que el de la segunda empresa del sector, Digital Equipment Corp. Ello ha obligado a las restantes empresas a hacer fuertes inversiones en I + D, para luchar con alguna oportunidad contra IBM por la participación del mercado. Así, en este momento, lo normal es que las compañías inviertan en investigación y desarrollo de nuevos productos el 10 % o más de su volumen de ingresos, y este porcentaje parece seguir en aumento. Lo que es evidente es que es muy superior al de las empresas de otros sectores industriales.

Algunas compañías se dedican a un sector concreto de productos, como miniordenadores, máquinas tolerantes a fallos u ordenadores potentes para cálculo científico. IBM, dado su volumen, se dedica prácticamente a todos los sectores informáticos y representa, por sí sola, una potencia de investigación en informática similar a la de todos los países del Mercado común europeo juntos. IBM está gastando actualmente del orden de 4 000 millones de dólares por año en I + D.

Ausencia de grandes proyectos

Sin embargo, Estados Unidos no dispone de ningún gran proyecto nacional de investigación en informática, como el Esprit en Europa o el plan japonés de la quinta generación. La razón es que no ha sido necesario impulsar a nivel estatal la I + D, ya que el propio funcionamiento del mercado ha obligado a las empresas privadas a reforzar este capítulo. Sin embargo, esta situación plantea sus problemas porque las compañías pretenden rentabilizar la investigación comercializando nuevos productos a corto o medio plazo y, como consecuencia, en Estados Unidos no se está haciendo una investigación coordinada a largo plazo que permita establecer nuevas bases tecnológicas. Algunas empresas norteamericanas temen que Japón y Europa acorten la distancia tecnológica con Estados Unidos gracias a sus respectivos programas de la quinta generación y Esprit.

El único proyecto norteamericano que se podría considerar como un gran proyecto nacional de I + D es un subprograma de la Iniciativa de defensa estratégica, más conocida como «guerra de las galaxias». Aunque éste es propiamente un programa militar, son necesarios grandes

Arch. Planeta



La investigación en informática financiada por el gobierno norteamericano es abundante, aunque la mayor parte tiene fines o aplicaciones militares. El departamento de Defensa promociona el proyecto de la Iniciativa de Defensa Estratégica, más conocida como «Guerra de las Galaxias».

sistemas informáticos para llevarlo a cabo. El problema es que la tecnología actual no está en condiciones de diseñar y construir tales sistemas con la necesaria fiabilidad. Como solución, el departamento de Defensa ha puesto en marcha la Iniciativa de informatización estratégica, que, con un presupuesto inicial de 600 millones de dólares y una duración de cinco años, espera crear la base tecnológica necesaria para la «guerra de las galaxias». Pero este proyecto no ha hecho más que empezar y algunos dudan de que se puedan llegar a construir tales sistemas dentro de un plazo y presupuesto razonables.

La investigación en informática financiada o promocionada por el gobierno norteamericano es abundante, aunque no está coordinada y en su mayor parte se lleva a cabo con fines militares. Organismos tales como el departamento de Defensa, la Marina o la C.I.A. desarrollan por sí mismos o encargan a universidades y empresas ciertos programas de I + D. Dependiendo del departamento de Defensa, la Agencia de proyectos de investigación avanzada de defensa, más conocida por sus siglas D.A.R.P.A., promociona y financia algunos de los proyectos más importantes en las áreas de procesadores paralelos, inteligencia artificial y circuitos VLSI. También se ha creado el Instituto de diseño de software, encargado de buscar nuevas metodologías de desarrollo y mantenimiento de aplicaciones.

La tercera gran fuerza

La tercera gran fuerza de I + D la constituyen las universidades. Centros como el Instituto tecnológico de Massachusetts (MIT), la Universidad de Berkeley o el Caltech, los dos últimos en California, son conocidos a escala mundial por sus investigaciones en informática. Generalmente desarrollan proyectos financiados por el gobierno o en colaboración con empresas privadas. Ello hace que efectúen una investigación teórica típica de universidad y también otra más práctica, aunque tenga este carácter de encargo. Las universidades europeas están siguiendo el mismo camino, en parte mediante acuerdo con empresas norteamericanas que comercializan sus productos en el viejo continente, aunque tradicionalmente, eran unas instituciones más cerradas.

Lo que de momento no ha tenido mucho éxito en Estados Unidos es la colaboración entre empresas privadas para llevar a cabo un cierto proyecto. Ello se debe, en parte, a la existencia de unas fuertes leyes antitrust que han dado no pocos problemas, incluso a IBM. No obstante, empiezan a surgir algunas iniciativas de este tipo, como la dirigida por Microelectronics and Computer Technology Corp. (MCC). En ella participan más de treinta empresas del sector, incluidas Control Data Corp., Digital y Sperry. La finalidad es hacer investigación básica sobre inteligencia artificial, bases de datos, procesamiento paralelo y circuitos VLSI.

A nivel logístico, muchas empresas informáticas han instalado centros en Silicon Valley, zona cercana a San Francisco, que se ha hecho famosa mundialmente. Allí se concentra una buena parte del potencial privado de investigación y de producción. Aunque, debido a los altos costes de fabricación en Estados Unidos, parte de la producción se ha ido desplazando a terceros países, en los que tanto la mano de obra como las intalaciones resultan más baratas. Sin embargo, este desplazamiento no es posible con la investigación, debido a que se requiere personal muy especializado que sólo se encuentra en países avanzados.

Japón

El esfuerzo oriental

La evolución informática japonesa ha sido sumamente rápida. A principios de los años setenta este país comenzó a abrirse camino en los mercados internacionales de alta tecnología. De hecho, los ordenadores que la empresa Fujitsu comercializaba por aquella época no presentaban grandes novedades y, como a otros productos industriales asiáticos, se les acusaba de ser una réplica de otras máquinas occidentales. Sin embargo, no era raro que incorporaran ciertas mejoras debidas al estudio exhaustivo y a la meticulosidad de los japoneses. Por ejemplo, sus impresoras eran más rápidas que las de sus competidores americanos o europeos. Este hecho se atribuía a que los alfabetos utilizados en Japón tienen muchos más caracteres y, dado que la velocidad de impresión está en función del número de signos, se habían tenido que esforzar en mejorar el funcionamiento mecánico de estas máquinas para conseguir velocidades aceptables. Una vez adaptadas al alfabeto latino, estas impresoras resultaban comparativamente más rápidas, al tener que trabajar con menos caracteres.

El empeño en estudiar e intentar mejoras caracteriza la evolución industrial japonesa de los años sesenta y buena parte de los setenta. Concretamente en informática, el esfuerzo dio muy buenos resultados y, al llegar 1980, Japón contaba ya con una tecnología propia capaz de avanzar por sí sola, a la vez que, salvo en algunos campos muy especializados, podía ya no sólo autoabastecerse de material informático, sino que podía exportar masivamente. Un factor decisivo de su expansión ha sido el contar con una industria electrónica autóctona, capaz de fabricar chips y componentes de alta tecnología a precios sumamente competitivos.

La evolución informática en Japón ha sido sumamente rápida. A principios de los años setenta, este país comenzó a abrirse paso en los mercados internacionales de alta tecnología.



Zardoya

Una vez alcanzado este nivel de base, el propósito fue cubrir una nueva etapa. El ministerio de Comercio Internacional e Industria analiza el tema, y las conclusiones se centran en dos terrenos diferentes. Primero, se constata que si bien el nivel del hardware es alto, el software sufre todavía cierto retraso respecto a otros países, por lo que es necesario potenciarlo. En segundo lugar, en 1980 se está hablando ya de la revolución informática como tercer gran cambio social, tras la agrícola y la industrial, y parece claro que, de cara al futuro, los ordenadores van a jugar un papel fundamental para el nivel de desarrollo de los países.

Un plan de investigación

En base a esta situación, Japón decide poner en marcha un plan de investigación informática, dirigido por el ministerio de Comercio, cuya finalidad es llegar a un estado mucho más avanzado de la informática, radicalmente diferente del estado a que se había llegado en aquel momento. Este plan, que se conoce con el nombre de *programa de la quinta generación*, tiene una duración de diez años y se inició a principios de 1982. El desarrollo del plan depende directamente del ministerio de Comercio y en él participan las ocho mayores empresas japonesas del sector: Fujitsu, NEC, Hitachi, Mitsubishi Electric, Oki, Toshiba, Matsushita y Sharp.

En grandes líneas, y dicho de forma sencilla, lo que el plan pretende es llegar a construir ordenadores que entiendan la voz y que, además de calcular, piensen a gran velocidad, es decir, con prestaciones más parecidas a los seres humanos. Para ello, una buena parte del proyecto se dedica a desarrollar periféricos capaces de comprender la palabra hablada y de transformarla en información almacenable y procesable por el ordenador. En otro terreno, se investiga en el campo de la inteligencia artificial, con objeto de poder construir sistemas capaces de efectuar deducciones lógicas complejas, a base de relacionar la información disponible.

El proyecto está financiado con cargo a los presupuestos generales del gobierno y las empresas participantes adquieren el compromiso de proporcionar personal especializado para llevar a cabo las investigaciones, aunque también participa en las mismas personal del gobierno y universidades. Evidentemente, un proyecto tan ambicioso no se puede abordar globalmente, por lo que los trabajos se dividen en subproyectos.

Al tratarse de un proyecto financiado por el gobierno, la *quinta generación* se ve supeditada a decisiones políticas en lo que respecta a dotaciones económicas e incluso a directrices sobre las líneas de investigación a seguir. Por otra parte, las patentes que resulten de los trabajos de este proyecto pertenecerán al ministerio de Comercio, con lo que las empresas participantes tampoco obtienen beneficios directos y sus laboratorios de investigación y desarrollo se resisten, a veces, a proporcionar la colaboración de ciertos investigadores que les son necesarios para sus propios trabajos.

Zardoya



Este robot, ideado por el profesor Koto de la Universidad de Waseda, puede leer música, interpretarla, y mover brazos y pies. Con el proyecto japonés de la quinta generación promovida por el ministerio de Comercio y las mayores corporaciones, se pretende ir más allá y conseguir ordenadores que entiendan la voz y piensen a gran velocidad.

De todas formas, en general se admite que si los japoneses consiguen la quinta parte de los objetivos que esperan conseguir con su proyecto de la quinta generación, es probable que se pongan a la cabeza de la informática mundial. Otro efecto del proyecto es que, con posterioridad, han sido muchos los países que han puesto en marcha planes similares a nivel estatal o supranacional, como la Comunidad económica europea, siendo curiosamente Estados Unidos uno de los pocos países industrializados que no ha seguido esta vía.

El proyecto Sigma

En cualquier caso, Japón no se ha limitado sólo al proyecto enunciado. Como ya se apuntaba antes, uno de los problemas de su industria informática es el retraso en materia de software. Al margen de los beneficios que pueda proporcionar en este terreno el plan de la quinta generación, en 1985 se puso en marcha otro proyecto, bajo el nombre de Sigma, que, con una duración de cinco años, pretende actualizar el nivel del software. En este caso, el papel jugado por el ministerio de Comercio es menor y son las principales empresas, tanto de hardware como de software, las que impulsan el proyecto.

Frente a planes como los dos citados, cuya principal finalidad es reforzar la estructura de base de la informática nacional, existen otros planes orientados a obtener productos directamente comercializables. Por ejemplo, en 1982 se puso en marcha el Proyecto nacional de informática superveloz, auspiciado por los grandes fabricantes de hardware con el objetivo de llegar a construir superordenadores con una velocidad de cálculo de 10 000 millones de operaciones por segundo. El plazo de ejecución de este proyecto es de siete años.

Japón está haciendo un esfuerzo muy grande en investigación informática, como lo refleja el hecho de que aún hay quien quiere llegar más lejos, como un grupo de científicos de la Universidad de Tōkyō que está desarrollando un proyecto llamado de la sexta generación. Al margen de los grandes planes gubernamentales, no hay que olvidar la investigación que efectúa cada una de las grandes empresas por separado, que ha permitido, en un plazo muy corto, llegar a fabricar productos de la más avanzada tecnología, como los superordenadores Fujitsu VP-200 o Hitachi S-810, capaces de competir con el Cray X-MP, su análogo norteamericano, en un momento en que los países europeos están todavía comenzando a acometer proyectos en este terreno.

Europa

Los programas Esprit y Eureka

La investigación en Europa tiene actualmente dos macroprogramas en marcha, Esprit y Eureka.

Esprit es el equivalente europeo del plan japonés de la quinta generación. Se trata, por tanto, de un proyecto que pretende crear una tecnología básica y no productos concretos. Su denominación completa es Programa europeo estratégico de investigación y desarrollo en tecnologías informáticas, y está auspiciado por la Comunidad económica europea, aunque su financiación corre a cargo tanto del sector público como del privado. El programa se inició en 1984 con una duración prevista en su primera fase, de tres años. La finalidad del mismo es coordinar las investigaciones realizadas en los distintos países miembros del Mercado común sobre temas tales como: microelectrónica, inteligencia artificial, desarrollo de software, fabricación integrada por ordenador (CIM), etc. De hecho, el programa está compuesto por muchos subproyectos. Además de diversas universidades, participan en él la mayoría de las empresas europeas del sector y algunas filiales de compañías extranjeras como, por ejemplo, la filial belga de ITT o las alemanas de Digital e IBM.

Eureka es la respuesta europea a la Strategic defense iniciative o Iniciativa de defensa estratégica, programa tecnológico norteamericano más conocido como «guerra de las galaxias». Es más reciente que el programa Esprit (comenzó a funcionar propiamente a finales de 1985) y, más que un programa de investigación, es un organismo que ofrece financiación para que los centros científicos y empresas del sector investiguen.

Las áreas del principal interés para Eureka son: la fabricación integrada por ordenador, telecomunicaciones, hardware y circuitos VLSI, biotecnología y nuevos materiales. Los grandes proyectos incluidos en este programa son desarrollados, por lo general, por empresas de distintos países. En este sentido, se han entablado negociaciones para intentar establecer la llamada Comunidad tecnológica europea, que daría soporte no sólo a la investigación informática, sino a la investigación referente a todas las tecnologías de vanguardia.

A pesar de estos intentos de colaboración, Europa encuentra grandes dificultades para hacer funcionar tal tipo de programas. Una de las dificultades es el individualismo y los intereses de las distintas naciones involucradas. Así, por ejemplo, mientras Francia y Alemania han apoyado firmemente el proyecto Eureka, Gran Bretaña se ha mostrado reticente, pues era más partidaria de colaborar en la Iniciativa de defensa estratégica que de elaborar un plan europeo. Otro problema lo constituye el hecho de que, si bien los primeros ordenadores se construyeron en Europa, actualmente el nivel de la informática del viejo continente es relativamente bajo, en algunos campos, respecto a Estados Unidos y Japón. La prueba está en que se importa mucha más informática de la que se exporta. El déficit europeo por este concepto es del orden de 2 billones de pesetas al año. Como consecuencia, el esfuerzo por alcanzar el nivel de los



Magnum - Zardoya

La investigación en Europa tiende actualmente a organizarse en torno a grandes proyectos como Esprit, o Eureka, como respuesta al grave déficit informático con respecto a Japón y a Estados Unidos. En la foto, sala de ordenadores de la Organización Europea de Investigación Espacial.

Magnum - Zardoya



En diversos países europeos se han puesto en marcha proyectos nacionales de microelectrónica y robótica. En la foto, la planta de fabricación de robots del grupo sueco ASEA en Thourotte, Francia.

demás competidores occidentales ha de ser mayor, con el agravante de que Europa no cuenta con el volumen de aportación de capital riesgo que impulsa a la industria norteamericana, con lo que la investigación se ha de fomentar a nivel de gobiernos. Una última cuestión, que puede parecer irrelevante pero que también tiene sus consecuencias, es la pluralidad idiomática de este continente, que obliga a efectuar múltiples traducciones de los documentos concernientes a proyectos interestatales.

El proyecto Eurotra

La prueba de la importancia del factor idiomático está en que existe otro proyecto de investigación, llamado Eurotra, cuya finalidad es llegar a diseñar un sistema capaz de efectuar traducciones automáticamente entre cualquier par de los nueve idiomas oficiales del Mercado común (inglés, alemán, francés, italiano, neerlandés, danés, griego, español y portugués). El sistema es especialmente complejo, ya que el número total de posibles pares de lenguas a tratar es de 72. A pesar de que existen otros proyectos de traducción automática, éste es, sin duda, el más ambicioso. Los trabajos comenzaron en 1982 y su duración estimada es de cinco años y medio. Actualmente, la Comunidad económica europea ya dispone de un sistema de traducción, el Systran, que es capaz de trabajar únicamente con 3 pares de lenguas: inglés-francés, francés-inglés e inglés-italiano. A pesar de todo, tanto el Systran como los demás sistemas existentes efectúan traducciones muy primarias, por lo que ha de ser una persona quien se encargue, en una última etapa, de pulir el resultado. La ventaja del sistema reside en que sus costes son mucho más bajos que si el trabajo se efectuara totalmente por traductores.

Al margen de los proyectos comunes, muchos países europeos desarrollan sus propios programas nacionales. Gran Bretaña, por ejemplo, impulsa el proyecto Alvey, financiado por empresas privadas y el gobierno. Se está trabajando sobre todo en el diseño de circuitos VLSI, en inteligencia artificial y en herramientas de diseño de software. Puesto que los objetivos son bastante ambiciosos, se espera poder ampliar los cinco años inicialmente previstos para este plan mediante una segunda etapa a la que ya se llama Alvey II.

Francia, por su parte, financia planes de investigación en áreas específicas, aunque sin estar englobadas en un gran



Mauritius - Index

La mayoría de las grandes empresas europeas, como la francesa Bull, la británica ICL y la alemana Siemens, investigan para el desarrollo y fabricación de nuevos productos. En la foto, ingeniero electrónico de la Siemens diseñando una aplicación.

proyecto nacional, pues es partidaria de potenciar al máximo los proyectos comunitarios como Esprit o Eureka. A otro nivel, empresas francesas, como Bull, han iniciado programas de investigación conjunta con empresas de otros países.

Países no comunitarios

Fuera de la Europa comunitaria también hay países con proyectos nacionales. Suecia posee un Programa nacional de microelectrónica y colabora además en desarrollos realizados conjuntamente con otros países escandinavos, entre ellos Dinamarca, que, además de participar en el programa Esprit, como miembro de la C.E.E. también tiene su propio proyecto nacional.

La investigación en la Unión Soviética y en los países de su área de influencia no sigue caminos muy diferentes, aunque se ha de tener en cuenta el retraso en tecnología informática (estimado en unos tres años) que sufren estos países respecto al bloque occidental. Dentro de los planes de modernización del país que ha puesto en marcha Mijail Gorbachov, se contempla la informática como un factor fundamental. Entre los objetivos prioritarios a lograr está la popularización de la informática, a base de fomentar el uso de microordenadores y el establecimiento de programas de investigación y desarrollo más centralizados, ya que, de momento, hay múltiples organismos con competencia en la materia. Las tecnologías que esperan fomentar son las mismas que en el mundo occidental: circuitos VLSI, procesadores paralelos, inteligencia artificial, etc.

A pesar de que en Europa gran parte de la I + D esté tutelada o financiada por organismos estatales, también las grandes empresas europeas investigan independientemente para poder desarrollar nuevos productos. A veces, cuando el proyecto es demasiado amplio para poderlo afrontar una sola compañía, se producen acuerdos de conveniencia. Tal es el caso de la empresa francesa Bull, la británica ICL y la alemana Siemens, que en 1984 crearon conjuntamente el Centro europeo de investigación de ordenadores, dedicado principalmente al software y cuyas finalidades son la preparación de una tecnología básica a largo plazo y el desarrollo de productos nuevos (hojas electrónicas, lenguajes de programación, compiladores). Evidentemente, puesto que se trata de un centro privado, los resultados son propiedad exclusiva de los tres socios.

Poco a poco se va imponiendo la tendencia a unir las fuerzas para desarrollar ciertos trabajos. En realidad, es una necesidad ineludible para poder afrontar en mejores condiciones la fuerte competencia norteamericana y japonesa.

China

Adopción del modelo occidental

Hasta hace muy pocos años la informática en China parecía ser una ciencia sin evolución. Sin embargo, en los últimos seis años ha registrado unos resultados espectaculares. China ha pasado de 2 900 ordenadores en el año 1980 a más de 7 000 en 1986, porque, de estar restringida solamente a los ámbitos de la investigación científica y militar, se ha pasado a la invasión de la mayor parte de los sectores productivos de la economía del país.

Desde la seguridad pública a la medicina o a la meteorología, más de 20 000 proyectos de investigación utilizan el ordenador o los microordenadores. Estos últimos también han conocido una expansión impresionante en los últimos años, alcanzando actualmente los 130 000 contra los 600 censados el año 1980.

En los últimos tiempos, el gobierno de China ha invertido alrededor de 200 millones de dólares en la importación de ordenadores y particularmente en la compra de microordenadores. Sin embargo, China no dispone todavía de suficientes reservas de ordenadores, así como tampoco dispone de personal cualificado en número suficiente para poder utilizarlos.

A principios de 1986, el número de chinos que trabajaban en la industria de la informática se estimaba en unas 100 000 personas, lo que representaba un incremento del 400 % respecto de 1980. Por otra parte, se tiene conocimiento de que alrededor de unos 5 000 maestros chinos están impartiendo enseñanzas a sus alumnos sobre la utilización de los ordenadores.

En estos momentos son muchos los ordenadores que ya pueden funcionar a la vez en chino y en inglés así como en otros diez idiomas nacionales minoritarios. Entre ellos el tibetano y el mongol.

Pero la industria china no se contenta tan sólo con adquirir aparatos extranjeros, sino que también avanza a pasos agigantados en todo lo que se refiere a producción interior. En este sentido destaca el superordenador Yinghe, capaz de tratar 100 millones de operaciones por segundo. En la industria metalúrgica, China ha podido, gracias a la introducción de microordenadores, modernizar 120 altos hornos, lo que ha permitido un ahorro de energía del 15 % y una ganancia de más de 11 millones de dólares.

La industria china de máquinas-herramienta ha puesto a punto unas cincuenta máquinas programables, mientras que la compañía nacional de petroquímica economizó más de 81 millones de dólares gracias a la informatización de su producción y de su gestión.

Asimismo, el ministerio de Industria Petroquímica ha hecho descender sus costes de gestión de stocks desde 246 millones de dólares en 1981, hasta 100 millones de dólares correspondientes al ejercicio de 1984.

Para la modernización de su industria dentro de la línea iniciada, China se propone organizar la emisión de un crédito de 200 millones de dólares en el mercado de eurodivisas, con la entidad bancaria de la República Federal de Alemania Deutsche Bank como intermediario, a pesar de la oposición de las autoridades británicas. Estas objeciones están motivadas por el hecho de que Pekín no ha querido rembolsar la deuda china con Gran Bretaña desde 1949, año en que los comunistas alcanzaron el poder.

Desde 1980 se ha cuadruplicado el número de trabajadores chinos —100 000 en la actualidad— de la industria informática.



Magnum - Zardoya

Inversiones en informática

Informática y capital de inversión: una simbiosis vital

Cuando en la naturaleza dos especies distintas viven juntas en una relación mutuamente benéfica, se habla de simbiosis. Las abejas se afanan tan sólo en construir y en llevar alimento a la colmena y no se preocupan especialmente de transportar el polen a los árboles frutales. Sin embargo, sin las abejas, careceríamos de manzanos.

En Estados Unidos, la relación entre la industria del ordenador y la industria del capital de inversión es también simbiótica. Si así no fuera, desde luego ese país tendría una industria informática, pero no el tipo concreto de industria informática que hoy existe, y tendría también capital de inversión, pero no exactamente el mismo tipo particular que hoy posee. El rendimiento y productividad de ambas industrias se vería afectado adversamente si de algún modo se interrumpiera esta relación mutuamente benéfica.

Veintisiete años después de su fundación, la compañía Digital es todavía el fenómeno más espectacular de esta simbiosis. Cuando Digital inició su andadura todavía estaban por perfeccionarse el microprocesador y el microchip. Aún se encontraba en pañales el motor que tira de toda la industria informática estadounidense, dado que fue el semiconductor lo que propició una prestación cada vez mayor de la informática a precios siempre menores, abriendo así nuevos y más vastos mercados.

El cambio de las condiciones

Junto con el crecimiento llegó la competencia cada vez más dura. A los empresarios no les molesta la competencia, forma parte de su actividad. Pero las presiones y cambios crecientes afectan al modo como operan los inversores que arriesgan sus capitales.

Como los empresarios que configuran la industria informática, los capitalistas inversores deben ir al ritmo del cambio, que se produce cada vez con mayor rapidez. Y al igual que sus colegas, con los que viven en simbiosis, también deben estar al tanto de los nuevos productos, de las nuevas técnicas y de las nuevas presiones, pues muchas de las empresas recientes carecen de recursos técnicos y de organización para alcanzar suficiente solidez e incluso son bastantes las nuevas empresas que intentan ir tras del mismo mercado.

Por desgracia, el fracaso es hoy más costoso en términos monetarios que no lo era en 1957. Para alcanzar el rápido ritmo exigido se necesitan millones de dólares con los que iniciar una empresa. Ya no se viven aquellos días en que



Novak - Aisa

Un elemento fundamental a tener en cuenta en el momento de realizar una inversión es la posibilidad de contar con las personas idóneas al frente de la sociedad.



Magnum - Zardoya

Un equipo de investigación de Laboratorios Bell trabajando en un modelo de memorias de burbujas magnéticas.

bastaban 100 000 o 200 000 dólares, para que una empresa como Digital consiguiera un cash flow positivo. Y, además, la competencia no está en un solo mercado, sino que se sitúa ahora también en Europa y en Japón.

El clima ideal para el capital de inversión

Por otro lado, el clima general, tanto social como económico o político, en Estados Unidos es excelente para el capital de inversión. Todos los elementos básicos que se necesitan para sostener una industria sana están preparados. Estos elementos pueden cifrarse en siete y, aunque no por orden de importancia, se relacionan a continuación.

El primero es un volumen significativo de capital disponible e independiente. En Estados Unidos son unos trece o catorce mil millones de dólares los que están en juego en la industria del capital de inversión.

El segundo es la infraestructura de facilidades y servicios dispuestos a alentar y sostener el crecimiento de los nuevos negocios. Un área con infraestructura adecuada se encuentra en torno a Boston, en la carretera 128; otra está en Silicon Valley, California. Estas áreas son vitales y necesarias para la formación de nuevos pequeños negocios.

El tercero es la capacidad de acceso a la industria de los semiconductores.

El cuarto consiste en que exista una disposición general entre los directivos para desplazarse a sitios diferentes y asumir nuevas tareas. La creación de una nueva empresa exige un director de control de calidad, un jefe de compras y ese hombre que está al día y sabe cómo ensamblarlo todo y obtener el producto.

El quinto elemento es la existencia de un mercado de capitales activo que haga de soporte financiero en todo el país. Esto permite reciclar el dinero del capital de inversión y proporcionar la financiación para el crecimiento de las empresas que acaban de crearse.

El sexto es la realización de investigaciones fundamentales, fomentadas y alentadas por el gobierno mediante ayudas a las universidades o a las industrias.

El séptimo, y probablemente el elemento más importante, es que la política y los impuestos gubernamentales no sean restrictivos. Éstos son los elementos claves que el capital de inversión necesita de la sociedad en general.

Criterios orientativos

Con este telón de fondo, ¿qué se ha de tener en cuenta cuando se trata de realizar una nueva inversión?, ¿cuáles son los criterios específicos que orientan nuestros juicios?

Primeramente, las personas idóneas, y en segundo, tercero y cuarto lugar, las personas idóneas. El hombre es la clave. En frase del general Doriot: «Es con mucho preferible tener un hombre de primera clase y un producto de segunda clase, que tener un hombre de segunda y un producto de primera.»

Después viene el estudio de los mercados, los mercados seleccionados por su capacidad de crecimiento. Y, finalmente, se tendrá en cuenta el producto. El producto debe tener la cualidad de ser algo más que un simple producto. Es decir, debe ser el núcleo de un negocio y a la vez una especie de distintivo. Sin duda las marcas son importantes pero, en la mayoría de los casos, la magia especial de determinado producto es todavía mejor.

Todo lo anterior es sencillo en teoría, pero no lo es en la práctica. Hasta 1957 la competencia en el sector era tremenda. IBM dominaba el panorama y junto con unos cuantos competidores cerraban el paso a todo intento de entrada. El mercado estaba abierto para los miniordenadores y el



Magnum - Zardoya

Despacho de uno de los principales corredores de Bolsa en Nueva York.

producto de Digital se convirtió en el núcleo de un nuevo y próspero negocio.

¿Puede esto repetirse hoy? Probablemente no de la misma manera. Pero no estamos hablando sólo de la industria informática. Nos estamos refiriendo a un mundo de oportunidades más ancho y complejo: el mundo del procesamiento de la información.

Con el procesamiento de la información se abren nuevas posibilidades para las aplicaciones interactivas y de multiusuario, para el hardware de uso específico y el software de aplicaciones concretas, para la nueva tecnología, como sería la inteligencia artificial, y todo ello integrado a campos afines, como las telecomunicaciones, lo que aumenta la complejidad de las oportunidades.

La financiación

Una consecuencia de esta creciente complejidad es la dificultad que hoy tiene una empresa basada en la tecnología para financiar sus proyectos, aunque se trate de proyectos de su propio desarrollo. Cada vez más el capital disponible se necesita para mejorar la propia línea de productos y para llegar hasta el año próximo, antes que para financiar un programa, una investigación o un desarrollo a largo plazo.

Sin embargo, esta limitación, a su vez, ha aumentado las oportunidades para crear nuevas empresas. Las personas creativas y con imaginación optan con frecuencia por abandonar el ambiente restrictivo propio de las grandes sociedades y establecer contacto con el capital de inversión.

Estos factores, junto con la flexibilización de las normas y de las restricciones fiscales de finales de los años setenta, han puesto las bases para el enorme crecimiento de la industria del capital de inversión en Estados Unidos a lo largo de los últimos años.

Se han creado más de cuatro mil empresas con capital de inversión en cuatro o cinco años y cifras recientes indican que este fenómeno va a continuar.

No obstante, lo más probable es que muy pocas de estas empresas sobrevivan a las presiones competitivas del mundo actual y al cortísimo plazo de tiempo que se les concede para triunfar.

Digital necesitó doce años para obtener unos beneficios de cien millones de dólares. Durante este tiempo, su accionista mayoritario fue capaz de aguantar esa orientación a largo plazo. Hoy, el arco temporal de una empresa que intenta el éxito se mide por un par de años o incluso menos. Compaq Computer obtuvo cien millones de dólares de beneficios en su primer año de actividad. Un error en el nivel de entrada a un mercado o la demora en la introducción de un nuevo producto de sólo dos o tres meses puede hacer tambalear una empresa y hacerla fracasar.

La posibilidad de montar un negocio y sobrevivir como empresa independiente exige hoy una rigurosa administración, un producto ajustado a la estrategia de ventas y la asesoría de un experimentado grupo de consejeros.

No quiero decir con esto que las empresas que no se ajusten a este modelo tengan que hundirse. Pero puede que sean adquiridas por competidores con más posibilidades en capital de inversión o por grandes empresas que deseen entrar en un área concreta de negocios. Piénsese en la participación de IBM en Intel y en la adquisición de Rolm; la participación de General Electric en Applied Materials y su compra de Calma; la adquisición de Applicon por Schlumberger, el interés de GM por cuatro pequeñas empresas de robots y su adquisición de EDS.

Todavía queda gente con visión de futuro, gente que tiene la voluntad y la disciplina suficiente para crear nuevos negocios. Un consejo y asesoría a tiempo y una fuente de financiación, relativamente paciente, que admite un programa a largo plazo, posibilitarán a estas nuevas empresas el logro de su potencialidad máxima.

Creo que la industria del procesamiento de la información ofrece seductoras oportunidades y que el capital de inversión continuará gozando de su fructuosa simbiosis con el mundo de la informática.

Universidad y empresa

Investigación científica y realidad comercial

Las universidades tienen por misión la investigación y la ampliación de las fronteras del conocimiento y no la obtención de productos comerciales. Su papel ha sido el de propiciar desarrollos revolucionarios a partir de la ciencia y tecnología básicas, pero no es su función el desarrollo de un invento apto para su comercialización inmediata.

Es posible que sea más costosa la preparación de un invento para su comercialización que el esfuerzo que hizo posible su descubrimiento original. Alguien deberá llevar a cabo el proceso de trasferencia del laboratorio al mercado, lo que requiere tiempo, experiencia y un volumen considerable de dinero.

Por ejemplo, los métodos para la obtención de la vitamina A y de la penicilina sintética se gestaron en el Instituto de tecnología de Massachusetts (M.I.T.). Aunque ya se había demostrado la viabilidad técnica de ambos productos en el laboratorio, fueron necesarias, antes de su lanzamiento al mercado, unas largas pruebas clínicas y no menos complejos trámites para obtener la autorización gubernamental.

La universidad no poseía ni la motivación ni la experiencia para asumir tales costes y riesgos, así que se buscaron empresas comerciales privadas que arriesgaran su dinero, su tiempo y su esfuerzo hasta comercializar ambos descubrimientos.

La memoria de núcleo magnético es otro ejemplo ilustrativo de la interrelación entre gobierno, industria y universidad. La memoria de núcleo magnético se gestó también en el M.I.T. en la década de los años cincuenta y, con el tiempo, se convirtió en un elemento fundamental para el crecimiento de la industria informática hasta el estado en que hoy la conocemos.

El núcleo magnético ha sido el invento más universalmente legalizado (y el que ha generado mayores royalties) de la historia del M.I.T. Durante más de una década fue la única solución satisfactoria para dotar al ordenador de una memoria de alta velocidad y puso en manos de los fabricantes de ordenadores estadounidenses el liderazgo en los mercados internacionales.

Nuevas iniciativas

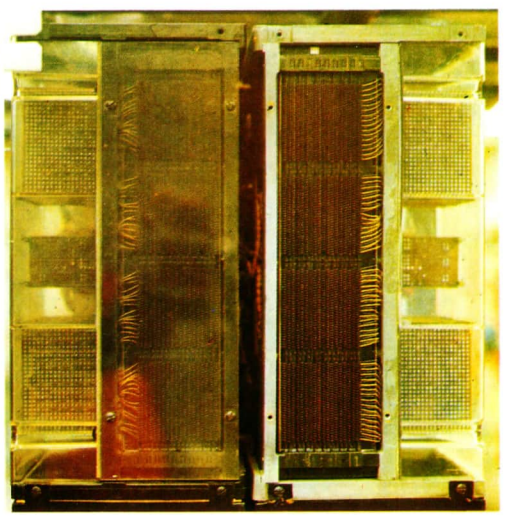
El trabajo de los investigadores universitarios puede conducir al nacimiento de nuevas iniciativas empresariales. En los años cincuenta, uno de los proyectos de investigación más importantes del laboratorio Lincoln del M.I.T. consistía en construir un ordenador digital a base de transistores. Tras varios años de investigación nació una máquina experimental, la TX-O.

Los protagonistas principales del proyecto renunciaron al trabajo en el laboratorio Lincoln y reunieron fondos para crear en el año 1957 la Digital Equipment Corporation, que se ha convertido en la segunda empresa fabricante de ordenadores del mundo. Su primer producto fue el PDP-1, primer ordenador comercial que incorporó transistores, en lugar de tubos al vacío, para realizar sus funciones.

Otro ejemplo más reciente de interrelación es la tecnología de circuitos integrados VLSI. Esta tecnología permite incluir centenares de miles de dispositivos electrónicos en una única pastilla (chip) de silicio del tamaño de la uña de un dedo. Para conseguir el máximo de la capacidad de estos chips se necesitan decenas de años de la actividad de ingenieros muy entrenados dedicados a su diseño.

El M.I.T. ha trabajado en la creación de instrumentos basados en el ordenador que reduzcan significativamente el tiempo humano necesario para completar el diseño. Los resultados de este trabajo empiezan ya a dar sus frutos en la industria.

Arch. Planeta.



La memoria de núcleo magnético, generada en el M.I.T. en la década de los cincuenta, se convirtió, con el tiempo, en un elemento fundamental para el crecimiento de la industria informática.

Varias empresas importantes están trabajando ya en este campo. Una de ellas, surgida del M.I.T., trabaja en un proceso denominado compilación de silicio. Mediante esta técnica el diseñador especifica su diseño a través de lo que podría denominarse un programa de ordenador: un conjunto completo de especificaciones referentes al dispositivo. El ordenador «compila» después el diseño y entrega el esbozo de la máscara al proceso de fabricación de semiconductores.

En todos estos ejemplos, lo que conviene subrayar es que los incentivos comerciales y el empleo efectivo del sector privado han sido necesarios para transformar los

descubrimientos gestados en la universidad en productos y procesos útiles.

Un objetivo propuesto desde hace años

Cuando a mediados del siglo pasado se propuso la creación del Instituto de tecnología de Massachusetts, William Barton Rogers deseaba fomentar una estrecha colaboración de éste con la industria. La prueba de ello es que los estatutos del M.I.T., otorgados el año 1861 por la Commonwealth of Massachusetts, establecen expresamente que uno de sus objetivos es el de establecer y mantener «...una sociedad de las artes, un museo de las artes y una escuela de ciencia industrial...», para ayudar así al «...progreso, desarrollo y aplicación práctica de la ciencia en conexión con las artes, la agricultura, la manufactura y el comercio...»

El M.I.T., por su temprana y continuada orientación hacia los aspectos teórico y práctico del saber, se distinguió entre muchas otras instituciones y ha establecido una relación de cooperación, de mutua ayuda y relación efectiva con la industria como parte integral de su finalidad docente e investigadora.

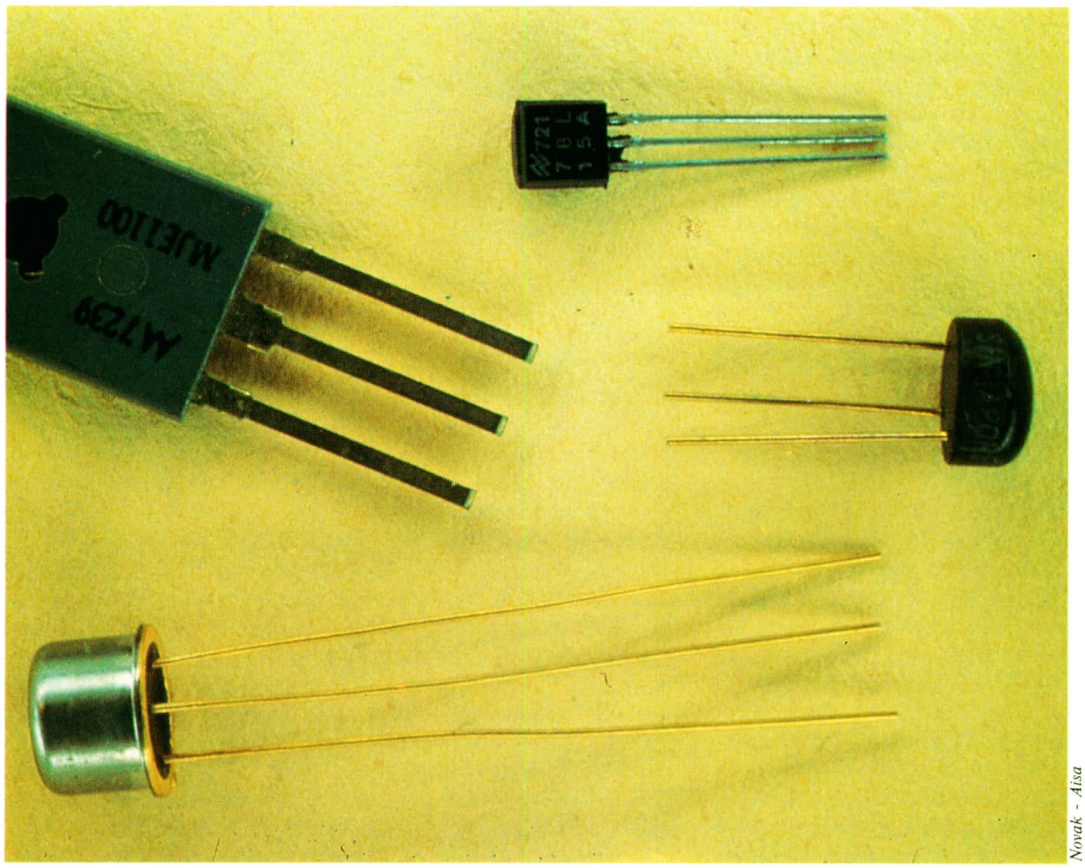
El Programa de enlace industrial, creado por el M.I.T. en 1948, proporciona dicho vínculo y favorece el cumplimiento de su responsabilidad estatutaria para con la industria. Actualmente, unas trescientas organizaciones se han integrado a este programa, entre las que se encuentran cien empresas y agencias gubernamentales con sede en Europa, Japón, Canadá e Hispanoamérica.

Un papel cada vez más reconocido

A través de los programas antes mencionados, la industria ha adquirido conciencia del importante papel desempeñado por las universidades en el proceso innovador. La participación industrial en los programas de investigación de las universidades de Estados Unidos ha crecido de manera considerable y, sólo en el M.I.T., ha rebasado ya en términos monetarios el doble de su valor durante los últimos años.

Al propio tiempo que aumenta la investigación patrocinada por la industria, se prevé un incremento de patentes de los inventos realizados en el curso de las investigaciones. Existen varios acuerdos actuales entre el M.I.T. y la industria que ilustran acerca de la forma en que la trasferencia entre investigación y tecnología puede llevarse a cabo. Tales acuerdos ilustran también el hecho de que las exigencias universitarias y las industriales pueden coordinarse sin conflictos y sin comprometer seriamente los respectivos principios.

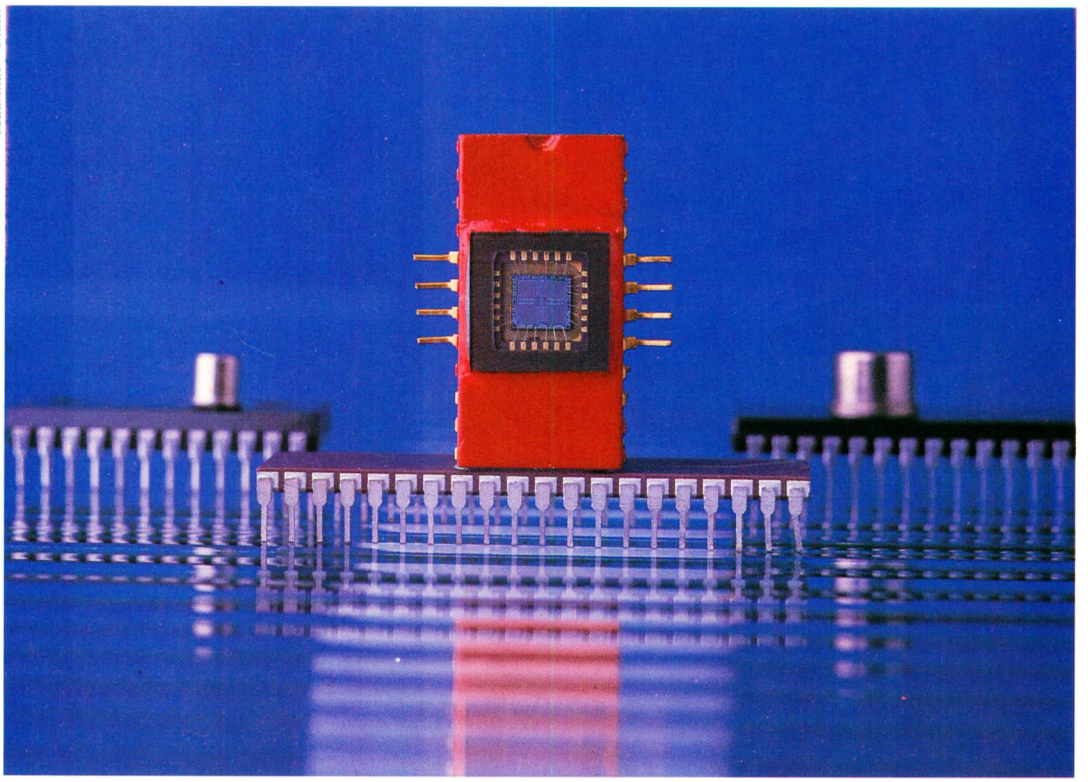
Un ejemplo de acuerdo fructífero es el Programa M.I.T./industria procesadora de polímeros. Se trata de una asociación de cooperación en la que el M.I.T. y la mencionada industria trabajan conjuntamente para obtener nuevos métodos y tecnologías que puedan lanzarse inmediatamente al mercado. El programa está sustentado por un consorcio de unas doce empresas industriales que pagan un canon anual en proporción al grado de utilización que hace la firma de los materiales poliméricos.



El transistor electrónico fue incorporado por vez primera en un ordenador comercial en el PDP-1 de Digital Equipment Corp.

Novak - Aisa

Mauritius - Index



La tecnología de circuitos integrados permite incluir centenares de miles de dispositivos electrónicos en una única pastilla (chip) de silicio del tamaño de una uña.

Este programa ha demostrado que el sentido de la propiedad y las patentes no tienen por qué ser barreras para una colaboración efectiva, incluso entre empresas competidoras, en la búsqueda de intereses comunes en el campo de la investigación.

En el curso de los trabajos ya se han creado numerosos procesos nuevos, varios de los cuales han sido patentados por el M.I.T. Las empresas que participan en el programa obtienen licencias libres de royalties, aunque no exclusivas, y participan de los ingresos obtenidos por el M.I.T. procedentes de las licencias con pago de royalties concedidas a empresas no miembros del programa.

Otro ejemplo similar es el acuerdo de investigación patrocinada, por diez años, entre Exxon Research Engineering Company y el M.I.T. Este acuerdo, uno de los más importantes tanto en tiempo de duración como en valor monetario, entre la universidad y una empresa asegura la estabilidad financiera y la continuidad necesarias para que el M.I.T. pueda llevar a cabo con éxito estudios a largo alcance.

Un acuerdo de investigación parecido ha sido firmado también con la empresa W. R. Grace & Co. para el apoyo y sostenimiento de varios proyectos de investigación en el campo de la microbiología. La investigación patrocinada por la empresa Grace en el M.I.T. se centrará en los microorganismos cuyos ciclos vitales contribuyen a la producción de cantidades recuperables de componentes bioquímicos de frecuente utilidad, como los aminoácidos y los enzimas, y en los estudios de métodos químicos para individualizar y purificar los productos. Esta investigación puede resultar comercialmente valiosa para la empresa Grace y también para otras empresas de la industria biotecnológica.

Las universidades han sido, por tradición, una de las fuentes más vigorosas del pensamiento creativo de la sociedad. De eso tienen conciencia todos los que actúan en el desarrollo y el empleo de la tecnología. Sin embargo, ese pensamiento creador no garantiza, por sí mismo, que se produzca el traspaso de la innovación a la sociedad de forma sensible. Por ello, es esencial la continuidad del fomento de las actividades cooperadoras entre las universidades y la industria, que pueda asegurar tanto el traspaso rápido y efectivo de las nuevas tecnologías como la importancia de los programas de educación.

Fabricación de ordenadores

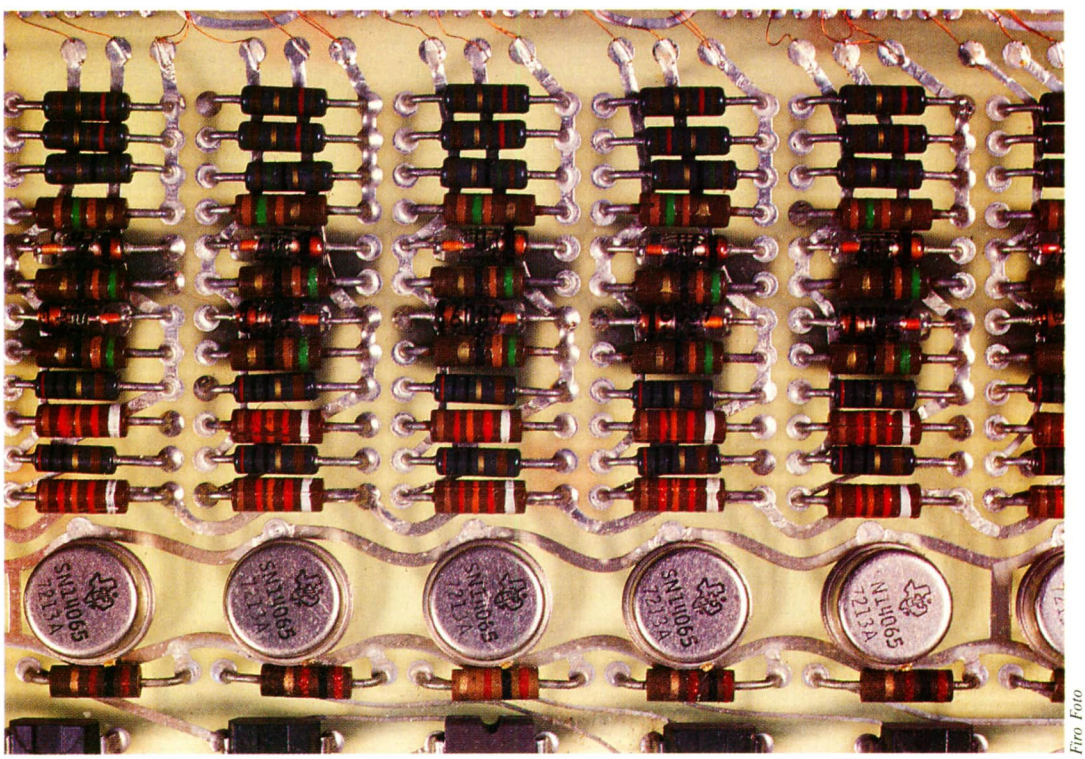
1 Home computers
2 Microordenadores
3 Miniordenadores
4 Mainframes

Desde hace miles de años las necesidades de cálculo han sido evidentes. A partir de restos arqueológicos se puede constatar la existencia de dispositivos automáticos de cálculo alrededor del año 2500 a. de J.C., en forma de versiones primitivas del ábaco localizadas en Oriente Medio. Sin embargo, no se produjeron grandes avances hasta mediados del siglo XVII, cuando Blaise Pascal construyó una máquina de ruedas dentadas y engranajes capaz de sumar y restar. En 1833 Charles Babbage diseñó la máquina analítica, que utilizaba una secuencia de instrucciones almacenadas para determinar el orden de las operaciones aritméticas a efectuar; sin embargo, esta máquina no llegó a construirse jamás, pues la ingeniería de la época no estaba preparada para fabricar gran parte de las piezas con la suficiente precisión. A principios del siglo XX la evolución se aceleró con la construcción de los primeros prototipos electromecánicos, electromagnéticos y, tras la invención de la válvula de vacío, electrónicos.

Hasta cierto punto, y de forma retrospectiva, se ha reconocido que los desarrollos, sobre todo en el campo de la tecnología de semiconductores, establecieron las bases que hicieron posible el diseño de ordenadores que, a su vez, permitieron definir y caracterizar nuevas generaciones de máquinas más perfeccionadas.

Así, podemos hablar de la primera generación de ordenadores, cuyo funcionamiento se basaba en válvulas de emisión termoiónica (conocidas popularmente como válvulas de vacío), cuyos principales problemas eran, además del tamaño, su escasa fiabilidad y el excesivo calor generado. Como ordenadores de esta generación podemos considerar al EDSAC, Columbus, UNIVAC 1 y las series 600 y 700 de IBM.

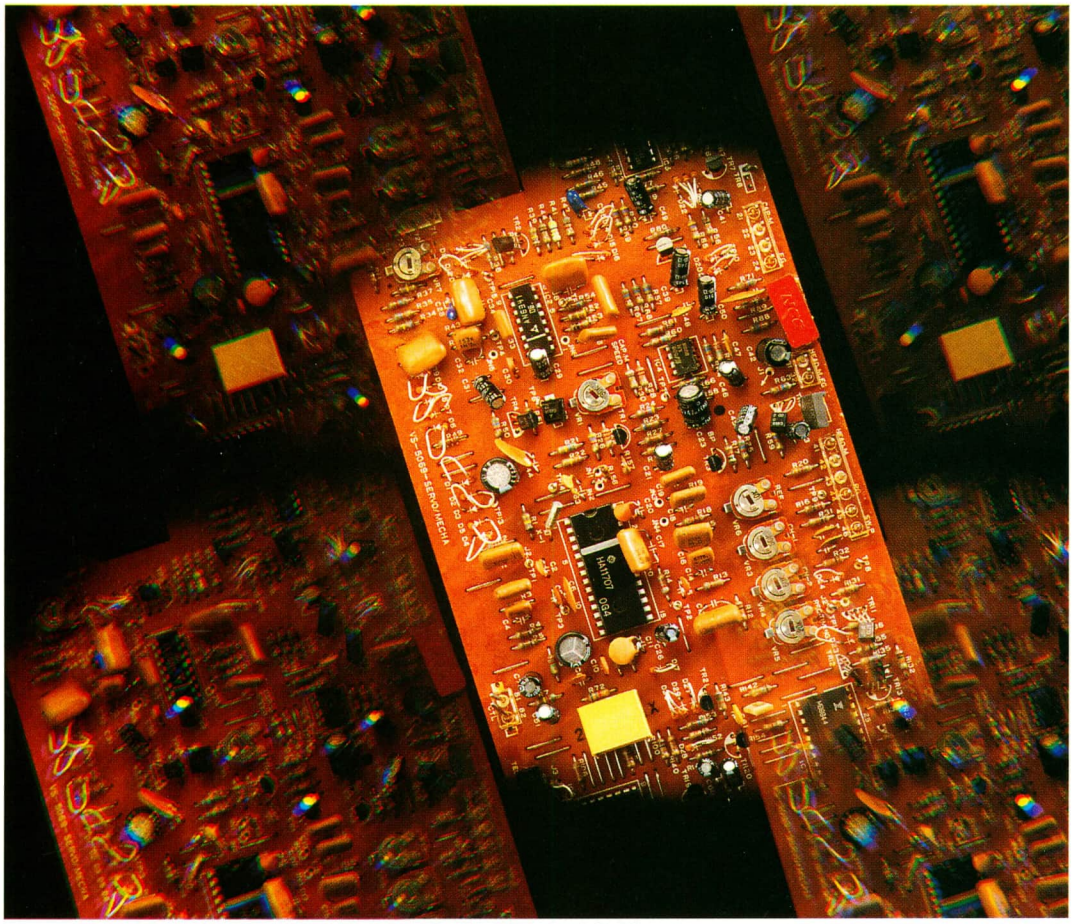
La segunda generación se caracterizó por la sustitución de las válvulas de vacío por los transistores, inventados por la Bell Telephone Laboratories en 1958, que revolucionó el mercado de la electrónica, pues se reducía unas diez veces



Firo Foto

La segunda generación de ordenadores se caracterizó por la sustitución de las válvulas de vacío por los transistores, ideados por Bell Telephone Laboratories en 1958. Detalle de un circuito de transistores y de resistencias.

A.G.E.



La base de la tercera generación es el circuito integrado, donde los transistores se sustituyen por impurezas depositadas químicamente sobre una placa de silicio de pocos milímetros cuadrados.

el tamaño de los circuitos, además de conseguirse un considerable aumento de velocidad y fiabilidad. Ordenadores característicos de este período son los IBM 1401 y 1700, NCR 304, 1107 de Sperry Rand y CDC 3600.

La base de la tercera generación es el circuito integrado, donde los transistores, resistencias, condensadores y diodos se sustituyen por impurezas depositadas por procesos fotoquímicos sobre una placa de silicio de unos pocos milímetros cuadrados, ganando un factor de 1 a 100 en cuanto al tamaño comparado con los de la segunda generación. Entre los equipos típicos de esta generación figuran los IBM 360 y 370, ICL 1900, Univac 1108, CDC 6000 y General Electric 600.

La cuarta generación, en la cual se puede considerar que nos encontramos, se caracteriza por la utilización de circuitos con un alto nivel de integración (VLSI: very large scale integration), en los cuales se están consiguiendo superar el medio millón de transistores por centímetro cuadrado.

Así, no es de extrañar que la potencia y prestaciones de un ordenador de la primera generación, con sus cientos de kilos de «chatarra», sean superadas con creces por cualquier «juguete» de los que podemos encontrar en una tienda de electrodomésticos. Y en lo que a precio se refiere, hay que tener en cuenta que los primeros ordenadores que se comercializaron costaban varios millones de dólares. Todo esto podría no tener importancia si no estuviéramos hablando de un período de tiempo de no más de treinta años. De ahí que, a modo de anécdota, se diga que si la industria del automóvil hubiera avanzado al mismo ritmo que la informática, hoy un Rolls Royce costaría un dólar y tendría autonomía suficiente para realizar el equivalente al viaje de ida y vuelta a la Luna.

Aunque se podrían predecir nuevas generaciones de ordenadores, hasta el final de los años ochenta no se intenta formular con detalle el procedimiento mediante el cual se podría desarrollar e implantar una nueva y potente generación que, según los ambiciosos programas de investigación y desarrollo formulados por Japón, culminará con la terminación, en 1991, del primer prototipo de ordenador de nuevo concepto. Tal vez el rasgo distintivo de la quinta generación de ordenadores sea que sus características se han definido ampliamente por adelantado.

Home computers

El ordenador doméstico

La aparición de los primeros home computers estuvo vinculada a la idea de máquinas para jugar, quizá por la poca diferencia existente con las máquinas de videojuegos, aunque estas últimas no pudieran ser programadas por el usuario ni dispusieran de teclado, pues únicamente contaban con la presencia de joysticks. Paulatinamente, fueron apareciendo diferentes híbridos que, sin dejar de ser en su mayoría videojuegos, posibilitaban su utilización como microordenadores, gracias a la incorporación de un microprocesador de 8 bits (generalmente el Zilog Z80 o el Rockwell 6502), una pequeña memoria RAM/ROM (incluyendo el intérprete del lenguaje de programación), un teclado alfanumérico para la introducción de los programas creados por el propio usuario, una conexión para TV, almacenamiento de datos y programas en un cassette externo y periféricos opcionales (pequeñas impresoras térmicas, monitores de vídeo). Una máquina típica de la primera generación de home computers es el conocido ZX Spectrum, que durante años se ha mantenido líder de ventas dentro de este sector.

El software disponible para los primeros ordenadores domésticos era muy reducido, y se limitaba, en la mayoría de los casos, a programas de juegos. Quizá esta limitación estuviera motivada por la poca rentabilidad de este tipo de productos y, sobre todo, por las escasas posibilidades del hardware, pues en los primeros ordenadores domésticos el único sistema de almacenamiento externo era una cinta de cassette. Sin embargo, los continuos avances tecnológicos han elaborado nuevos sistemas, como los cartuchos de software, o incluso la posibilidad de conexión de una unidad de microdiskette, diskette o pequeño harddisk.

Los ordenadores domésticos en su gran mayoría son programables en lenguajes BASIC. Este lenguaje se utiliza en modalidad de intérprete y está soportado casi directamente por la máquina sin necesidad de un sistema operativo que sirva de interfase, por cuanto BASIC realiza las funciones básicas de un pequeño sistema operativo. Pero como la informática, y en concreto el software, es algo que se halla en constante evolución, sucesivamente han ido apareciendo nuevas versiones más potentes de BASIC para este tipo de ordenadores, incluyendo opciones tan útiles como el tratamiento de gráficos y colores, definición de sprits o posibilidad de sonidos. Simultáneamente van apareciendo también versiones de lenguajes de más alto nivel para ordenadores domésticos, como es el caso de LOGO, PASCAL, FORTRAN y FORTH.

Las normas MSX

El inicio del fenómeno home computer se caracterizó por la aparición de máquinas totalmente incompatibles entre sí, lo que suponía un compromiso de marca con respecto al fabricante, al tratar de ampliar la configuración básica. Algo similar ocurría en lo referente a los programas, pues éstos eran concebidos para una determinada marca y, en la mayoría de los casos, imposibles de trasladar a otras. Pero muy pronto, al igual que en los equipos mayores, la compatibilidad también llegó a los ordenadores domésticos,



Una máquina típica de la primera generación de ordenadores domésticos fue el ZX Spectrum, que durante años se ha mantenido líder en ventas dentro de este sector. El Spectrum + es una versión mejorada en su presentación final.

A.P.

en este caso de la mano del MSX, lo que ha supuesto un gran avance en este pequeño sector.

La historia del MSX se inició en 1983, cuando se pusieron de acuerdo, por una parte, Microsoft, una de las primeras empresas norteamericanas de fabricación de software y creadora del MS-DOS (sistema operativo para microordenadores) y de la mayoría de los intérpretes BASIC, y, por otra parte, catorce de las principales firmas japonesas fabricantes de microordenadores y máquinas de videojuegos, con objeto de definir un nuevo standard de hardware y software. Nacieron así las llamadas normas MSX (Microsoft Super eXtended), que fueron presentadas en la feria de Osaka en octubre de aquel año, y a las cuales se han adherido numerosas empresas japonesas (Canon, Fujitsu, Mitsubishi, Sanyo, Sony y Toshiba), norteamericanas (Spectravideo) y europeas (Philips). Los primeros equipos MSX llegaron a España de la mano de Spectravideo (SV 328 y 318) a finales de 1983.

La normativa MSX consiste básicamente en:

– microprocesador Z8OA de 8 bits, que actúa a una frecuencia de como mínimo 3,6 MHz;

– un mínimo de 8 Kb de memoria RAM libres para el usuario;

– ROM de 32 Kb, donde reside el intérprete BASIC, con las instrucciones clásicas del BASIC-80 de Microsoft, a las que se le han añadido potentes instrucciones para el control de gráficos y sonidos;

– controlador de video con una resolución de 24 líneas por 40 columnas en modo alfanumérico y 256 × 192 puntos en modo gráfico, 32 sprits (figuras) programables por el usuario y posibilidad de visualizar 16 colores;

– bus de expansión normalizado con posibilidad de conexión de cartuchos de ampliación RAM y tarjeta de video para permitir visualizar 80 columnas en modo alfanumérico;

– interfases serie RS-232 y paralelo Centronix;

– interfases para la conexión de un monitor de TV convencional, unidades de diskettes, cartuchos de juegos, joysticks y multitud de periféricos;

– teclado completo, que incluye caracteres alfanuméricos, de control del cursor y de funciones definibles por el usuario;

– sintetizador de sonido de 3 canales de 8 octavas cada uno, dotado de control de tono, amplitud, envolvente y ruido.

A.P.



Un ordenador doméstico Sony, dotado con el sistema MSX. El acuerdo al que llegaron Microsoft, una gran empresa norteamericana en software, y catorce firmas japonesas condujo a la creación del sistema MSX, un standard que convierte en compatibles a un gran número de ordenadores domésticos o home-computers en el mercado.

Más tarde, a partir de las especificaciones MSX, se definieron las MSX-DOS, que permiten el trabajo con diskettes e incluso disco duro, mediante la correspondiente ampliación de cualquier máquina MSX, pudiendo acceder de esta manera al sistema operativo CP/M, clásico en equipos personales/profesionales, con una gran biblioteca de software tanto de base como de aplicaciones.

La normativa MSX ha hecho posible, por una parte, que a partir de una configuración básica se pueda ampliar el sistema hasta alcanzar las prestaciones deseadas, pagando únicamente por aquello que se necesita, y, por otra parte, gracias a la compatibilidad, que se pueda acceder a un gran número de periféricos y accesorios de otros fabricantes, así como a una amplia biblioteca de programas.

Microordenadores

El ordenador personal

La definición de microordenador es muy ambigua. Si nos atenemos rigurosamente a los orígenes de este concepto, podemos decir que los microordenadores son aquellos ordenadores que tienen integrada la unidad central de proceso (CPU) en una sola pastilla de circuito integrado, popularmente conocida como chip. Pero en la actualidad, si bien esta definición es válida para todos los microordenadores, también lo es para los ordenadores pequeños, que se clasifican como ordenadores domésticos. Por otro lado, también podemos encontrarnos con sistemas mayores que podrían quedar dentro de esta clasificación. Éste es el motivo por el que la definición de microordenador se haga atendiendo a las prestaciones.

Como consecuencia de la modularidad que caracteriza a los sistemas informáticos y en concreto a los microordenadores, es muy difícil poder describir una configuración tipo para estos equipos. Sin embargo, sí es posible hablar de una configuración base mínima y de las posibles ampliaciones que ésta puede sufrir. Así, resulta que un microordenador consta básicamente de tres módulos:

— CPU, con un microprocesador de 8 o 16 bits; memoria central, que puede oscilar entre 64 y 256 Kb; una unidad de diskette de 5 1/4 pulgadas para el almacenamiento externo, y, generalmente, dos interfases para la conexión de periféricos, una serie tipo RS-232 y otra paralelo modelo Centronics.

— Monitor monocromo con posibilidad de visualizar 24 líneas de 80 caracteres y una resolución gráfica del orden de 640×200 puntos.

— Teclado de tipo QWERTY con teclado numérico independiente, teclas de movimiento de cursor y teclas de función definibles por el usuario.

Modelos superiores

En cuanto a posibles ampliaciones de esta configuración base, se podría hablar de múltiples opciones, entre las que destacan:

— incorporación de diferentes procesadores auxiliares para el control de entrada/salida, operaciones aritméticas o puestos de trabajo auxiliares;

— ampliación de memoria principal, que puede alcanzar en ocasiones algunos megabytes;



La aparición en 1981 del modelo IBM PC, provocó una revolución en el mercado de los microordenadores.

A.P.

— incorporación de una segunda unidad de diskette o bien un disco duro tipo Winchester (interno en la CPU o externo en una carcasa adicional) con una capacidad de 10, 20 o 40 megabytes;
— incorporación de una unidad de cinta cartridge para la realización de back-ups del disco duro;
— incorporación de diversas interfases RS-232 para la conexión, en el caso de ampliaciones a multiusuario, de puestos de trabajo adicionales;
— disponibilidad de tarjetas para posibilitar el trabajo con monitores en color o alta resolución gráfica;
— inclusión de monitores de color o específicos para el trabajo con tráficos;
— incorporación de diversos periféricos como impresoras, lápiz óptico, lector de código de barras, plotter, digitalizador y ratón.

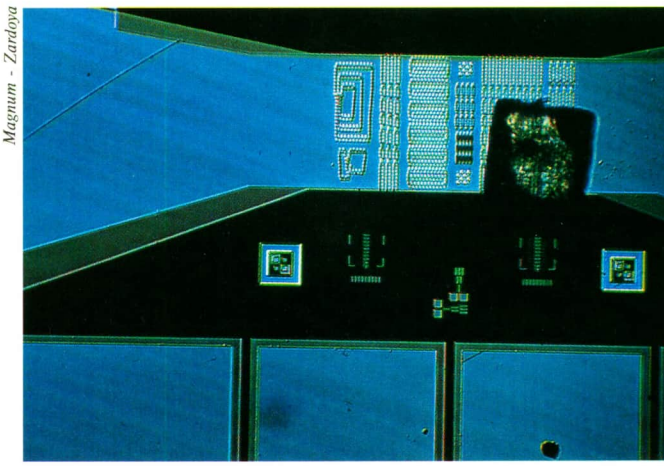
El IBM PC

La aparición, en 1981, del modelo IBM PC, provocó una revolución en el mercado de los microordenadores. La mayoría de empresas fabricantes de hardware (y software) cambiaron sus políticas de fabricación y marketing, al darse cuenta de que el ordenador personal tenía un amplísimo mercado en el que valía la pena introducirse. IBM, con su agresiva política de marketing, pronto se hizo con un gran parque de equipos instalados, convirtiéndose de esta manera en líder en el ranking de ventas. Automáticamente, como lo que le interesa al usuario es que su equipo sea compatible con el mayor número posible de software y periféricos, el IBM PC quedó afianzado como el standard en equipos personales, sobre el que basan sus productos los fabricantes de software, periféricos y accesorios y al cual tratan de imitar muchos fabricantes de microordenadores para buscar un lugar en este mercado. Ello ha motivado el movimiento de los llamados compatibles PC: equipos con microprocesadores de 16 bits de la familia I8088 (I8086 o I80286) de Intel, unidades de diskette de 5 1/4 pulgadas con capacidad para 360 Kb en formato doble cara-doble densidad y sistema operativo MS-DOS de Microsoft.

Los portátiles

En el amplio sector de los microordenadores existe un tipo de equipos con una entidad propia, los llamados portátiles o transportables, de una gran aceptación en diferentes sectores de nuestra sociedad, que si bien desde el punto de vista de concepción y prestaciones son verdaderos microordenadores e incluso hasta ellos ha llegado el fenómeno de la compatibilidad IBM PC, no responden al retrato robot realizado anteriormente.

Normalmente se trata de equipos compactos integrados en un solo módulo, con una pantalla de LCD y diskettes de 3 1/2 pulgadas, cuyo peso no excede de 12 kg y que por su diseño están concebidos para poder ser transportados con comodidad. El precursor de este nuevo tipo de equipos fue el Osborne, que en su momento representó una gran innovación pero que actualmente está superado, como consecuencia de los continuos avances tecnológicos, que están consiguiendo verdaderos milagros en cuanto a reducción de tamaño sin renunciar a ninguna de las prestaciones: pantallas totalmente compatibles con los monitores convencionales de microordenadores (24 filas de 80 columnas y alta resolución gráfica) pero con tecnología LCD o plasma electroluminiscente; memorias de burbujas intercambiables; conexión del teclado mediante infrarrojos; baterías ligeras de gran autonomía; diskettes de 5 1/4 o de 3 1/2 pulgadas, compatibles con los anteriores; teclados extraplanos de dimensiones standard; posibilidad de conexión con otros equipos vía modem; integración de una impresora térmica de 80 columnas; posibilidad de conexión de pequeñas unidades de disco duro y, fundamentalmente, unos tamaños que permiten el transporte del equipo en el interior de pequeños maletines.


Magnum - Zardoya

Los equipos denominados portátiles incorporan unas prestaciones similares a las de los microordenadores, pero añaden, en algunos casos, elementos de alta tecnología, como el LCD o la memoria de burbujas, que los convierten en productos de gran calidad. Fotografía microscópica de un dispositivo de memoria del tipo burbujas magnéticas fabricado por la empresa norteamericana Bell.

Equipos multiusuario

Dentro del grupo de los microordenadores se encuentran los pequeños equipos multiusuarios, a los que normalmente se llega a través de ampliaciones de equipos inferiores, utilizando la misma arquitectura básica. Con la incorporación de un sistema operativo multiusuario y añadiendo nuevas interfases para conectar los nuevos puestos de trabajo, se puede conseguir un pequeño sistema multiusuario, que si bien no podrá competir con un miniordenador, puede ser una solución válida cuando lo que se pretende es crear nuevos puestos de trabajo a partir de un microordenador, para compartir los recursos del sistema (archivos en disco, impresora, periféricos).

Miniordenadores

Desde el punto de vista estructural un miniordenador se caracteriza por disponer de uno o varios procesadores centrales interconectados y una conexión con los periféricos mediante buses que son vías de intercambio de información. Cuando algún dispositivo quiere transmitir información, comprueba que el bus no transmita ninguna otra señal y la envía a través del mismo de manera que es captada por los restantes periféricos conectados, que la analizan para comprobar si va dirigida a ellos y, en caso afirmativo, la recogen.

Los miniordenadores tienen una estructura muy sencilla y abierta, por lo que han gozado de una gran popularidad y aceptación hasta la aparición de los microordenadores, en cuyo momento su participación en el sector informático era mayoritaria.

Dentro del apartado de miniordenadores merece especial atención la amplia gama de miniordenadores de 16 bits con procesador PDP de Digital Equipment Corporation, que desde finales de los años sesenta ha liderado este sector del mercado informático. Más adelante este mismo constructor desarrolló el miniordenador de 32 bits VAX 11/780, que ha sido el modelo más ampliamente difundido, con una base instalada superior a las 30 000 unidades y considerado como una referencia obligada en la comparación de equipos.

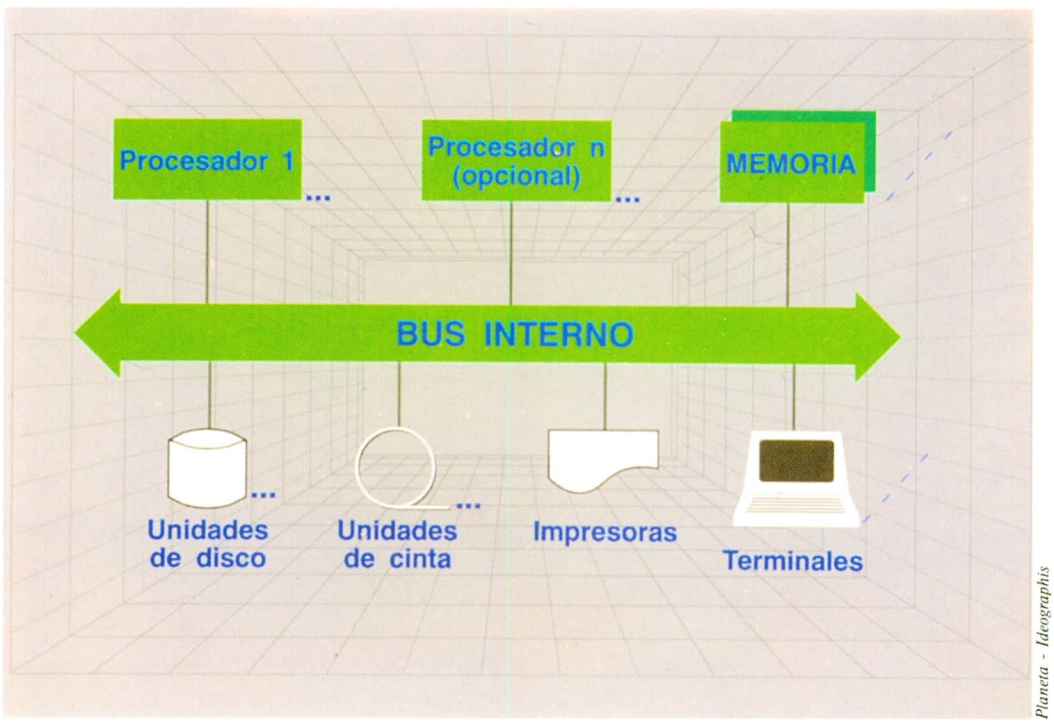
Con el fin de incrementar la potencia global de una instalación de miniordenadores de 32 bits de manera que desde el punto de vista del usuario se simule el comportamiento de un mainframe, algunos constructores han desarrollado agrupaciones de miniordenadores denominados clusters.

En los clusters, cada procesador contiene su sistema operativo, pero todos ellos se encuentran coordinados de tal manera que se reparten los procesos interactivos en función de la carga soportada por cada uno. A la vez, la totalidad de los procesadores del cluster comparten la información catalogada en los periféricos, los cuales, a su vez, son controlados por uno o varios procesadores auxiliares especializados.

Partiendo de un concepto diferente pero parecido en su estructura a los clusters, se hallan los miniordenadores tolerantes a fallos. En este caso, y a diferencia del cluster, todos los elementos se encuentran físicamente dentro de la misma máquina, pero están dotados de una configuración autocontrolada, de manera que si se produce el fallo de un elemento, éste es detectado de inmediato por el sistema operativo y los trabajos que realizaba se traspasan a otros componentes funcionales equivalentes mientras se procede a la sustitución, sin necesidad de proceder a una parada general del equipo.

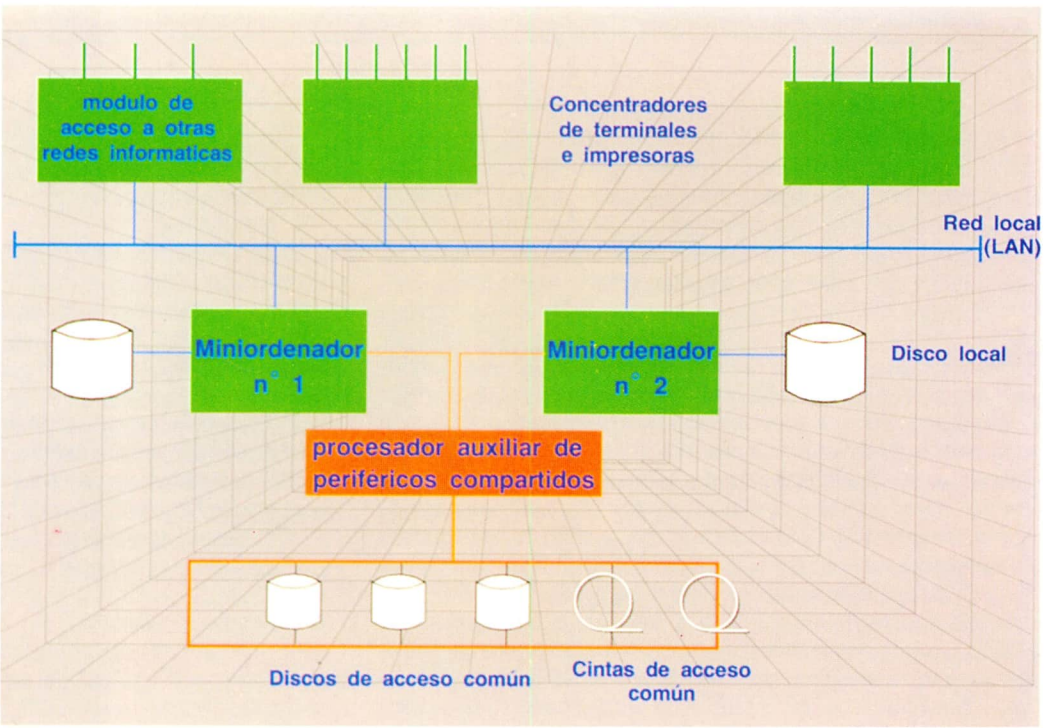
Dentro del apartado de configuraciones especiales de miniordenadores es necesario mencionar las estaciones de trabajo orientadas al desarrollo de aplicaciones relativas a la inteligencia artificial. Este tipo de configuraciones están basadas en un miniordenador que cuenta, entre sus recursos lógicos, con un sistema operativo especializado para el desarrollo de software y unos compiladores del tipo LISP o PROLOG, que permiten generar con facilidad la mayoría de aplicaciones de este tipo.

La gran potencia de cálculo de los miniordenadores y su reducido tamaño físico ha permitido el desarrollo de confi-



Estructura de un miniordenador.

Planeta - Ideographis

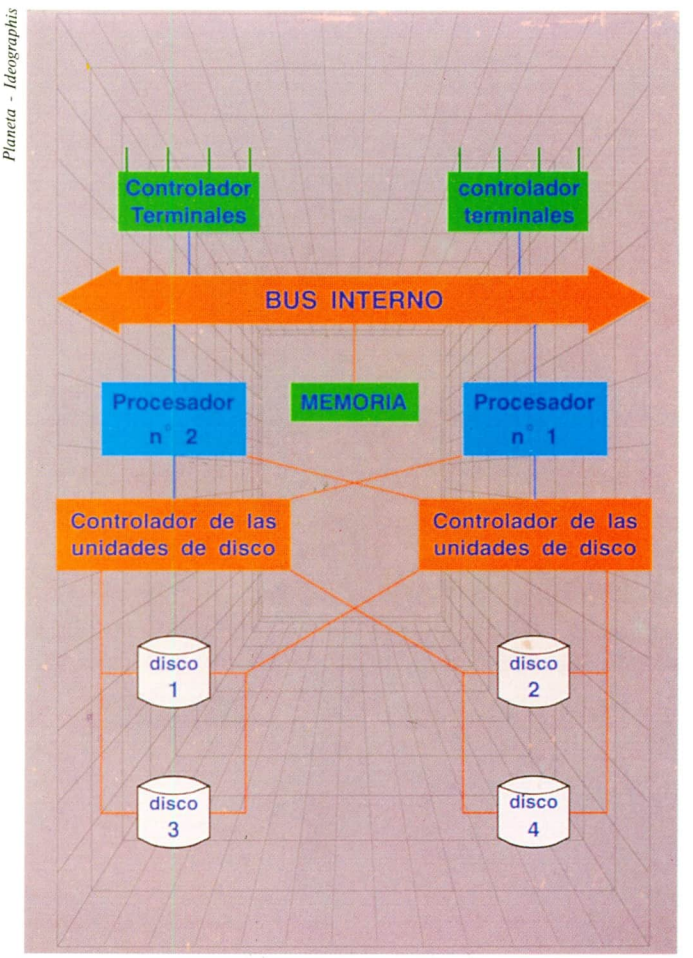


Estructura de un cluster.

guraciones específicamente orientadas a actuar como estaciones de trabajo de diseño y cálculo técnico. Estas configuraciones se caracterizan por disponer de unos periféricos gráficos interactivos y unos sistemas lógicos que facilitan el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

Cabe destacar que la difusión de los miniordenadores se produjo paralelamente a un gran auge de los sistemas operativos de tiempo compartido multiusuarios. Entre ellos cabe destacar el UNIX, que fue concebido en 1969 por Ken Thompson, quien lo incorporó a un PDP 7, convirtiéndolo en el sistema operativo que mayor desarrollo ha conocido.

La tendencia evolutiva de los miniordenadores está orientada hacia la dotación de buses cada vez más rápidos, de manera que se puedan realizar más ágilmente las operaciones de transferencia de información entre los componentes (memoria, procesador, periféricos), ya que este tipo de operaciones acostumbra producir cuellos de botella y limitar seriamente la capacidad de los equipos.



Estructura de un miniordenador tolerante a fallos.

Mainframes

La estructura de un mainframe se caracteriza, en primer lugar, por disponer de uno o varios procesadores centrales interconectados que trabajan a elevada velocidad (del orden de 10 a 100 millones de instrucciones de matemática entera por segundo) y, por otra parte, funcionar basándose en canales de comunicación con una amplia periferia.

Un canal es un subsistema que está dotado de uno o varios microprocesadores que gestionan las unidades de control de periféricos, evitando, de esta forma, interrupciones en el trabajo del procesador central.

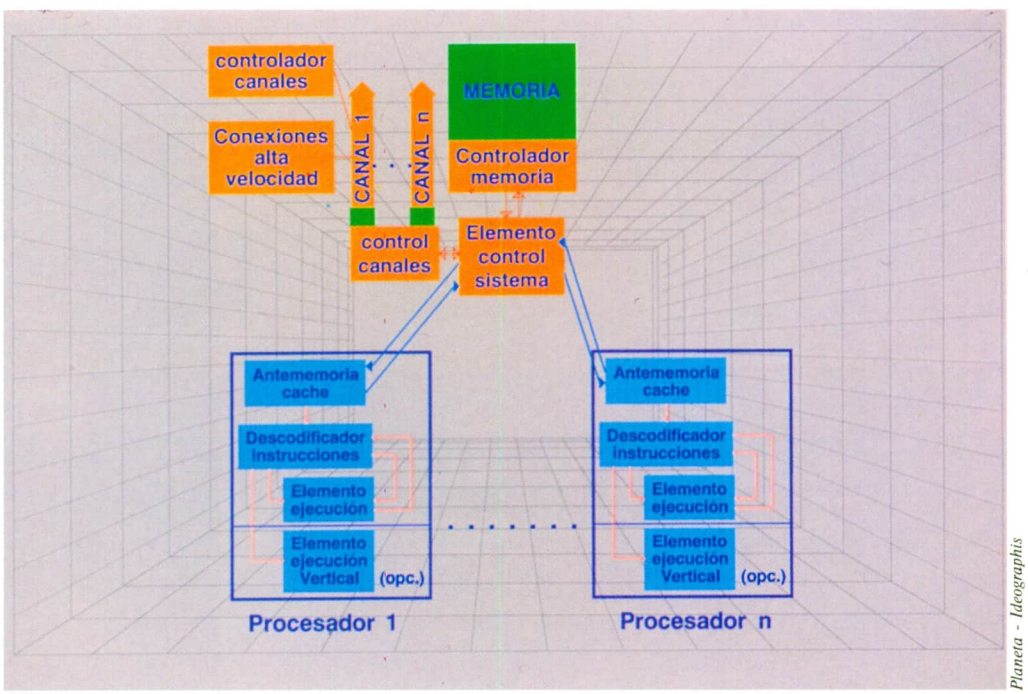
El incremento de prestaciones de los mainframes ha sido una constante desde su aparición. Ello es debido principalmente a la evolución tecnológica de los componentes físicos sobre los que reside su estructura, de manera que aproximadamente cada cuatro o cinco años las compañías constructoras de mainframes lanzan al mercado una nueva familia de productos que ofrecen sustanciales mejoras en la relación prestaciones/precio con respecto a la anterior.

Una característica distintiva de los mainframes derivada de su gran capacidad para efectuar operaciones de entrada/salida es la de poder añadir a su configuración procesadores auxiliares dedicados a tareas específicas. Así, por ejemplo, en algunas aplicaciones del tipo de análisis de datos experimentales se pueden realizar operaciones simultáneas sobre grandes agrupaciones de datos y por ello se han diseñado procesadores auxiliares especializados que reciben la denominación de paralelos. Otro tipo de procesadores auxiliares que se pueden incorporar a los mainframes son los procesadores vectoriales. Tales complementos permiten reducir a una sola instrucción máquina una operación cuya ejecución requiere una serie de datos agrupados que se conocen como vector. Ejemplos de estos tipos de aplicación se encuentran en el análisis de datos sísmicos, diseño de circuitos electrónicos, procesamiento de imágenes, análisis de señales, etc.

Los mainframes son equipos con unas grandes necesidades de infraestructura, debido a que requieren unas determinadas condiciones ambientales, en especial referidas a la temperatura y limpieza del aire de la sala donde están instalados. Buena parte de ellos deben ser refrigerados con circuitos de agua y los más rápidos necesitan recurrir a la utilización de gases licuados a muy baja temperatura.

Por último, cabe mencionar que algunos de los mainframes dedicados a cálculos científico-técnicos incorporan dentro de su configuración base subsistemas que aceleran los cálculos científicos, ejecutando las operaciones de tipo matemático (exponenciaciones, raíces cuadradas) con gran efectividad.

En los primeros años, los sistemas operativos de los mainframes se orientaron principalmente hacia el proceso en lotes, denominado también proceso en modo batch. Posteriormente, y a medida que disminuyó la dificultad y el coste de conexión de terminales interactivas, fueron apareciendo los sistemas que permitían un gran volumen de trabajo interconectado. La evolución de los sistemas operativos condujo al desarrollo de supersistemas que hacían posible la coexistencia de subsistemas diferentes. Así, por ejemplo, un grupo de usuarios encargado del desarrollo de aplicaciones podía trabajar en un entorno UNIX mientras que otro conjunto de usuarios podía estar en un entorno de teleproceso, y todos compartiendo los distintos recursos de la misma máquina.



Estructura de un mainframe.

Planeta - Ideographis

Fabricación de chips

Del transistor al circuito integrado

La microelectrónica es el arte de diseñar y fabricar complejos circuitos electrónicos sobre superficies de silicio de unos pocos milímetros cuadrados (25-40 mm), dando lugar a los famosos chips o circuitos integrados (CI's).

Desde el descubrimiento del transistor (1947, Shockley, Bardeen y Brattain) y más concretamente desde la invención del transistor planar (1958-1959, Hoerni y Noyce), este campo ha experimentado uno de los avances técnicos y científicos más espectaculares de estas últimas décadas. Los pocos transistores (menos de 100 por chip) de los primeros SSI (pequeña escala de integración) han evolucionado, a través de las etapas MSI (escala mediana de integración, con 100 a 1 000 transistores/chip) y LSI (gran escala de integración con casi 10 000 transistores/chip) hasta convertirse hoy en día, en la era VLSI (integración a muy gran escala), en cientos de miles de dispositivos o transistores integrados en un solo chip. Este fuerte avance ha sido posible gracias a los procesos tecnológicos (miniaturización y grabado de los circuitos), así como a la mutua relación que existe entre el desarrollo de la informática y la microelectrónica.

La tecnología que ha hecho posible la era VLSI es la del silicio, en sus dos vertientes: bipolar y MOS. Existen, sin embargo, otras vías tecnológicas (arseniuro de galio, Josephson) en fase de desarrollo y experimentación, que permitirán sin duda fabricar circuitos mucho más rápidos. A pesar de ello, su elevado coste económico no les permite competir actualmente con la tecnología del silicio.

Etapas de la fabricación del chip

La fabricación de los circuitos integrados atraviesa muchas y muy variadas etapas, que resumiremos en las siguientes:

1. Construcción de un cilindro compacto de monocristal de silicio dopado y posterior rebanado del mismo para así conseguir finas obleas de silicio.
2. Miniaturización y repetición de los motivos a utilizar en el fotograbado de los circuitos. De esta forma cada oblea acabará conteniendo muchas copias del mismo circuito.
3. Serie cíclica de etapas en las que intervienen procesos de fotolitografía y enmascaramiento, para procurar de esta forma los ataques químicos selectivos que permiten la implantación de todos los motivos (o máscaras) que conforman el circuito.
4. Seccionamiento de cada oblea en distintos dados, cada uno de los cuales contiene un circuito integrado. Aquellos dados que no presenten ninguna deficiencia se introducirán en cápsulas, dando lugar al chip definitivo.

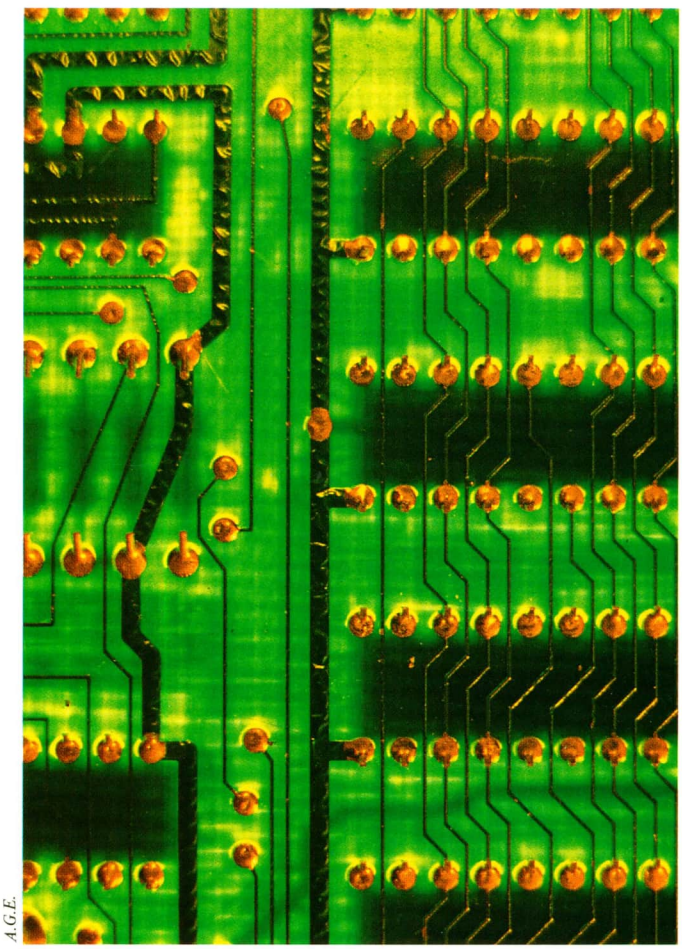
A pesar del elevado coste de estos procesos, su continua evolución está incrementando considerablemente su rendimiento, reduciendo así los costes de fabricación. A medida que la superficie de un mismo circuito decrece, el tamaño de la oblea crece y se reducen al tiempo los defectos introducidos por los propios procesos tecnológicos; ello significa que el precio por circuito disminuye.

Esta fuerte evolución tecnológica no se ha podido reflejar en las técnicas o metodologías de diseño, que se han visto sorprendidas por las grandes capacidades de integración de la era VLSI. Al no disponer de herramientas suficientemente potentes para el diseño asistido por ordenador, los costes del diseño han superado ampliamente en muchos casos a los de fabricación, incidiendo por ello de forma decisiva en el precio de cada chip.

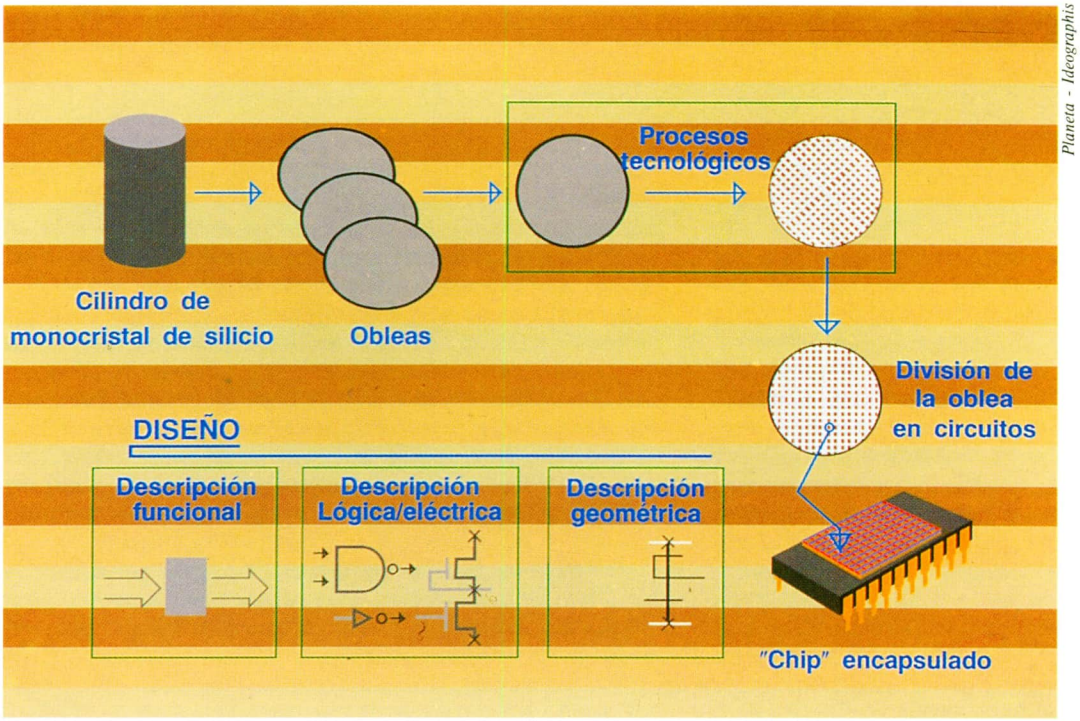
Objetivo final

El objetivo final de las etapas de diseño es obtener el conjunto de máscaras (motivos geométricos descritos como conjuntos de rectángulos de distintos colores) que intervendrán en el proceso de fabricación para dar lugar al corres-

Macrofotografía de un chip.



A.G.E.



Planeta - Ideographis

Principales etapas del diseño y fabricación de circuitos integrados.

pondiente circuito integrado. Para ello el proceso de diseño atraviesa por distintas etapas:

1. Descripción de las funciones que el circuito debe realizar, con especificación de las entradas, las salidas y su comportamiento. Algunos procesos de ayuda al diseñador en esta etapa permiten evaluar a priori distintas configuraciones de las principales partes del circuito.

2. Determinación del esquema lógico y eléctrico del circuito. Las principales herramientas que se utilizan en esta etapa son los programas de simulación eléctrica y lógica, que permiten verificar el comportamiento del circuito sin necesidad de desarrollar ningún prototipo.

3. Traducción del esquema eléctrico al código de máscaras, dando lugar al dibujo geométrico de los distintos motivos que implementan todos y cada uno de los dispositivos del circuito. En esta etapa intervienen principalmente los editores gráficos, que permiten realizar dibujos sobre una pantalla gráfica y almacenarlos en el ordenador para posteriores aplicaciones y/o modificaciones. Otros procesos, como la verificación de reglas de diseño geométrico o los programas de conexión y generación automática de módulos, constituyen ayudas muy importantes para la más compleja de las etapas de diseño.

El paso por estas etapas supone la traducción del circuito de uno a otro nivel, obteniendo descripciones cada vez más complejas por su creciente grado de detalle.

Actualmente se está llevando a cabo un gran esfuerzo, tanto a nivel universitario como industrial, para la puesta a punto de importantes procesos de diseño de CI's asistido por ordenador. Su objetivo es implementar las distintas etapas de diseño de forma que las máscaras del CI se obtengan automáticamente a partir de una descripción funcional del mismo.

El advenimiento de los ordenadores de la quinta generación y la inteligencia artificial hacen concebir grandes esperanzas para este tipo de procesos que requieren herramientas mucho más potentes con las que efectuar gran parte del trabajo que actualmente hace el diseñador.

Fabricación de software

La comunicación con la máquina

En los primeros años de la informática, cuando ésta dejó los laboratorios de investigación de las universidades y se acercó definitivamente al usuario de gestión, el desarrollo del software era mitad arte y mitad ciencia, y, por tanto, su elaboración era privilegio de unos pocos, que, tras largas horas de programación y puesta a punto del programa en lenguajes rudimentarios (como códigos máquina hexadecimal y, más tarde, lenguaje ensamblador), conseguían hacer que aquel montón de chatarra que eran los ordenadores de las primeras generaciones hicieran más o menos aquello para lo cual el usuario, con gran sacrificio económico, los había adquirido.

Debido al rápido avance tecnológico en el diseño y fabricación de ordenadores, se consiguió perfeccionar cada vez más el software. Con la aparición de los primeros sistemas operativos se ofreció al programador una comunicación más cómoda con la máquina. Con la decisiva ayuda del sistema operativo fueron naciendo los compiladores de lenguajes de programación, gracias a los cuales la programación de los ordenadores ha dejado de ser algo misterioso, convirtiéndose en una técnica relativamente fácil de aprender y dando lugar a una figura laboral cada vez más común en nuestra sociedad: el programador de ordenadores. Los primeros lenguajes de alto nivel que aparecieron (FORTRAN, COBOL, RPG) abrieron las puertas al desarrollo del software y provocaron que las aplicaciones se independizaran cada vez más de las máquinas. La aparición del lenguaje BASIC supuso un hito en la programación, tanto por su facilidad de utilización como por la posibilidad de interpretar las instrucciones, con el ahorro de tiempo que ello supone en la puesta a punto de un programa. La aparición de nuevos lenguajes ha sido constante. Estos lenguajes consiguen resultados cada vez más potentes, midiéndose esta potencia desde dos puntos de vista: la facilidad de aprendizaje y utilización y las posibilidades ofrecidas en estructuración, instrucciones potentes, recursos, tratamiento de estructuras complejas (strings, ficheros, conjuntos), tratamiento de gráficos, etc. Dentro de esta nueva concepción podemos citar lenguajes como PL/1, PASCAL y ADA.

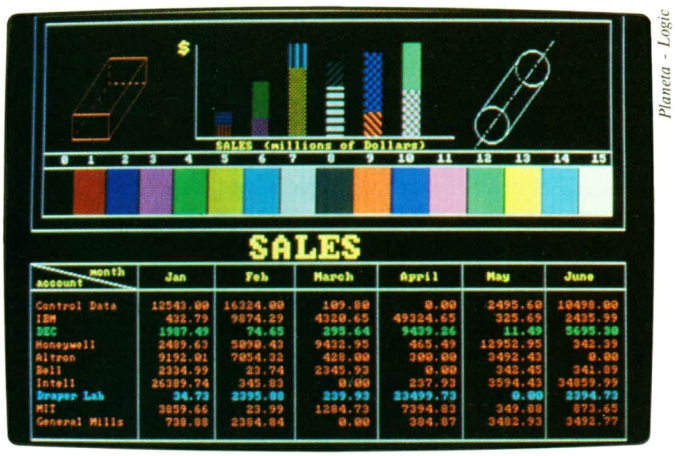
Compatibilidad de los equipos

Cada día más, los fabricantes de hardware tienden a la compatibilidad de sus equipos. En ordenadores grandes, esta compatibilidad se pone de manifiesto a nivel de diferentes sistemas pertenecientes a la misma familia; en los pequeños equipos, se tiende a la misma para facilitar el intercambio de componentes y periféricos (monitores, impresoras, unidades de disco). Pero, si por un lado esta tendencia exige un sistema operativo compatible, es la búsqueda de este sistema operativo lo que ha motivado que los fabricantes traten de construir sus equipos compatibles entre sí. De esta manera, en la actualidad, nos encontramos con que lo que busca cualquier usuario es un sistema operativo conocido y con solera en el mercado, para de esta forma tener la seguridad de que podrá acceder a un mercado software amplio y competitivo, además de la posibilidad de poder aprovechar todo el software cuando decida, por algún motivo, cambiar de sistema físico. Sobre estas bases, los fabricantes de software, en el momento de realizar una aplicación, escogerán un sistema operativo ampliamente difundido que garantice su comercialización y obligarán a los fabricantes de hardware a hacer compatibles sus equipos con dicho sistema operativo. De esta forma, se penetra en un ciclo donde lo que buscan tanto los fabricantes de software como los de hardware es la compatibilidad de sus productos a nivel de sistema operativo, todo ello en beneficio del usuario final que ve como aparece ante él una oferta de lo más competitiva. Así, podemos hablar de compatibilidad a nivel de ordenadores domésticos mediante el sistema MSX; compatibilidad en microordenadores de 8 bits con el sistema operativo CP/M (creado por Digital Research); en el caso de los microordenadores de 16 bits, la compatibilidad se pone de manifiesto con la utilización del MS-DOS (elaborado por Microsoft); en los pequeños sistemas multiusuarios, ésta nos viene de la mano de Oasis, Turbodos y Unix, de más reciente creación; en equipos de mayor tamaño la compatibilidad se aplica a los distintos sistemas de la misma firma fabricante, como es el caso del S/36 de IBM o de la familia VAX de Digital.

Bill Gates, presidente de Microsoft (empresa creadora de MBASIC) fue el impulsor del software standard.



A.P.



Planeta - Logic

El software ha evolucionado para facilitar al usuario su utilización. Junto a las aplicaciones clásicas de gestión de empresas, empiezan a aparecer paquetes integrados para cualquier aplicación standard.

La evolución en hardware y software

El software ha evolucionado para facilitar al usuario su utilización. Además de las aplicaciones clásicas de gestión de empresas (contabilidad, facturación, nómina, control de stocks) realizadas a la medida de las necesidades del usuario o bien de manera standard (haciendo el estudio de las necesidades tipo de la mayoría de usuarios), están apareciendo en el mercado lo que se conoce como aplicaciones para sectores verticales, en las cuales se trata de dar solución a las necesidades de informatización comunes de un sector muy concreto. Así, en el mercado contamos con aplicaciones para gestión de centros de enseñanza, abogados, inmobiliarias y un sinfín de posibilidades, que permiten a la informática llegar a cualquier grupo en forma de aplicaciones standard.

La gran evolución técnica del hardware ha conseguido que podamos disponer de prestaciones (capacidad de memoria, velocidad de proceso, capacidad de almacenamiento externo) en equipos personales/profesionales, en otros tiempos asociadas con la idea de grandes ordenadores. Con ello, se nos abre la posibilidad de trabajar con potentes herramientas software sobre equipos modestos. Nos referimos, entre otras, a editores, bases de datos, hojas de cálculo, procesadores de textos y paquetes gráficos. En concreto, y volviendo a la idea de compatibilidad, han proliferado multitud de este tipo de ayudas a la programación para sistemas operativos como CP/M y Ms-DOS, entre los que podemos destacar WordStar, Data Base II y III, Multiplan, Peach Calc, por citar algunos. Pero, sin duda, la gran innovación de los últimos años en este tipo de software, es lo que se conoce como paquetes integrados, los cuales, al reunir en un solo módulo varias de estas aplicaciones, posibilitan el trabajo conjunto e interrelacionado con los distintos componentes y ofrecen al usuario unas prestaciones difíciles de superar por ninguna otra herramienta software. Entre los más conocidos podemos destacar Open Access, Lotus 1-2-3, Symphony, Framework y Peach Pack.

Una tendencia muy marcada desde los inicios del software comercial es la de hacer llegar éste al usuario de la forma más amena posible, evitando en todo momento que la utilización de una determinada aplicación se convierta en un handicap para el usuario, como consecuencia de su complejidad. Esta importante técnica tiene una denominación que ya se ha hecho popular en el mercado informático: user friendly (usuario amigable). Bajo esta nueva concepción se pretende que el software pueda ser utilizado por aquellas personas con mínimos o nulos conocimientos de informática mediante el uso de: comandos nemotécnicos y con posibilidad de abreviación; diferentes menús jerarquizados que marcan las diferentes opciones a seguir en cada caso; pantallas de ayuda para consultas en tiempo real sin necesidad de acudir al manual de utilización; mensajes de error con posibilidad de reintento; verificación de comandos inusuales o conflictivos; claves secretas de acceso a información protegida, etc. De esta forma, es posible extraer el máximo rendimiento a la aplicación, sin necesidad de conocer como está realizada desde el punto de vista de programación.

La investigación y desarrollo de nuevas herramientas software continúa a pasos agigantados, y lo que se pretende es que la informática pueda llegar a toda la sociedad. Entre los logros más recientes, podemos citar: la E.A.O. (enseñanza asistida por ordenador), con la perspectiva de implantar el ordenador en las escuelas como una herramienta para el profesor; las técnicas CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing), de gran utilidad en el diseño y fabricación industrial; la inteligencia artificial, englobada en un ambicioso plan de desarrollo conocido como *quinta generación,* con objetivos tan sugerentes como lenguaje natural, robótica, reconocimiento de formas y sistemas expertos, y la concepción de lenguajes específicos para esta área, como LISP o PROLOG.

La informática está influyendo de forma importante en las industrias, y en especial sobre las áreas del diseño y la fabricación, que ahora, mediante el concurso del ordenador, incorporan un gran número de ventajas técnicas, como son los sistemas CAD/CAM. En la foto, centro dedicado al CAD/CAM, de la Fundación BCD en Barcelona.



Centro BCD - CAD/CAM de Barcelona

El mito del garage

La fiebre del oro

El deseo de hacer una fortuna lo más rápidamente posible es un deseo innato de toda la humanidad. A través de los tiempos esta actitud se ha ido concretando en diversas pasiones en diversas «fiebres», según el momento histórico que se estuviera viviendo.

Un gran comerciante de la informática recordaba cómo, en tiempos de la fiebre del oro, algunos habían conseguido en breve tiempo una gran fortuna, aunque otro grupo, mucho más numeroso, había muerto en las cunetas de los caminos que conducían al preciado metal.

Hace algunos años todo multimillonario norteamericano que se preciase de haber hecho una fortuna rápida tenía, casi obligatoriamente, que haber dedicado parte de su infancia a la venta de periódicos.

La informática, joven industria, tiene también un mito parecido, más acorde con los tiempos actuales. Según este mito, es perfectamente posible haber iniciado una pequeña empresa en un garage y, al cabo de unos años, tener un auténtico imperio industrial.

Los ejemplos se cuentan por docenas. Aunque quizás el referido mito sea típicamente norteamericano, puesto que en Estados Unidos es mucho más fácil disponer de un garage que en otros sitios porque prácticamente en cada casa existe uno.

Tuve ocasión de conocer personalmente a un curioso personaje, Mr. Morrow, en su stand de la Feria informática NCC, en Los Ángeles. Se trataba de un empresario que había empezado su negocio en un garage. Era un gran técnico, su empresa creció y sus productos se difundieron por todos los Estados Unidos. Al cabo de un tiempo, decidió comprarse una gran casa señorial en lo alto de una colina de la bahía de San Francisco. En esta nueva casa construyó un suntuoso garage con paredes recubiertas de mármol y continuó haciendo lo que más le gustaba: diseñar en el garage.

¿Mito o realidad?

¿Está vigente todavía este mito? ¿Se puede poner como ejemplo a las nuevas generaciones de técnicos y empresarios informáticos? La respuesta debe encontrarse analizando la evolución de la industria informática.

Al principio, en la fase de nacimiento de la nueva tecnología, era la hora de los pioneros. Una idea podía pasar fácilmente a prototipo, de éste a producción artesanal y, rápidamente, al mercado. La inversión era más de neuronas que de dinero.

A medida que el sector se ha ido industrializando, la fabricación se ha estandarizado y el mercado se ha ampliado hacia el mercado de consumo. Las grandes marcas y la propia demanda han ido imponiendo un ciclo productivo más largo, en el que la capacidad financiera, el marketing y las redes de distribución dejan poco lugar a los planteamientos que disponen de escasos recursos materiales.

El panorama anterior lleva implícita la respuesta a la posibilidad de subsistencia del mito del garage. El mito continúa vigente, pero su transformación en un éxito es cada vez menos posible.

Y cabe matizar el anterior concepto significando que en el sector del hardware, en el que las ideas difícilmente serán rentables a no ser que vengan apoyadas por las grandes multinacionales de la producción, el mito ha perdido ya toda posibilidad de convertirse en realidad.

Sin embargo, en el sector más imaginativo del software, en el que aunque se dependa en gran medida de la dimensión y del marketing se puede establecer un paralelismo mucho más directo entre el lanzamiento de un programa y el lanzamiento de una película o de un disco, una idea brillante siempre puede y podrá tener un éxito fulgurante y, por tanto, siempre se mantendrá viva la posibilidad de transformar en realidad el mito del garage.

Y podemos incluir, en el concepto software, una gran variedad de productos: desde programas de todo tipo hasta diskettes formativos y material de difusión. Cabe todo lo que signifique una mejora en la aplicación racional de la informática.

En cualquier caso, el mito del garage permanecerá siempre en el recuerdo de los informáticos y estimulará la innovación del sector.

Hasta hace pocos años, todo multimillonario norteamericano recordaba cómo empezó vendiendo periódicos hasta llegar a construir un gran imperio. La informática también tiene sus mitos, pero la semilla de esta industria, se encuentra casi siempre en el interior de un garage. El ejemplo clásico es Steve Wozniak, un joven técnico que diseñó y construyó, en el garage de su casa, el primer Apple I (TC), y junto a él, Steve Jobs, que consiguió con el Apple un gran éxito comercial.



A.P.

El mercado informático

1 Tendencias
2 Proteccionismo o libre competencia
3 Localización
4 Mercado de hardware
5 Mercado de software
6 Distribución
7 Computer shops
8 Difusión

El proceso de inversiones ha desempeñado un papel importante en el crecimiento de la alta tecnología en Estados Unidos. El acceso a los mercados de capitales por parte de las empresas ya establecidas y el recurso a sociedades de capital riesgo por parte de las nuevas empresas ha constituido el caldo de cultivo gracias al que ha sido posible el crecimiento de la industria de la alta tecnología desde el estado en que se hallaba hace unos años hasta su actual esplendor.

El crecimiento que se ha podido presenciar en la tecnología ha sido fabuloso. Es una parte importante de la balanza comercial de E.U.A. y de forma individual constituye una balanza claramente positiva. No hace falta decir que un grupo de analistas de inversiones de primera línea se siente poderosamente interesado en ver cómo evoluciona el mercado de la alta tecnología y cómo seguirá evolucionando, especialmente en lo que se refiere al mercado de los ordenadores.



Firo Foto

El mundo de los grandes ordenadores, dominado por IBM, es un negocio maduro desde hace tiempo. Montaje de un ordenador en la planta IBM, estado de Nueva York.

El sólido mercado de los mainframe

Los informes que los analistas financieros elaboran son tan completos como los de un asesor de investigaciones de mercado, aunque, a menudo, la información se interpreta desde puntos de vista diferentes. Mis últimas investigaciones me han llevado a la conclusión de que, por lo que a solidez se refiere, ha habido muy poca expansión del mercado de los mainframe en los últimos cuatro años. Y si retrocediéramos más, descubriríamos que el patrón no cambia tanto.

El negocio de los mainframe, o grandes ordenadores, dominado por IBM, es un negocio maduro desde hace tiempo. No obstante, parece inevitable que las instalaciones de ordenadores personales produzcan impacto en la actividad de los mainframe. Se nota un efecto estimulante en la demanda de grandes sistemas dado que, al proliferar los sistemas menores, éstos comienzan a conectarse con los grandes ordenadores, sobre todo para acceder a bases de datos centrales.

Si se ha superado ya la facturación de dos millones de ordenadores personales y si las instalaciones de dichos ordenadores están estimulando la demanda de los ordenadores grandes, ¿cómo es posible que el negocio de los grandes ordenadores no crezca con mayor rapidez? Sencillamente, porque a pesar de que hay un voraz apetito por la potencia informática, los dólares son los que dictan la velocidad de crecimiento. Y no es razonable suponer que los presupuestos del usuario vayan a crecer muchísimo más allá de un 10 %, o un 12 %, dado que la economía de E.U.A. no está creciendo de manera tan rápida.

Si, de hecho, los presupuestos crecieran un 15 % o un 20 %, según algunos esperan, no pasaría mucho tiempo sin que toda la economía de E.U.A. se sintiera tentada a sentarse ante terminales de ordenador y a programar.

Otro fenómeno que se ha observado, en la parte del mercado que ocupa IBM desde hace muchos años, es un cambio de opción comercial que ha pasado del arrendamiento financiero y el alquiler a la compra. El cambio se produjo por razones de competencia y por el deseo de hacer frente a las tendencias de la tecnología. No es posible ciertamente sobrevivir a base del arrendamiento financiero y el alquiler, durante cuatro o cinco años, sin verse amenazado por otros competidores que llegan con una tecnología más actual.

Hay un par de cosas que se derivan de este cambio. Una de ellas, es que IBM ha intensificado el crecimiento de sus beneficios. Cuando se vende una máquina se obtienen todos los beneficios en el momento de la venta. Cuando se arrienda, los beneficios se aplazan cuatro años.

Por otra parte, dado que el crecimiento de beneficios de IBM se ha acelerado, se han puesto las bases para el establecimiento de un mayor grado de períodos económicos cíclicos en el futuro. Y esto es así porque la naturaleza del negocio de la venta no es repetitivo como el negocio del arrendamiento.

Del miniordenador al puesto de trabajo

Pasando del mundo de los mainframes al de los miniordenadores, se ha producido una oscilación cíclica en las ventas de miniordenadores a lo largo de los últimos años. El sector de los minis es un negocio en alza que tuvo su origen a mediados de los años sesenta con la introducción por la DEC del PDP-8.

Actualmente las cosas van muy bien en este sector. El crecimiento de la facturación en la industria de los miniordenadores supera el 25 % anual.

El crecimiento más espectacular dentro de este apartado es la franja de la denominada workstation (puesto de trabajo). Sin duda se trata de un componente menor del

A.G.E.



El original PC de IBM, que constituye todavía el grueso de su facturación de PC's, es un producto de hace cuatro años en un mercado en el que se reciben los cambios rápidos como algo natural.



A.G.E.

Los analistas vaticinan una ralentización en el negocio del mainframe y en parte de los minis. Parece que el mercado de los PC sustituirá a los miniordenadores, propiciando la penetración de los ordenadores en todos los niveles de la sociedad.

negocio y está copado por empresas nuevas. Pero se va a dar mayor movimiento al negocio de los workstation a través de los proveedores establecidos. La franja de los sistemas de oficina está destinada a crecer a pasos más que aceptables, los sistemas para pequeñas empresas lo harán a un ritmo respetable, aunque menor, y los miniordenadores tradicionales crecerán a un paso más bien modesto.

Se ve cada vez más claro que lo que hace crecer el volumen de negocio del hardware es la disponibilidad de un software de aplicación. Los usuarios muestran cada día menos deseos de sentarse a programar cuando saben que lo que quieren hacer ya está en el estante, al alcance de su mano.

Los ordenadores personales

El ordenador personal tiene un mercado que, comparativamente, se encuentra todavía en expansión en cuanto a nuevos usuarios. Pero aún así, el ritmo de expansión de nuevos usuarios ha descendido vertiginosamente.

Examinemos el mercado corporativo y organizado de los ordenadores personales, que incluye las sociedades, universidades, hospitales y administración pública, y que tuvo su arranque verdadero en 1981, cuando IBM anunció sus PC.

El crecimiento previsto en 1982 para el ejercicio de 1983 fue del 114 %, dato que no es muy preciso pero que se encuentra próximo al verdadero. En 1983 se registró una especie de aceleración. Pero, a partir de este momento la velocidad de crecimiento fue disminuyendo paulatinamente y seguirá disminuyendo, a menos que se produzca un estímulo en forma de ciclo de productos. El PC de IBM, que constituye todavía el grueso de su facturación de ordenadores personales, es un producto de 1981 en un mercado en el que los cambios rápidos se suponen algo natural.

No obstante, en el mercado corporativo los ordenadores personales continuarán jugando un papel cada vez más importante. En los doce meses anteriores a junio de 1982, las compras de ordenadores personales como porcentaje del total de compras de ordenadores personales y miniordenadores fue del 7 %. En el período de doce meses que finaliza en junio de 1985, esta cifra aumentó a 32 %. En tan sólo tres años se había casi quintuplicado el porcentaje de los PC sobre la facturación mixta agregada.

En conclusión, la visión de los analistas financieros es la de un mercado con centros de interés cambiantes. El mercado de mainframes se está volviendo más cíclico y el sector del miniordenador se ralentiza. Se espera que dentro de poco tiempo el mercado de los PC arrolle al de los miniordenadores. Tales tendencias están propiciando la penetración de los ordenadores en todos los niveles de la sociedad.

Tendencias

El punto de vista de asesor de investigaciones de mercado

¿Cómo se puede adivinar si un asesor está mintiendo? Mirando a sus labios. Cualquier asesor que afirme que él sabe, con certeza absoluta, cuál es el porcentaje de facturación de tal o cual producto o servicio, con toda probabilidad está fantaseando. Lo único que se puede afirmar con certeza es que no existen las previsiones estadísticamente válidas.

Unos distribuidores pueden afirmar que ellos venden mucho. Otros pueden decir que ellos venden muy poco. Muchos distribuidores mienten con rutinaria regularidad. Por una u otra razón, necesitan interpretar el papel del que vende más de lo que realmente vende o del que vende menos. Por tanto, cuando se habla de una previsión de mercado, no se trata, de saber si se puede o no eliminar la incertidumbre. La cuestión está en saber cómo nos las arreglamos para minimizarla.

Suposiciones erróneas en torno a los PC y los mainframe

¿Cuántos fueron los PC que realmente facturó el año pasado IBM? Fuera de IBM, nadie lo sabe. Y es perfectamente posible que tampoco lo sepa nadie dentro de IBM, dado el ruido interno que se produce al valorar este tipo de información.

No se pretende desacreditar la asesoría de investigación de mercados. Incluso se puede afirmar que si no tuviéramos expertos, probablemente habría que inventarlos. Pero también es cierto que un defecto frecuente en muchos asesores y expertos es que comienzan a creer que conocen cosas que objetivamente ignoran.

La previsión implica el estudio de las tendencias y la elaboración de un pronóstico. Dado que los economistas han demostrado que el pronóstico se sitúa al mismo nivel que la astrología por el esmero con que se predice el futuro, lo que un buen asesor hace es, simplemente, jugar a las adivinanzas. El asesor plantea una inteligente, educada, documentada adivinanza basada en la mejor información disponible.

Pero téngase bien presente que los asesores no se limitan a informar acerca de los hechos. También ejercen influencia sobre ellos. Los asesores influencian a los usuarios a quienes atienden, puesto que antes de las entrevistas habrán leído algunos datos. Influencian también a sus competidores cuando éstos tratan de cuadrar dichos datos. Esta influencia puede inducir a grandes errores, a veces intencionadamente, otras veces por ignorancia.

Así pues, hay que tratar con escepticismo afirmaciones como «los PC harán que aumente la demanda de mainframe en las grandes organizaciones» porque no es verdad. Es posible que los usuarios digan eso, pero lo dicen porque unos asesores mal informados lo han afirmado para la Trade Press, que a su vez es leída por los usuarios, con lo que se está creando una falsa información.

Podemos estar de acuerdo con la idea de que los ordenadores personales generarán una enorme demanda de grandes sistemas, y que ello es uno de los planteamientos clave de los planes de IBM. Pero tal presunción es errónea.

Los ordenadores personales acabarán por generar una demanda de nuevos tipos de sistemas de información.



Planeta - Logic



A.G.E.

La combinación de nuevas tecnologías creará un nuevo entorno laboral y nuevos modos de vida. En la foto, robot experimental.

Primero, porque no hay correlación entre lo que se ha señalado recientemente como crecimiento de los mainframe y los ordenadores personales. Segundo, y en la medida en que se pueda determinar un impacto objetivo de los ordenadores personales sobre la demanda de sistemas más grandes, porque no tenderá a incrementarla sino reducirla.

Acaso puede llegar a decirse que los PC acabarán por generar una demanda de nuevos tipos de sistemas de información. Pero los sistemas de información resultantes no tienen por qué emplear necesariamente los mainframe, y probablemente no los utilizará de forma parecida a como hoy los están utilizando.

Más mitos informáticos

Hay numerosos mitos dignos de destacar en la industria de los ordenadores. Uno de ellos es que el ritmo de las transformaciones de algún modo se está reduciendo. Pero no es verdad: se está acelerando.

De hecho, la combinación de los microprocesadores con las redes de área local y un nuevo tipo de software que últimamente se está produciendo, junto a las nuevas arquitecturas de sistemas, tanto individuales como para toda la empresa, que van a presentarse en los próximos años, cambiarán radicalmente y en sus fundamentos el empleo de los sistemas de información.

Los pocos años que median hasta el final de la presente década van a constituir el período singular más intenso de la innovación tecnológica, gran parte de la cual será debida a la industria de la información.

Otro mito destacable es el de que IBM ejerce una hegemonía en la industria y es la empresa que va en cabeza. Pero IBM no logró imponer el PC Jr como un standard y hoy es Wang, y no IBM, la que tiene instalada la base más extensa de sistemas procesadores de textos múltiples. Los aspectos más interesantes en el mundo de los grandes negocios serán los referentes a la forma en que actuará IBM en un entorno en el que la tecnología clave está cambiando y de manera no necesariamente favorable a esta empresa.

Algo que también va a afectar a IBM es el hecho de que la enorme oleada de crecimiento de los PC se está acabando. No se sostendrán los niveles actuales. De hecho, se puede decir sin exagerar que en Estados Unidos se registra ya una recesión entre los distribuidores de ordenadores personales y de software para estos ordenadores, entre los publicistas de revistas sobre ordenadores personales y entre los inversores de capital riesgo abocados a los ordenadores personales. Y probablemente esto también afectará a los asesores que se especializan en la asesoría del ordenador personal.

Cuidado con los cantos de sirena

Está claro que se da un elemento errático en todo el asunto de los ordenadores personales. Nadie sabe con certeza ni tan sólo si se pueden sostener los niveles de crecimiento previstos, y numerosas señales indican que en el momento actual ya no se mantienen. Silicon Valley, hasta hace muy poco tiempo la tierra de los lujosos coches sport, es hoy la tierra de la gran preocupación, con el alcoholismo en aumento, las bancarrotas, las liquidaciones y el temor a la falta de liquidez.

Es muy posible que en un futuro inmediato se dé un profundo vuelco en la industria en general, lo que creará las condiciones para un crecimiento muy sustancial y sostenido en lo que resta de los años ochenta.

El período de innovación acelerada que vamos a presenciar en los próximos años representa para la industria de la información, y más en general para nuestra civilización, una especie de cambio climatológico. La combinación de nuevas tecnologías, microprocesadores, redes de área local, satélites, fibras ópticas y nuevos tipos de software, sistemas expertos e inteligencia artificial van a crear literalmente la nueva atmósfera en la que próximamente vamos a trabajar y a vivir.

Proteccionismo o libre competencia

Tecnología y crecimiento económico

Bismark dijo una vez que quienes respetan las leyes o les gustan las salchichas no deberían ver cómo se hacen. No hace mucho tiempo tuve el privilegio de ser uno de los casi seiscientos representantes de intereses privados en una conferencia cuya finalidad era la de resolver las diferencias entre la versión del Senado y la de la Casa Blanca sobre el proyecto de ley del comercio.

Asistí a la conferencia en mi calidad de consejero en Washington de la Asociación de industrias de semiconductores, que intentaba obtener la eliminación de los aranceles sobre semiconductores y piezas de ordenador y cumplir un mandato del presidente de Estados Unidos de negociar sobre alta tecnología.

Las empresas con las que trabajo encuentran muy extrañas las gestiones en Washington. Por lo general, las empresas de alta tecnología han ignorado Washington, no han visto que el proceso de la política pública sea de gran trascendencia histórica; y tampoco han tenido demasiada influencia en ella. Pero eso empieza a cambiar. Y debe cambiar si se desea conseguir un entorno en el que se atiendan con igual cuidado los intereses de la alta tecnología y los de la economía.

La pregunta principal que cabe plantearse es cómo conseguir un crecimiento sostenido de la economía. Esta pregunta debe ser la principal preocupación de todo gobernante, ya sea en Europa, en Estados Unidos o en Japón. Y ha pasado a primer plano, a causa de las recientes convulsiones económicas generales, que han alejado del público la creencia ciega en el crecimiento como el curso natural de las cosas.

Antes de 1973 parecía que se había iniciado un crecimiento ininterrumpido, con algunas recesiones, algún movimiento cíclico y poca cosa más. Se preveía un proceso continuado hacia adelante, con algunos pasos hacia atrás de vez en cuando. Pero después de la O.P.E.P., la segunda sacudida de los precios del petróleo, y el abandono de los acuerdos de Bretton Woods, ya no se defiende esta hipótesis en ninguna capital de Europa, Japón o América.

Desde luego, todos los gobiernos, tanto de países desarrollados como en vías de desarrollo, desean que el crecimiento económico sea el máximo posible. La cuestión es cómo lograrlo.

El papel de la alta tecnología en este tema es algo que nadie pone en duda. Laurent Fabius señaló que las nuevas tecnologías se diferencian de las antiguas en que producen un impacto trasversal, afectan a todos los sectores y actividades empresariales de cualquier tamaño.

La aplicación de la alta tecnología a las grandes empresas, como las del sector del acero o del automóvil, puede volver a convertirlas en competitivas y revitalizar los sectores industriales deprimidos.

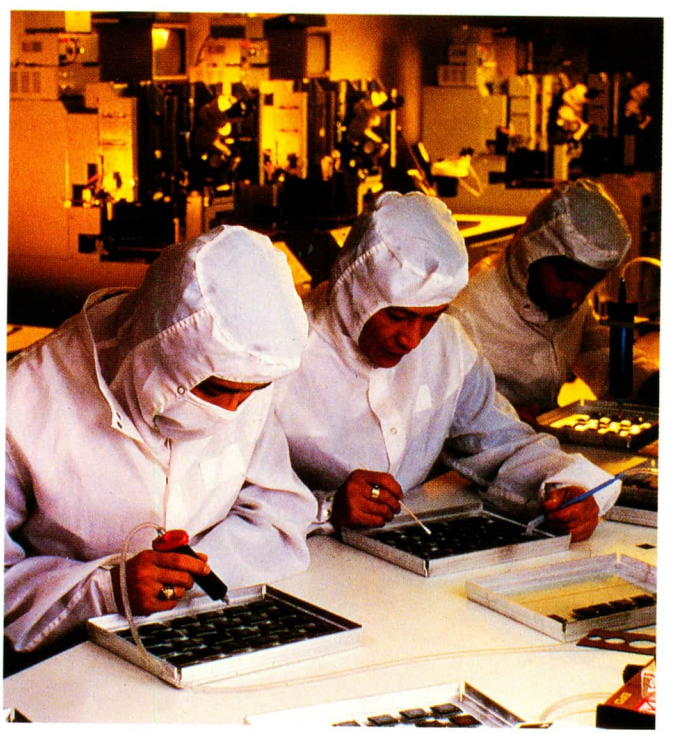
Pero, además de esto, los sectores de los ordenadores, los semiconductores y las telecomunicaciones están considerados como áreas de elevado crecimiento por sí mismas, aun sin contar con sus aplicaciones en otras áreas. Se trata de actividades poco contaminantes, que apenas dependen de suministros de recursos naturales procedentes de zonas poco estables y emplean una mano de obra muy cualificada. Todos ellos aspectos empresariales muy apreciables.

Así pues, muchos gobiernos tienen sus propios programas para fomentar el crecimiento de las industrias de alta tecnología como pasaporte para el futuro. Pero en Estados Unidos se cree, quizás en exceso, en la teoría del *laissez faire*. No importa demasiado saber lo que está sucediendo en la economía mundial. Saber lo que está pasando significa precisamente que tendremos que actuar en algún sentido.

Esto no quiere decir que la actitud del gobierno norteamericano sea enteramente no intervencionista. Se deben corregir las cosas de vez en cuando, como, por ejemplo, reducir alguna vez las importaciones de acero o de automóviles, cuando otra pieza de la maquinaria económica como el precio del dólar o la balanza comercial no funcionan correctamente.

En la economía de Estados Unidos, el sector de la alta tecnología se compone de personas que tradicionalmente creen con firmeza en el sistema de libre mercado. No obstante, las circunstancias competitivas están cambiando.

El sector de los ordenadores, semiconductores y telecomunicaciones está considerado como un área de elevado crecimiento. En la foto, fabricación de chips en Milpitas, California.



A.G.E.

Los aranceles han descendido y continuarán su descenso en Estados Unidos, en Europa y en Japón.

Un panorama cambiante

Están en competencia frontal, por lo tanto, diferentes tipos de economías. El sistema de tasas de intercambio, lejos de ser un amortiguador es un problema. Así, por primera vez en los últimos años, las empresas de alta tecnología han comenzado a interesarse por las diferentes políticas públicas que afecten a su competitividad. Enfrentados con mercados extranjeros cerrados en un momento en que Estados Unidos, unilateralmente, abrían el suyo, han comenzado a adivinar en el horizonte la amenaza de la competencia.

Las empresas de alta tecnología comenzaron a examinar, por ejemplo, los costes del mercado de capitales. Han empezado a interesarse por las ventajas fiscales de la investigación y desarrollo. Han buscado incentivos fiscales para sus donaciones de equipos a las universidades porque también se han dado cuenta de que hay escasez de ingenieros electrónicos experimentados (Japón está produciendo al año el doble de ingenieros que Estados Unidos, a pesar de tener la mitad de población). Y también han pensado, las empresas de alta tecnología, que les sería útil una reducción negociada de las barreras comerciales. Pero no se han detenido aquí y han buscado también la eliminación de los aranceles sobre semiconductores en Estados Unidos y en Japón. Han intentado la revisión de la Export Administration Act, o medidas de control a la exportación, de modo que dicha acta no sea empleada como coartada contra las transferencias con el extranjero de productos o tecnología. Han promovido la reforma de las leyes estadounidenses antitrust, de modo que puedan trabajar unidos varios grupos de empresas en proyectos conjuntos, toda vez que resulta demasiado caro llegar, de forma individual, hasta la próxima generación de tecnología. Y se han interesado, en fin, por el desarrollo de la protección efectiva de la propiedad intelectual.

Crear un entorno

Sin embargo, la industria no ha buscado una protección directa. Se ha fijado como objetivo el proceso de innovación, para crear el entorno donde ésta pueda tener lugar y puedan desarrollarse las empresas.

Los empresarios de tecnología punta desconfían de toda previsión de éxitos o de fracasos. A Bob Noyce, el coinventor del circuito integrado y vicepresidente de Intel, le preguntó su esposa si consideraba una buena inversión la participación en el capital de una nueva empresa de ordenadores. Noyce contestó que no lo consideraba una buena inversión. Su esposa invirtió de todos modos, sin hacer caso del consejo, y la empresa se llamó Apple Computers. La moraleja que se desprende de la anécdota, contada por el propio interesado, es que resulta muy difícil, incluso para el muy avezado en los negocios, prever los éxitos o los fracasos, aunque de alguna manera, la American research and development ha tenido más aciertos que la mayoría.

Todo esto no quiere decir que el gobierno de Estados Unidos no haya intervenido en cierto sentido en determinadas áreas. La carrera del espacio y la defensa fueron muy útiles para la industria, en sus fases iniciales. Sin embargo, para proyectos específicos como el proyecto del departamento de Defensa para el programa VHIC (very high speed integrated circuits) se debate calurosamente en el seno de la industria si no se están empleando los recursos de las aplicaciones comerciales en algo que no tiene un interés determinado para la propia industria.

La financiación directa de proyectos con investigación dirigida es vista con suspicacia en Estados Unidos, al



Pantalla de cotización en el mercado del oro.

A.G.E.

Arch. Planeta



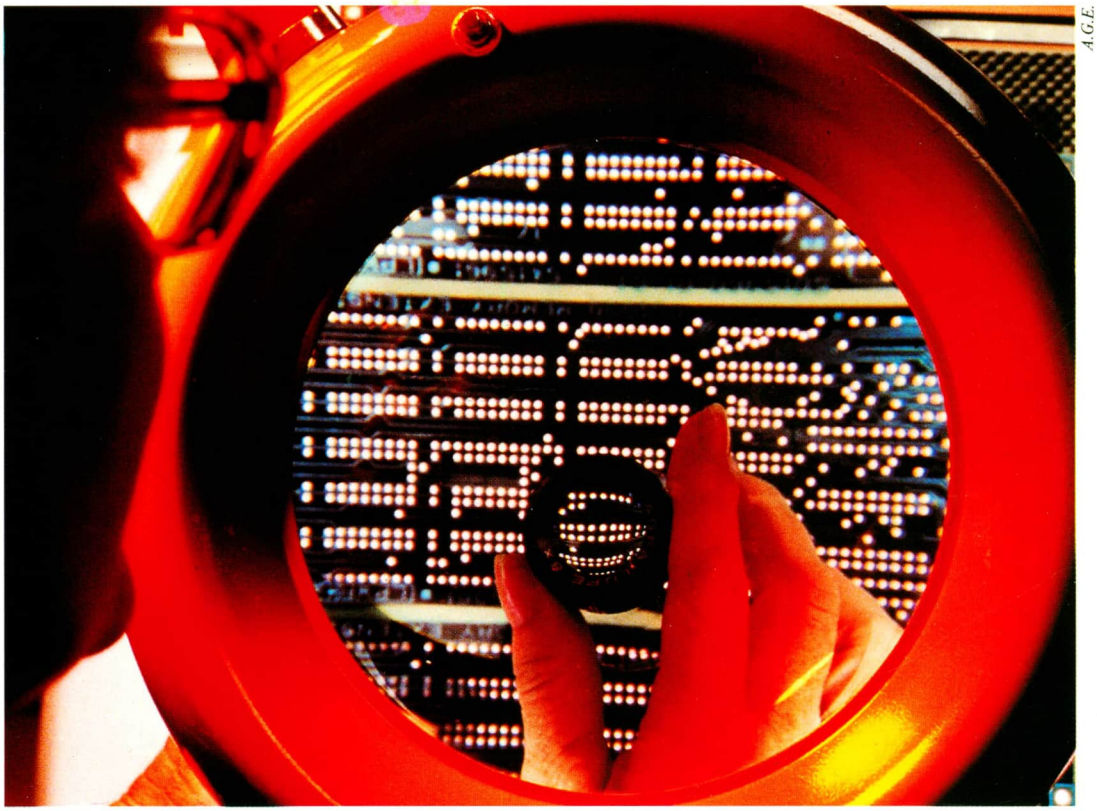
La carrera del espacio y la defensa fueron muy útiles para la industria de alta Tecnología en sus fases iniciales. En la foto, lanzamiento del Apolo 17.

contrario de lo que ocurre en Europa, donde un buen número de empresas industriales son objeto de subvenciones del gobierno.

Últimamente se elaboró un informe de la comisión de las Comunidades europeas que compara la fuerza y las tecnologías de la información en Europa y Japón con las de Estados Unidos. En dicho informe, Europa aparece como la más adelantada en dos de dieciséis tecnologías: el software para la tecnología informática y la tecnología de las comunicaciones. En el resto de tecnologías, según el informe, Japón y Estados Unidos llevan la delantera. Aún así, hay una fuerte creencia en Europa de que la alta tecnología ha de ser subvencionada.

¿Tiene fundamentos este argumento? Piénsese en lo siguiente: las empresas estadounidenses que han triunfado, al menos en el área de los semiconductores, no son las viejas empresas electrónicas. Éste es uno de los resultados de la dificultad de selección de las empresas que tendrán éxito o no lo tendrán. Por lo general se ejerce alguna presión sobre un gobierno en favor de algún interés creado para orientar la elección de subvenciones, pero al final resulta que no han sido RCA, Sylvania o General Electric las que resultaron las mejores empresas en el área del chip, por ejemplo.

La opción del gobierno de Francia o de los sucesivos gobiernos de Gran Bretaña inclinándose por empresas ya existentes y tratando de realizar con ellas los grandes saltos hacia adelante, no ha dado tan buenos resultados. Heinrich von Moulter, de la comisión de la C.E.E., consideró que el continuo predominio de las grandes empresas nacionales era el mayor obstáculo para el crecimiento de las industrias europeas de alta tecnología.



A.G.E.

Las industrias de alta tecnología tienen un papel destacado en el crecimiento económico y en la consecución de un mejor nivel de vida. En la foto, control de fabricación de circuitos impresos en Phoenix, Arizona.

El tema del acceso al mercado es también otro punto controvertido. ¿Por qué desea la industria estadounidense de los semiconductores que se eliminen los aranceles en Estados Unidos y en Japón, pero no les importa lo que se haga con los aranceles en Europa? Porque Europa no es competitiva. Que se haya invertido allí, es otra cuestión. Interesa saber que el mercado europeo está reduciéndose y que ha perdido puntos en el porcentaje del mercado mundial de semiconductores.

Los fabricantes norteamericanos de semiconductores piensan que su futuro depende del éxito de los fabricantes norteamericanos de bienes de equipo. Si elevaran los precios de los componentes y consiguieran la protección que buscan, los ordenadores, las telecomunicaciones, el equipamiento médico, el proceso de datos y todo el proceso industrial posterior se haría menos competitivo, y los japoneses no son grandes compradores de componentes extranjeros. Es, pues, preferible aceptar estratégicamente la competencia que los japoneses ejercen en este mercado, desechando los aranceles, que no conseguir el proteccionismo.

El proteccionismo no funciona

En los países donde se ha aplicado, la protección no funciona. Brasil tiene un programa subvencionado para pequeños ordenadores. En general es un desastre. Pueden hacer microordenadores, pero su coste es cuatro veces superior al coste real. No son competitivos. Y esta misma situación les ha impedido disponer en la mesa de cada uno de los miembros del gobierno y del sector privado, de un pequeño ordenador, y se han privado asimismo de los avances en el software procedentes de la rápida expansión de la tecnología.

México mantiene una actitud similar. La idea de invitar a empresas extranjeras a instalarse en el país y nacionalizarlas después esperando que continúe la entrada de nuevas tecnologías no es evidentemente muy realista.

En resumen, la cuestión puede plantearse así: ¿Por dónde deben ir Europa y Estados Unidos con referencia a las políticas públicas? Primero, debe haber un verdadero diálogo entre la Comunidad europea y Estados Unidos para obviar y reducir las tensiones comerciales en alta tecnología. Eufemismo que quiere decir que se rechace toda acción proteccionista. Segundo, se debe apoyar la idea de negociaciones multilaterales en alta tecnología, para hacer este mundo algo más razonable. Lo que el GATT hizo con los aranceles y las cuotas aduaneras, debe hacerse con la alta tecnología. Tercero, Estados Unidos y Europa han de tomar el liderazgo en el desarrollo de las normas internacionales de la propiedad intelectual, diseños de chips y demás cuestiones de esta índole.

El público debe convencerse de que las nuevas tecnologías ofrecen grandes oportunidades y que exigen participación y no protección. Las industrias de alta tecnología tienen un lugar muy importante en la consecución del crecimiento y de un mayor nivel de vida. El hecho de que los gobiernos de Estados Unidos, Europa y Japón estén reconsiderando sus políticas públicas frente a la alta tecnología es muy importante y los acuerdos adoptados en este campo tendrán un significado decisivo en el desarrollo futuro de las naciones.

Localización

Los orígenes

La localización del mercado informático no es estática, sino que ha ido ampliándose a lo largo del tiempo.

Los orígenes del ordenador actual hay que buscarlos en la Gran Bretaña del siglo XIX. Cuando, en 1833, Charles Babbage diseñó su máquina analítica, sentó las bases de la informática tal como se entiende actualmente. Esta máquina fue la primera en utilizar una secuencia de instrucciones almacenadas para determinar el orden de las operaciones aritméticas a efectuar, es decir, lo que hoy recibe el nombre de programa. Sin embargo, aunque, la máquina no llegó a construirse jamás porque la ingeniería de la época no permitía fabricar muchas de las piezas necesarias con la suficiente precisión.

A finales del siglo XIX hubo algunos avances importantes en Estados Unidos, como, por ejemplo, la invención de la tarjeta perforada por parte de H. Hollerith. Durante los primeros años del siglo XX, sólo Europa pareció preocuparse por la informática. En esa época se diseñaron varias máquinas electromecánicas y electromagnéticas a las que siguieron otras electrónicas, tras la invención de la válvula de vacío.

Como en tantos otros campos, fue la segunda guerra mundial la que dio un impulso definitivo a la informática. En aquella época, en Gran Bretaña y Estados Unidos se construyeron varios ordenadores con fines militares.

Finalizada la guerra, se produjo una variación total del orden económico internacional. Europa se recuperó lentamente, mientras que Estados Unidos tomó el relevo como gran potencia económica e industrial. En 1951, se construyó en Estados Unidos el Univac-1, primer ordenador comercial, ya que todos los anteriores habían tenido su origen en proyectos gubernamentales o universitarios. El descubrimiento del transistor y, más tarde, el del circuito integrado, aceleró los acontecimientos. El ordenador fue ya, durante los años sesenta, una herramienta necesaria para las grandes empresas, aunque su fabricación continuó siendo prácticamente un monopolio de Estados Unidos.

A principios de la década de los años setenta, se produjeron dos hechos importantes: la popularización del terminal de pantalla y teclado, que permitió acercar el ordenador hasta el despacho del usuario, y la aparición de los primeros miniordenadores, que ofrecían una potencia de cálculo notable a un precio asequible. La informática europea, que había renacido en los años sesenta, cobró auge y apareció a su vez un nuevo competidor en el mercado: Japón. A pesar de ser los últimos en llegar, los japoneses han conseguido en los últimos quince años equiparar su hardware con el de los productores tradicionales, europeos y norteamericanos, y actualmente, están en vías de conseguir lo mismo con el software. Un gran plan de investigación a varios años vista, auspiciado por el ministerio japonés de Comercio e Industria, pretende llegar a fabricar ordenadores de tecnología muy avanzada y superar a los países competidores.

Los fabricantes de ordenadores europeos y norteamericanos han instalado plantas de fabricación o ensamblaje en el Sureste asiático, debido a los bajos costes en mano de obra y equipamientos. Planta de fabricación de ordenadores en Penang, Malaysia.



Allan Cash - Firo Foto



Testelin - Gamma

En Europa la dispersión geográfica de las empresas informáticas es mayor, pero se van conformando algunos centros importantes, como el Silicon Glen, en Escocia.

Los años ochenta

Con motivo del boom informático de principios de los años ochenta y la consiguiente popularización del ordenador personal, también florece una importante industria informática en otros puntos del sudeste asiático. Sin embargo, estos países, más que desarrollar una tecnología informática propia, se han especializado en hacer copias de bajo precio de microordenadores de otros países. Por otra parte, algunos fabricantes de ordenadores europeos y norteamericanos han instalado plantas de fabricación o montaje en el sudeste asiático, debido a los bajos costes de mano de obra y equipamientos en otra región.

También la Europa del este dispone de industria informática. Sin embargo, aunque no se conocen muchos datos, parece ser que su retraso respecto al bloque occidental es de, al menos, tres años. Otro problema más grave es que su producción de hardware no alcanza las cotas necesarias para que estos países puedan autoabastecerse. Por otra parte, no pueden importar la mayoría de los equipos fabricados en Occidente, debido a un acuerdo (COCOM) que incluye leyes restrictivas sobre transferencia de tecnología punta al bloque oriental y que ha sido firmado por los principales países productores de Occidente.

A un nivel más local, las empresas del sector informático han tendido a agruparse en zonas geográficas muy concretas. Entre éstas, es famosa Silicon Valley, en California, donde están ubicadas una gran parte de las empresas informáticas y electrónicas norteamericanas. Silicon Valley nació en los años sesenta y, gracias al boom informático, creció rápidamente. Es un paraíso de altos sueldos, fortunas rápidas y personal con mucha movilidad de trabajo. No obstante, el estancamiento de algunos sectores informáticos, así como la competencia japonesa y otros factores económicos, han frenado, en cierta medida, la prosperidad de Silicon Valley en los años ochenta y lo hacen peligrar de cara al futuro, aunque hoy por hoy sigue siendo el principal núcleo informático mundial.

En Europa la dispersión geográfica es mayor, pero se van conformando algunos centros importantes, como Escocia, donde se han instalado un buen número de empresas dedicadas, sobre todo, al diseño y fabricación de circuitos integrados.

España es un gran consumidor de informática, aunque, hasta el momento, no destaca como productor. Dentro del marco del Plan electrónico e informático nacional (PEIN) el gobierno español ha intentado atraer a empresas extranjeras del sector dispuestas a fabricar o a investigar en nuestro país y a transferir tecnología punta a cambio de ciertos beneficios fiscales. Otro objetivo del PEIN es el de potenciar la industria autóctona. Las empresas del sector se han ido concentrando en las áreas de Madrid y Barcelona. En esta última ciudad, en lo que se ha dado en llamar Silicon Vallés (el Vallés es una comarca cercana a Barcelona). También hay instalaciones y plantas de fabricación en otras provincias, como Toledo y Valencia.

Mercado de hardware

1 Home computers
2 Microordenadores
3 Miniordenadores
4 Mainframes

En los primeros años de la informática, los ordenadores eran asimilados a la idea de enormes artefactos, extremadamente caros e inalcanzables para cualquier sector económico. Su existencia únicamente tenía sentido en ambientes de alta investigación o grandes proyectos, respaldados siempre por fuertes economías, en su mayoría públicas, como universidades, centros de investigaciones militares o espaciales y departamentos estatales.

Pero a raíz de su fabricación en serie, los ordenadores pudieron llegar a las empresas privadas. Así, en 1953, cuando IBM comercializó su modelo IBM 650, logró vender más de 1 000 unidades, cuando en realidad su previsión de ventas era de 50. Sin embargo, el mayor éxito de IBM haya sido posiblemente la serie 360, lanzada al mercado en 1961 y que, gracias a una poderosa política de marketing, permitió a la compañía ocupar la posición de

La informática ha llegado a la enseñanza básica y media como una asignatura más, y pocas son las carreras universitarias que no posean asignaturas o incluso especialidades de esta nueva ciencia.



A.G.E.



A.P.

Los ordenadores se van introduciendo en actividades tan cotidianas como la extracción del dinero de un cajero automático o la reserva de pasaje de aviones o cruceros. En la foto, agencia de viajes dotada con ordenadores.

líder en el mercado informático, que aún conserva en la actualidad. Todo ello motivó que durante los primeros años de la expansión de la informática, el público asociara la idea de ordenador con el nombre IBM.

Aunque los precios de los ordenadores cada vez eran más bajos, éstos seguían siendo un privilegio de las grandes economías. Pero a raíz de la sustitución del transistor por el circuito integrado, los costes de producción fueron cada vez menores, lo que, unido a la gran competencia de este mercado, ha permitido que el ordenador pueda finalmente estar al alcance de cualquier economía y así se puede afirmar que hoy por hoy la informática es una parte integrante de nuestra cultura.

Un fenómeno decisivo que motivó la definitiva popularización de la informática fue la aparición de los primeros ordenadores personales, hecho que, como otros anteriores, vino de la mano de IBM. Con los PC y los home computers los ordenadores llegaron a las pequeñas empresas y a los hogares.

De esta manera se ha ido constituyendo alrededor de la informática un floreciente mercado, con fuertes inversiones en marketing por parte de los fabricantes, que ofrece una gran variedad de productos para cubrir cualquier necesidad. Desde un pequeño ordenador doméstico que por un precio de unos miles de pesetas, puede hacer las delicias de cualquier adolescente, hasta un superordenador capaz de controlar los automatismos de una central nuclear, cuyo coste puede llegar a varios cientos de millones.

Las aplicaciones de los ordenadores son múltiples y es difícil encontrar un sector de la sociedad en el que no tengan cabida, pues sin duda formamos parte de una cultura basada en la información. Información que extraemos de cualquier evento, que analizamos para extraer de ella más información, que aplicamos a cualquier proceso, comunicamos a los demás o simplemente guardamos para cuando nos sea necesaria. Y es la informática la ciencia que se encarga del tratamiento de la información y los ordenadores, la herramienta que permite una gestión automatizada. Así podemos encontrar aplicaciones de los ordenadores tan dispares como pueden ser la elaboración de la nómina de una empresa o el control total de los equipos que gobiernan una nave espacial. Incluso actividades tan cotidianas como la extracción de dinero de un cajero automático o la reserva de un pasaje de avión, se efectúan con ayuda de la informática.

Está cercano el día en que las oficinas sin papeles, las fábricas robotizadas y la enseñanza asistida por ordenador (E.A.O.) sean una realidad y nos hallemos acostumbrados a la presencia de la informática hasta tal punto, que llegue a ser algo tan imprescindible como lo es ahora la electricidad. Quizá en un futuro muy lejano nuestra época sea considerada como la edad del silicio, al igual que denominamos a las sucesivas etapas de nuestra prehistoria edad de piedra, de bronce y de hierro.

Home computers

La popularización de los home computers u ordenadores domésticos ha sido consecuencia directa de sus relativos bajos costes de adquisición. Hoy en día, la compra de uno de estos equipos no supone un gran sacrificio económico para ninguna familia, pues su precio queda a la altura del de cualquier electrodoméstico de los que habitualmente podemos encontrar en un hogar moderno. Además, la relación prestaciones/precio de estos equipos crece vertiginosamente. Hoy podemos encontrar pequeños ordenadores domésticos con una potencia similar a la de las máquinas que hace varios años eran consideradas como ordenadores personales, y a un precio equivalente al de las primeras calculadoras científicas programables. Sin embargo, su gran aceptación no se basa únicamente en su bajo precio. Un factor decisivo en su popularización ha sido la posibilidad de poder ser programados en un lenguaje de gran versatibilidad y fácil aprendizaje como es el lenguaje BASIC. Con este lenguaje se ha conseguido que la programación y, por consiguiente, los ordenadores domésticos puedan llegar con facilidad a estratos sociales en un principio no preparados técnicamente para la utilización de la informática. Todo ello unido al sistema de módulos y la compatibilidad en este tipo de equipos, sobre todo en aquellos que se rigen por las normas de estandarización MSX.

Esta modularidad ha hecho posible que, a partir de una configuración base muy sencilla (como, por ejemplo, 8 kilobytes de memoria RAM, almacenamiento externo en cassette de audio convencional y utilización del TV doméstico como monitor), el equipo pueda ser sucesivamente ampliado en función de las necesidades y a medida que las economías familiares lo permitan.

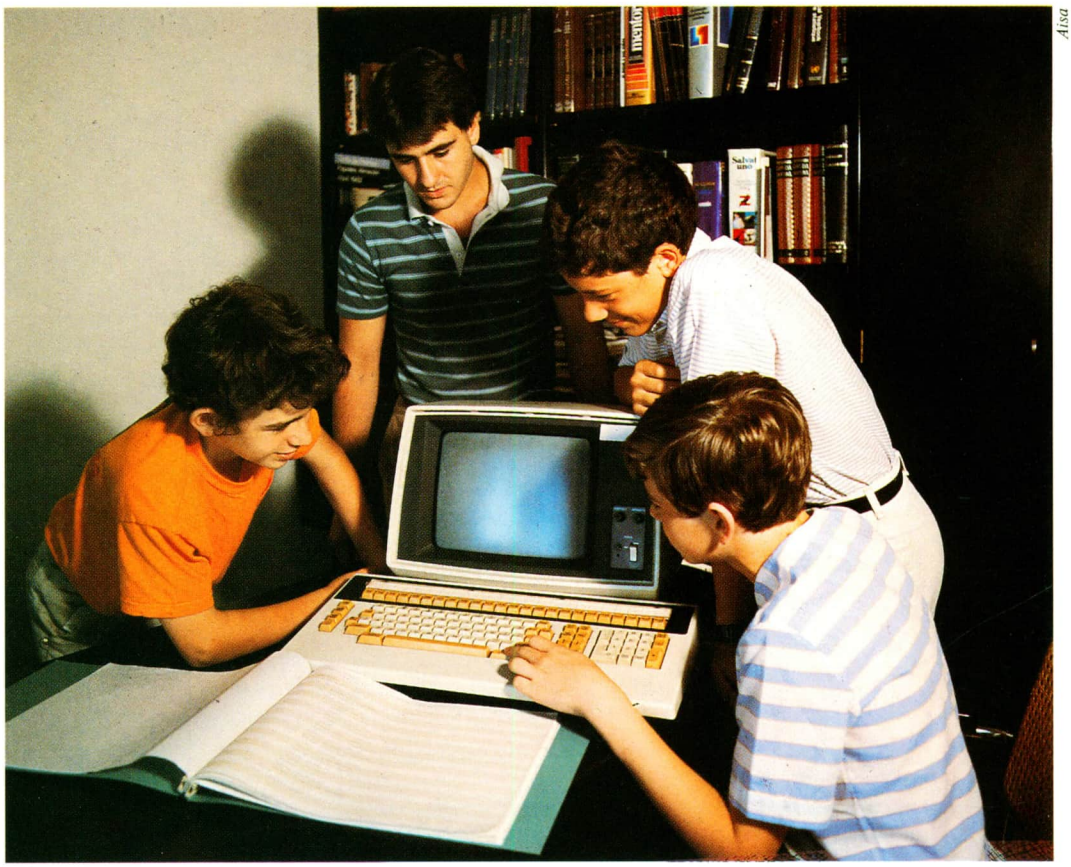
El hecho de trabajar con equipos compatibles repercute directamente en beneficio del usuario, permitiéndole acceder a un abundante mercado de periféricos de diferentes fabricantes, competitivos entre sí en cuanto a prestaciones y precio, y transportar software de fabricación propia o adquirido en el mercado a otros ordenadores para, de esta forma, establecer una especie de club entre amigos con vistas al intercambio de programas.

Uno de los aspectos más positivos del fenómeno home computer es que gracias a él la informática se está dando a conocer a toda la sociedad, incluidos los sectores infantiles.

El lenguaje BASIC, de gran versatilidad y fácil aprendizaje ha acercado los ordenadores a los usuarios que desconocen, en principio, las técnicas y posibilidades de la informática.



Guy-Marche - Zardoya



Aisa

Uno de los aspectos más interesantes del fenómeno home-computer es que ha hecho llegar la informática a la población infantil.

Mediante el ordenador doméstico, que para ellos es un juguete más, los niños se convierten en precoces programadores. El ordenador se ha convertido en un regalo típico, como puede serlo una bicicleta, lo cual repercute directamente en los fabricantes, que vuelcan todos sus esfuerzos de marketing en la campaña navideña.

Alrededor del home computer ha surgido otro tipo de mercado basado en la venta de revistas y libros para completar los conocimientos de informática, publicaciones de gran interés para los usuarios de sistemas domésticos, que pueden encontrar en ellas solución a todas sus necesidades: lecciones de programación, listados de programas, técnicas hardware y software para aumentar las posibilidades del equipo, etc. Este tipo de revistas pueden alcanzar tal grado de especialización, que incluso son específicas de un modelo determinado de máquina.

Una de las aplicaciones con más futuro que podemos encontrar en los home computers es su utilización en las labores docentes, que contribuye a que el niño vea en el ordenador una herramienta más, como lo es la pizarra o la regla, y supere el miedo a lo desconocido que ha supuesto a la sociedad de sus padres la informática. Esta utilización se conoce con el nombre de enseñanza asistida por ordenador (E.A.O.) y tienen el apoyo total de todos los estamentos de la sociedad, que ven en ella un medio para afrontar el futuro informático que se avecina. En el caso de los estudiantes de enseñanza media o superior, el home computer representa una gran ayuda en actividades como matemáticas, física o química.

Las aplicaciones del home computer se extienden también al campo de los juegos. Antes que nada, se ha de distinguir entre juegos puramente recreativos (los famosos comecocos o marcianitos) y juegos didácticos, con un marcado carácter pedagógico. Algo que en España puede parecer todavía extraño, pero que en otros países tiene una gran aceptación, es la aplicación del home computer a la contabilidad doméstica. También su utilización como procesador de textos, pues su precio puede competir con el de cualquier máquina de escribir eléctrica y sus prestaciones son mucho mayores. Un uso que hasta hace pocos años era impensable y que ahora se está haciendo habitual, es la pequeña gestión; con la aparición de los diskettes para este tipo de sistemas, se abre la posibilidad de disponer de pequeños programas de gestión, muy útiles en aquellos casos en que la economía no permite la adquisición de un equipo mayor.

Microordenadores

El abanico de posibilidades de un microordenador es tan grande que hace de él una herramienta útil en múltiples sectores. Podemos encontrarlo en los lugares más variados realizando cualquier tipo de función. Las aplicaciones más comunes de los microordenadores se hallan en la gestión de pequeñas y medianas empresas, en la realización de tareas típicas de administración (facturación, nóminas, control de stocks, contabilidad, inventarios). Su único objetivo es sustituir los tediosos procesos manuales y ganar de esta forma tiempo y fiabilidad. La necesidad de informatización en este tipo de tareas es evidente y es algo que cualquier directivo tiene muy claro. Las empresas pioneras en la informatización de la gestión tuvieron que realizar grandes esfuerzos económicos en la compra de los primeros ordenadores y posterior formación del personal, aunque las menos audaces depositaron su confianza en las primeras empresas que surgieron del tipo centro de cálculo, a las que contrataban sus servicios. Pero una vez que el fenómeno de la informática se ha arraigado en nuestra sociedad y los primeros pasos (con sus evidentes tropiezos) ya se han dado, son pocas las empresas que piensan en su subsistencia sin la ayuda de la informática. Debido a la gran competitividad de este nuevo mercado y a los avances tecnológicos que motivan una producción a menor coste, se ha hecho posible que, para cualquier empresa, la adquisición de un sistema informático acorde con sus necesidades no suponga un gran desembolso y, desde luego, está comprobado que es una inversión del todo rentable.

La evolución del software para este tipo de ordenadores ha posibilitado la aparición de unas potentes herramientas, que podríamos denominar ayudas a la dirección, consistentes básicamente en hojas electrónicas, bases de datos, procesadores de textos, gráficos y, la última gran novedad, todas estas ayudas integradas en un solo módulo que recibe el nombre de paquete integrado. Mediante estas aplicaciones se facilitan las labores de la dirección de empresa en tareas típicas como control de ventas y beneficios, seguimiento de producción, gestión comercial, simulaciones y evaluaciones de proyectos a largo plazo y previsiones de todo tipo. Estas herramientas tienen un soporte idóneo en los microordenadores personales/profesionales, y de ahí su paulatina introducción en despachos de directivos.

En los últimos años, ha prosperado una nueva aplicación de la informática: la automatización de oficinas, burótica u ofimática. A pesar de que esta aplicación está concebida para grandes sistemas de proceso distribuido, los microorde-

Cada día son más comunes las aplicaciones de ofimática en funciones de correo electrónico, procesador de textos o sistemas contables.



Planeta - Logic



Vioujard - Gamma

Las versiones portátiles de un microordenador se están convirtiendo en imprescindibles para aquellos profesionales, como vendedores o representantes, que se ven obligados a desarrollar su labor fuera de la oficina tradicional.

nadores pueden jugar un importante papel, sobre todo en pequeñas empresas con presupuestos modestos. Dentro de las empresas, cada vez son más comunes las aplicaciones de ofimática en funciones como correo electrónico, agenda electrónica o procesador de textos, siendo esta última la de más implantación.

Fuera ya del puro ambiente de gestión y administración de empresas, encontramos una aplicación muy típica de los microordenadores, y en concreto de los denominados portátiles, en aquellas funciones realizadas por profesionales que desarrollan su labor fuera de la oficina tradicional. Estos profesionales se dividen en varias categorías, cada una de ellas con exigencias y necesidades comunes:

– Los periodistas, corresponsales, redactores y escritores en general, que utilizan el equipo portátil básicamente como máquina de escribir, mediante el uso de editores y procesadores de textos, con la ventaja de poder entregar su trabajo en forma de diskettes o mediante conexión directa, pues cada vez son más numerosas las empresas editoriales que tienen informatizado el proceso de producción.

– Los vendedores, representantes y todas aquellas personas que se dedican a la venta fuera del lugar geográfico en que se halla ubicada su empresa, las cuales, desde el domicilio del cliente y vía conexión telefónica, pueden ponerse en contacto con el ordenador central de su empresa para hacer automáticamente los pedidos o consultas sobre stocks y precios.

– Los vendedores de productos o servicios que deben presentar a sus clientes un presupuesto que requiere un cálculo más o menos complejo. Con la ayuda de una hoja electrónica los presupuestos pueden realizarse automáticamente, y es posible además ofrecer diferentes alternativas con solo variar los distintos aspectos que afectan al presupuesto final.

– Los técnicos y científicos que han de realizar complicados cálculos in situ (geólogos, topógrafos, ingenieros, aparejadores).

– Los profesionales informáticos, para los que el ordenador no es una herramienta más de ayuda en su trabajo, sino su trabajo propiamente dicho, y para los que el ordenador portátil significa la posibilidad de trabajar más tiempo en casa y menos en la del cliente.

Las aplicaciones de los microordenadores parecen no tener límites. Con el rápido avance tecnológico del hardware y el desarrollo de potentes herramientas software, pronto llegarán a todas las áreas, dejando a los equipos grandes para funciones de gran envergadura, que requieran grandes prestaciones. Hoy en día ya es común encontrar microordenadores en tareas como diseño asistido por ordenador, fabricación asistida por ordenador, control de procesos, etc.

Miniordenadores

Los primeros miniordenadores que aparecieron en el mercado fueron destinados mayoritariamente a centros de investigación y universidades, debido a que su sencilla estructura de buses permitía una conexión sencilla de periféricos especiales del tipo conversores de señales analógicas (intensidades eléctricas, voltajes) a sistemas digitales comprensibles por el ordenador y la realización con gran celeridad del proceso de los datos obtenidos rápidamente en modo local.

Posteriormente aparecieron nuevas versiones de estos equipos, orientadas a satisfacer las necesidades informáticas de medianas empresas o de departamentos de grandes empresas. Los sistemas de esta clase disponen normalmente de unas herramientas lógicas que facilitan el tratamiento de la información contenida en los archivos de las unidades de disco y poseen además la posibilidad de conexión a ordenadores centrales o mainframes.

Debido al gran incremento de la relación prestaciones-precio que ha habido desde la aparición de los miniordenadores, el campo de aplicación de los mismos se ha expandido enormemente, de manera que se utilizan en la mayoría de casos en que por razones económicas o de capacidad física, no es posible utilizar un mainframe. Los principales campos de aplicación son:

– Control de procesos en tiempo real. Éste fue el primer campo de actuación de los miniordenadores y el área que emplea el mayor número de estos equipos, ya que la automatización de los procesos industriales de fabricación es cada vez mayor. Los miniordenadores dedicados a estas tareas se encuentran conectados mediante red local a un equipo central que controla y supervisa la coordinación del proceso general. Especial importancia dentro de este apartado tiene el uso de miniordenadores para el control de robots industriales y su interconexión con los restantes equipos que gobiernan la cadena de montaje, con el fin de lograr una producción flexible. La tarea de control de la actuación de los robots es altamente complicada y requiere de unos equipos con elevadas prestaciones, pues los sistemas de robótica llevan aparejados elementos de visión y tacto artificiales, control de movimientos articulados, toma de decisiones lógicas, etc.

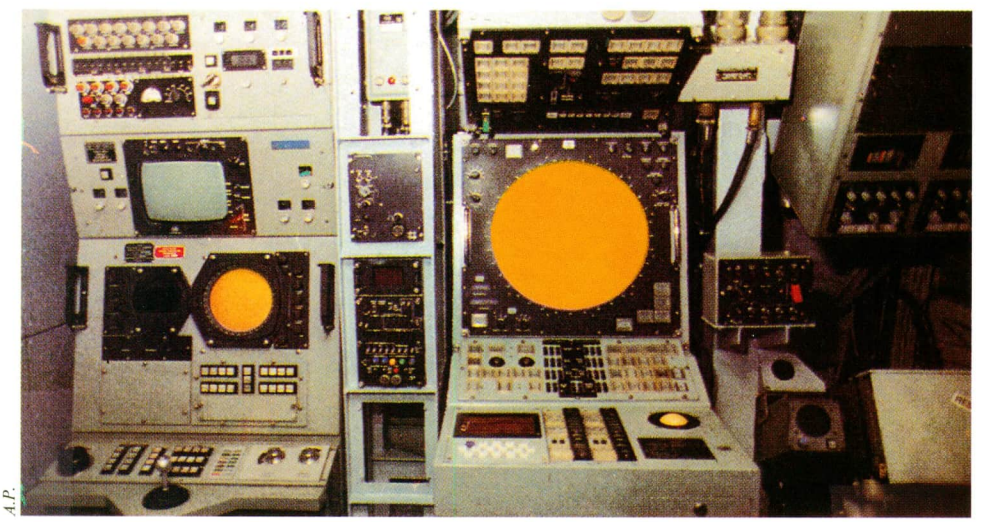
– Aplicaciones militares. Con la disminución del tamaño físico y el incremento de potencia de cálculo de los miniordenadores se han desarrollado unas versiones cerradas y robustas que permiten su incorporación a vehículos militares, en especial carros de combate, aviones y naves, donde se aplican principalmente al control de armamento, análisis de señales obtenidas por los sensores y ayuda a los operadores de los vehículos. Una interesante aplicación en este campo es, por ejemplo, la del tratamiento de las señales recibidas de los visores ópticos en ambientes de poca iluminación, como son los campos de batalla. En estos casos la señal recibida es intensificada, analizada e interpretada de manera que el combatiente puede identificar fácilmente todos los blancos y proceder a su neutralización.

– Control de grandes redes informáticas. La aparición de las versiones tolerantes a fallos permite la incorporación de los miniordenadores a la tarea de controlar grandes redes informáticas, la paralización de cuyo funcionamiento, debido al tipo de información que manejan, supondría un grave quebranto económico (caso de entidades financieras) o un grave peligro (caso de redes de utilización militar).

– Diseño asistido por ordenador y posterior fabricación controlada por ordenador. Esta aplicación está basada principalmente en redes reales de estaciones gráficas donde se realiza el diseño industrial para, posteriormente, entrar en la fase de estudio de las propiedades físicas de la pieza diseñada y determinación de su proceso de fabricación.

– Sistemas departamentales consistentes en un miniordenador dotado de varias terminales interactivas, con periféricos propios, conectado mediante red local o bien conexión remota a un mainframe principal. Un ejemplo típico de este tipo de aplicación es el de las grandes entidades bancarias y su red de delegaciones provinciales.

Los miniordenadores tienen un amplio campo de aplicaciones en vehículos militares y naves, como el pequeño centro de información de combate de los hidroplanos de la clase Nibbio.

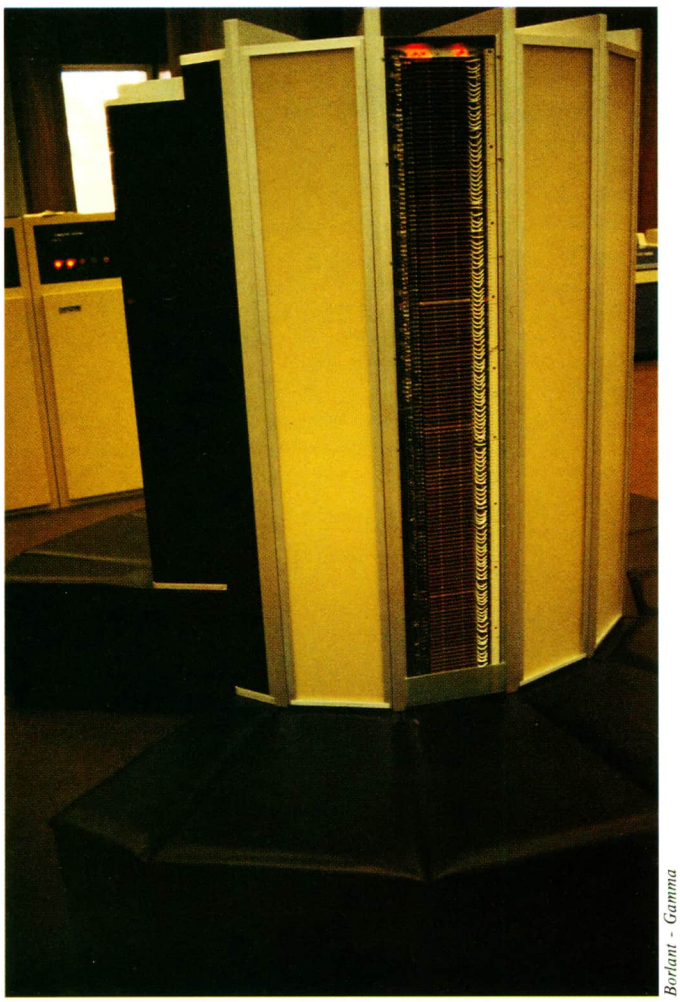


A.P.

Mainframes

Como consecuencia del elevadísimo coste de adquisición o alquiler de los primeros mainframes que aparecieron en el mercado, su utilización quedó restringida a grandes empresas y organismos gubernamentales, que los empleaban en procesos secuenciales de grandes cantidades de información (cálculos económicos, contabilidades). Por poner un ejemplo, el primer mainframe de utilización comercial, denominado Univac I, se entregó en 1951 a la oficina del censo de Estados Unidos. Otros usuarios específicos eran los principales centros de investigación, que los utilizaban principalmente en cálculos científico-técnicos o militares. Esta diferenciación en el uso de los mainframes se ha mantenido, de manera que puede desglosarse su utilización en dos tipos: el de los mainframes corporativos y el de los dedicados a los cálculos científico-técnicos.

Entre las aplicaciones que requieren una gran capacidad en cálculo científico y manejo de datos está la predicción de variables meteorológicas. El Cray 1 es uno de los mayores ordenadores del mundo, instalado en el Centro Meteorológico Europeo en Reading, Gran Bretaña.



Borlant - Gamma

Mainframes corporativos

Los mainframes corporativos se utilizan principalmente para mantener bases de datos en unidades de disco y facilitar su consulta o modificación desde las terminales interactivas locales y remotas autorizadas. Ejemplo de este tipo de utilización son los ordenadores IBM 3090 instalados en entidades bancarias, que, dotados de una fuerte red de teleproceso, permiten la consulta interactiva desde cualquier terminal y posibilitan la comunicación con mainframes de otras entidades.

La generalización de los métodos de pago electrónico mediante el uso de tarjetas se apoya en grandes mainframes que disponen de una gran base de datos y una desarrollada red de teleproceso, lo que permite el acceso desde cualquier punto de venta dotado de los periféricos adecuados. En este tipo de aplicación es de especial importancia que la disponibilidad del equipo sea máxima ya que la interrupción del servicio puede causar graves trastornos económicos.

Mainframes para cálculos científico-técnicos

Los mainframes dedicados a cálculos científico-técnicos destacan principalmente por su rapidez de cálculo y su capacidad de soportar procesadores periféricos especiales (procesadores vectoriales, grupos de procesadores paralelos). Ejemplo de este tipo de utilización son los ordenadores CYBER 840 dedicados al análisis de los datos sísmicos obtenidos en las exploraciones petrolíferas.

Otras funciones a que se destinan los mainframes dentro de esta área son:

– Generación de imágenes artificiales que luego se incorporan a películas cinematográficas o series televisivas de dibujos animados. Este tipo de aplicación gráfica tiene cada vez mayor importancia y pretende, como objetivo a medio plazo, la producción de largometrajes realizados enteramente con el uso de estas técnicas.

– Análisis y desarrollo de códigos criptográficos. Con el desarrollo de las telecomunicaciones, y con el fin de evitar interceptaciones hostiles, aumenta la importancia del secreto de los mensajes transmitidos, para lo cual deben generarse codificaciones cuyo desarrollo y análisis requiere intrincados algoritmos matemáticos.

– En las áreas de la física, matemática y química son numerosos los ejemplos de utilización de mainframes: procesos de fusión y fisión nuclear, mecánica relativista, dinámica molecular, cálculos de configuraciones moleculares, aplicaciones de química cuántica, hidrodinámica, cálculo de órbitas de cuerpos celestes, cálculos estructurales, etc.

– Existen aplicaciones que requieren gran capacidad de cálculo científico y, a la vez, el manejo de grandes cantidades de datos. Ejemplo típico de este tipo de aplicaciones es la predicción de variables meteorológicas, que se realiza a partir de unos complejísimos modelos matemáticos y cuyos resultados se confrontan y analizan con la información almacenada en bases de datos, obtenida a partir de las mediciones realizadas en la red de estaciones meteorológicas.

Mercado de software

La corrección de un error

Con la introducción de la informática en la sociedad no sólo se ha conseguido que los ordenadores sean un producto de consumo, sino que también ha alcanzado este estadio el software. Cada vez el usuario conoce más a fondo sus necesidades de software, lo que ha motivado la aparición de un verdadero mercado de software que se rige, al igual que todos, por las leyes de la oferta y la demanda.

El usuario se ha dado cuenta por fin de que tan importante como el hardware, o incluso más, es el software, lo que ha motivado que las inversiones en software sean cada vez más importantes. Se ha pasado de la situación en que primero se compraba la máquina para luego buscar, si realmente se encontraban, unas aplicaciones software que pudieran darle el rendimiento deseado, a la situación inversa: el usuario que desea informatizarse exige primero que se cumplan sus necesidades de programación para, una vez en posesión del software adecuado, adaptarlo a una máquina de las muchas que oferta el mercado del hardware, quedando de este modo justificada cualquier inversión en software, por fuerte que ésta sea.

Aplicaciones a medida y aplicaciones standard

Existen diferentes formas de solucionar las necesidades informáticas y, en concreto, las de software, que dependerán de las posibilidades y exigencias de cada usuario.

En primer lugar, podríamos hablar de las medianas o grandes empresas, que en su estructura cuentan con un departamento de proceso de datos y, evidentemente, mantienen en plantilla analistas, programadores y operadores, los cuales conocen a fondo el equipo de que disponen así como las necesidades exactas de informatización. Con su concurso, la aplicación creada responderá plenamente a lo que se pretendía, con la ventaja de que el mantenimiento o modificación de la misma se realiza a medida que sea necesario y por personal de la propia empresa. Para este tipo de supuestos únicamente se precisa la existencia de un compilador del lenguaje de programación que se vaya a utilizar en la realización de la aplicación y, en algunos casos, diferentes herramientas software como bases de datos y librerías de rutinas de utilidades.

Otro caso típico, es el de empresas que no cuentan con un departamento de informática o, si lo poseen, no tiene el nivel técnico suficiente como para realizar una aplicación completa. En estos casos, la solución puede llegar a través de la realización e implantación de la aplicación por terceros, sean éstos la firma suministradora del equipo físico o una empresa especializada en software. También queda la posibilidad de contratar temporalmente los servicios de un analista-programador cualificado y con conocimientos del equipo hardware sobre el que se va a realizar la implantación de la aplicación.

Los dos supuestos anteriores corresponden a lo que se conoce como aplicaciones a medida (llave en mano); pero existen también las aplicaciones standard, pensadas para pequeñas y medianas empresas con unas necesidades de informatización comunes, que representan un ahorro económico considerable en implantación, formación de personal y, evidentemente, coste software. Entre las aplicaciones standard típicas podemos citar las de contabilidad, facturación, nómina, control de stocks, aplicaciones de sectores verticales, etc., en su mayoría concebidas para microordenadores personales/profesionales. Gracias a la compatibilidad de estas máquinas, y mediante pequeñas modificaciones de las aplicaciones, éstas pueden implantarse en unas pocas horas.

Finalmente, podríamos citar una solución, cada día más en desuso: la contratación de los servicios de un centro de cálculo para todo lo que son funciones administrativas.

Las grandes empresas suelen incorporar a sus secciones un departamento de proceso de datos, en el que trabajan analistas, programadores y operadores.



Maous - Gamma

Distribución

La evolución de los sistemas de comercialización de informática ha sido consecuencia directa del desarrollo de este mercado. De una situación de mercado escaso y con un volumen de negocio elevado por instalación, se ha pasado a una situación de venta masificada con unos costes por unidad cada vez más bajos.

Ante este enorme desarrollo, los canales tradicionales de venta se han visto desbordados por dos motivos. En primer lugar, no eran lo suficientemente poderosos para hacer frente a un crecimiento tan brusco. En segundo lugar, eran canales adecuados para sistemas grandes, que comportaban a su vez grandes márgenes comerciales. Al reducirse éstos, ha sido necesaria la incorporación de otro tipo de canal más en la línea de lo que requiere un producto de amplia utilización. Efectivamente, la informática (y muy especialmente en la franja de equipos pequeños) ha pasado a ser un auténtico producto de consumo.

La evolución comercial de este sector y la gran variedad de productos ofertados ha motivado que las fuentes de suministro de este tipo de material sean muy diversas. De este modo, alrededor de la informática han surgido diferentes figuras o canales de distribución a los que el usuario final puede dirigirse para la adquisición de su sistema, escogiendo uno u otro canal en función del producto y servicio que más se adecue a sus necesidades.

Fabricantes

En los primeros años de la informática, los fabricantes fueron el único canal de distribución de sistemas, debido a que los productos eran complejos y sólo cada fabricante era capaz de conocerlos a fondo, pues la estandarización y la compatibilidad, tal como las conocemos hoy en día, eran imposibles en aquellos inicios.

La evolución del sector en los siguientes años y la cada vez más dura competencia, obligaron a los fabricantes a unos planteamientos más agresivos, que les llevaron a abandonar los sistemas tradicionales de comercialización y a dar prioridad al marketing. En la actualidad, los fabricantes se han centrado en la manufacturación y desarrollo de sus productos, dando paso a la formación de redes de distribución paralelas no siempre propias, como OEM's, VAR's y distribuidores.

Sin embargo, en algunos casos, siguen existiendo fabricantes comercializadores en exclusiva de sus propios productos, aunque mayoritariamente los fabricantes se dedican a la venta de equipos grandes o de uso muy específico, o al trato directo con clientes de un gran interés comercial debido a su volumen de compra. En general, no ofrecen mejores posibilidades que sus propios distribuidores, aunque poseen la ventaja de ser empresas más sólidas, por lo que la garantía de continuidad y asistencia es total.

Importadores

La figura del importador es muy común en aquellos países que podríamos considerar como poco evolucionados en lo que a posibilidades de mercado de informática se refiere.

Su principal objetivo es ofrecer productos de fabricantes extranjeros bajo una licencia de importación y, de esta



A.G.E.

Existen diversos canales de distribución y venta, a los que el usuario puede dirigirse para la adquisición de su sistema en función del producto o servicio que más se adecue a sus necesidades.



Morimoto - Gamma

Las aplicaciones del ordenador son muy variadas y pueden adaptarse, en potencia, a cualquier sector o actividad. En la foto, terminal de ordenador de un servicio japonés de reparto a domicilio de comidas preparadas.

forma, tratar de hacerse un hueco en tan complejo mercado dando a conocer un producto desconocido en su país.

Dependiendo del prestigio de la marca, de las posibilidades propias y, sobre todo, del apoyo que le brinde la empresa fabricante, el importador irá consolidándose en el nuevo mercado, convirtiéndose de este modo en una avanzadilla del fabricante para que, en función de los resultados obtenidos, éste decida establecer definitivamente sus propias delegaciones en el nuevo país.

La ventaja que esta modalidad de distribución representa para el usuario es la de poder acceder a sistemas novedosos que por otro canal no estarían en el mercado, y, dado que las empresas importadoras no tienen grandes costos de estructura comercial, sus precios son muy competitivos. Sin embargo, en algunos casos, se da el inconveniente de la falta de soporte técnico por parte de los importadores mientras la empresa original no decida establecerse.

Ocurre a veces que, dependiendo de la penetración en el mercado, los importadores no venden directamente, sino que mediante contratos de exclusividad acceden al usuario final a través de OEM's, VAR's, distribuidores, representantes o comisionistas.

OEM's

Estas siglas corresponden a la expresión inglesa *original equipement manufacturers*, que significa *fabricantes de equipos originales*. La traducción española puede llevar a confusión, pues en realidad un OEM no fabrica en el sentido estricto de la palabra, sino que adapta equipos fabricados por otros a las necesidades específicas del usuario final.

Las aplicaciones de un ordenador son muy variadas, ya que potencialmente puede adaptarse a cualquier sector o actividad. Para cada actividad es necesaria una cierta adaptación, que puede limitarse a la simple elaboración de un programa adecuado y a la puesta en marcha de la instalación, o bien consistir en una transformación del sistema, como añadirle algún periférico particular (plotter, digitalizador, lectora de código de barras) o modificar sus posibilidades de conexión, comunicación y proceso. Esta transformación, generalmente dirigida a una aplicación determinada, es la labor del OEM. Evidentemente, existen otros canales de distribución (incluso las propias casas fabricantes) capaces de realizar labores de este tipo, pero, en general, los OEM's añaden a su mayor especialización una falta de compromisos respecto a marcas, que les permite elegir el elemento más idóneo del fabricante más adecuado para una aplicación determinada.

Paralelamente, los OEM's presentan, en general, un grado de cualificación muy elevado, que permite confiar en ellos tanto para la instalación, puesta a punto y mantenimiento de los equipos, como para la elaboración de las aplicaciones necesarias. Esto ha motivado el total apoyo de los fabricantes a los OEM's hasta el punto de que muchos fabricantes confían en ellos y los reconocen como el único canal de distribución de sus productos, a los que otorgan garantías como si hubieran sido vendidos directamente por el fabricante.

VAR's

Estas siglas corresponden a la expresión inglesa *value added retailer*, cuya traducción española es *revendedores de valor añadido*. Su labor es similar a la del OEM, siendo a veces difícil determinar dónde comienza la de uno y dónde acaba la del otro. De ahí que, a menudo, se hable indistintamente de VAR o de OEM para referirse a este tipo de canal de distribución.



D. Simon - Gamma

El asesor empieza a ser una figura habitual en el mundo informático. La adquisición de un sistema supone, para la mayoría de los usuarios una decisión difícil y la experiencia del técnico permite determinar de una manera más acertada la línea a seguir.

La principal función de los VAR's es la de modificar los distintos equipos para adecuarlos a las necesidades del usuario, ensamblando diversos componentes que existen en el mercado (unidades de disco, tarjetas de expansión de memoria, lápices ópticos, tarjetas para alta resolución en gráficos y color) para formar conjuntos diferentes a los ya existentes y más tarde comercializarlos.

El fenómeno VAR ha tenido un gran impacto en el mercado, hasta el punto de que los propios fabricantes de ordenadores han comenzado a incorporar productos terminados de otras marcas en sus propios equipos. Así, en la actualidad, en casas de máximo prestigio es frecuente encontrar elementos concretos de otros fabricantes (generalmente periféricos: discos, impresoras, monitores), a los que han incorporado su propia marca y a los que soportan y garantizan directamente.

Distribuidores

La informática, especialmente a nivel de pequeños equipos, se ha convertido en un elemento de consumo, lo que ha motivado una situación en la que empresas estrictamente comerciales han visto en ella un negocio que no podían dejar escapar y se han lanzado al mercado con técnicas de marketing agresivas, convirtiéndose básicamente en puros intermediarios.

Por otro lado, la evolución de la informática en lo que respecta a este tipo de sistemas ha posibilitado que no se creen grandes problemas de mantenimiento, con lo cual el soporte técnico necesario es mínimo. Como consecuencia, con unos costes de estructura muy bajos, estas empresas están consiguiendo hacerse con un amplio mercado de usuarios a los que no les importa el precario (o nulo) soporte técnico que se les ofrece.

Casas de software

Dentro del sector de la informática, el mercado del software es uno de los que más alto desarrollo ha alcanzado. Su grado de complejidad creciente ha hecho necesaria la figura de la empresa exclusivamente técnica, que únicamente desarrolla análisis y aplicaciones.

En algunos casos, las casas de software pueden resultar consejeros muy útiles de cara a la elección de un equipo, ya que, al tener que desarrollar la aplicación para el usuario de acuerdo con sus necesidades, aconsejan el equipo realmente adecuado para la misma.

Para el usuario, un criterio muy acertado ante la compra de un equipo es ponerse en contacto con una casa de software, plantearle las necesidades de mecanización y encargarle las aplicaciones, o al menos los análisis. Esta casa sugerirá diversas alternativas de equipos que, por lo general, serán de interés, ya que por su contacto directo con gran parte de los equipos del mercado, estos profesionales conocen con exactitud sus características.

Asesores

Es ésta una figura cada vez más habitual en el mundo informático, pues la adquisición de un sistema puede suponer para la mayoría de los usuarios una decisión difícil, sobre todo cuando se trata de sistemas de un cierto volumen o complejidad. Es en estos casos cuando, ante tal inversión, están justificados unos gastos de asesoría. En general, aunque existe un nivel de intrusismo importante, los asesores son profesionales de auténtica valía que conocen el mercado, los equipos y las necesidades reales de mecanización de una empresa. Su experiencia les permite determinar de una manera acertada la línea a seguir.

Computer shops

Encuesta sobre la comercialización de productos informáticos

Uno de los problemas que más afectan a la adquisición de informática es el desconocimiento del lenguaje técnico y la falta de precisión respecto a lo que el comprador desea para satisfacer sus necesidades, según se desprende de una encuesta sobre la comercialización de la informática elaborada por una empresa del sector.

El estudio considera que, si bien la forma óptima de expresarse sería el lenguaje técnico (que da imagen de experto) debería ir complementado con las necesarias explicaciones. Por contra, también considera el estudio que emplear un lenguaje técnico sin las debidas explicaciones es un error que hace incomprensible el mensaje y dificulta la venta al posible comprador. Una fórmula intermedia, aunque menos aconsejable que la primera, es utilizar directamente el lenguaje coloquial.

Otra de las conclusiones del estudio es no dar por supuesto que el comprador tenga conocimiento de que necesita máquinas y programas como dos elementos diferenciados. En un intento de perfeccionar los sistemas de venta de unos productos cada vez más extendidos pero no siempre bien conocidos, el estudio recuerda que es frecuente la confusión entre software y hardware.

En lo que concierne estrictamente al hardware, los dos problemas detectados con mayor frecuencia por la encuesta son los siguientes:

– Se ofrece hardware incompleto para las necesidades expresadas por el cliente. En algunos casos no se ofrece impresora o cualquier otro elemento necesario para los objetivos del comprador.

– Se ofrece hardware de manera global, vaga, difusa o dudosa, sin detallar los principales elementos que forman el equipo, del que se habla sin precisar las características y funciones de cada uno de los elementos.

El estudio señala que uno de los principales problemas a la hora de vender un equipo o cualquier otro material es el escaso grado de conocimiento de informática que, en muchas ocasiones, tiene el futuro comprador. Por ese motivo, se insiste en la necesidad de conocer y desentrañar por parte del vendedor las razones y las necesidades que están en el origen de la compra.

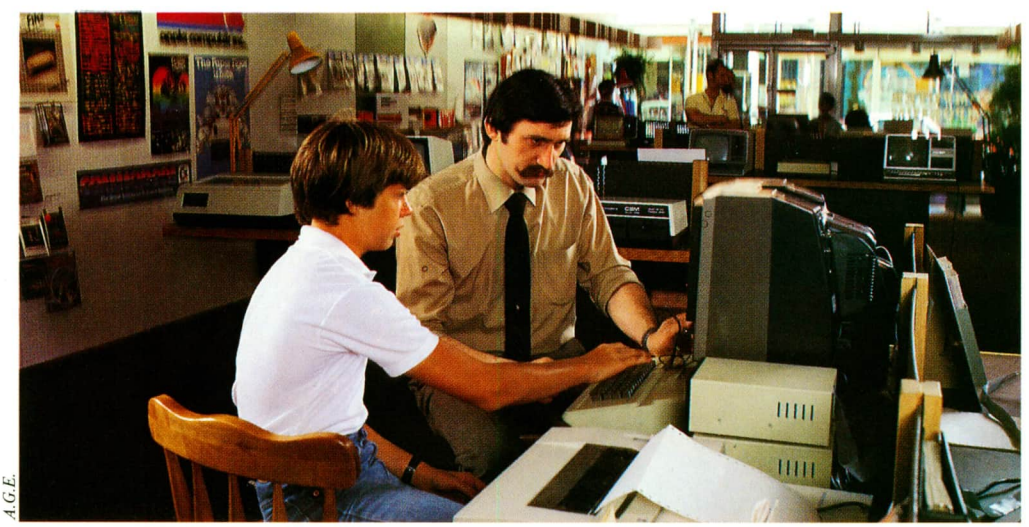
Una de las confusiones más frecuentes se refiere a la marca del equipo. El vendedor, en general, no presta atención a este extremo porque da por sobreentendido que el cliente ya conoce que su interlocutor es distribuidor de una u otra marca y que, por esa razón, entra precisamente en la tienda. Es posible que se haya producido una confusión previa por parte del cliente, confusión que se agrava al no citar el vendedor, de forma espontánea, la marca que distribuye o vende.

Mayor es aún la dificultad en lo que concierne a la información sobre los componentes del equipo propuesto, aunque resulta difícil sistematizar las conclusiones debido a la dispersión o al carácter global, vago o incompleto de muchas propuestas.

Es poco frecuente citar la marca en la venta de hardware, pero es mucho menos frecuente citarla cuando se trata de software. Las razones que justifican este hecho es que no se supone que el comprador deba conocer marcas de programas, cuando apenas si conoce las grandes marcas de ordenadores. Pero este hecho, como otras situaciones ya descritas, es una suposición implícita y gratuita del vendedor.

Por último, cabe citar que el desconocimiento y mal enfoque de la venta conduce en muchas ocasiones a malentendidos en cuanto al precio del producto. El comprador desconoce a menudo qué elementos incluye o contempla el precio de la oferta, ya que la vaguedad o indefinición de la misma en cuanto a los componentes a que se refiere el precio facilitado por el vendedor es considerable en muchos casos.

Una correcta orientación comercial debe considerar como más conveniente el llegar a una síntesis entre la terminología técnica y el lenguaje coloquial, para así desentrañar las razones que mueven al usuario a realizar la compra.



A.G.E.

Difusión

1 Libros
2 Revistas
3 Congresos y exposiciones

La difusión de la informática se lleva a cabo por cauces muy diversos. Los dos principales son el material escrito (libros, revistas, enciclopedias) y los actos colectivos (congresos y exposiciones). Existen otros cauces, como por ejemplo, los anuncios de las empresas del sector en prensa y televisión: si se tiene en cuenta que la propaganda de hardware y software no es, por lo general, esa típica publicidad en la que sólo figura la marca del producto y algún eslogan, sino que suele ir acompañada por las especificaciones técnicas del producto y sus posibles aplicaciones, se comprende que esta clase de anuncios jueguen un papel informativo importante.

La difusión de la informática, así como los propios canales de divulgación, han aumentado de forma notable en estos últimos tiempos, debido en parte a un interesante proceso de realimentación entre conocimiento y difusión. Hace pocos años no era raro encontrar profesionales, como matemáticos o economistas, que deberían haber tenido un concepto claro de la informática y que, sin embargo, la confundían con el periodismo. Actualmente, casi todo el mundo tiene una cierta noción de lo que es un ordenador, un programa y, por supuesto, la informática. A medida que ha aumentado el nivel de conocimiento de ésta por parte del público, han aumentado los medios y el nivel de difusión.

Hasta hace pocos años, los libros de informática escaseaban y su elevado grado de especialización los hacían sólo aptos para el profesional o el universitario y la mayor parte de estos libros estaban en inglés, ya que eran de procedencia norteamericana, y los pocos que se publicaban en español presentaban tiradas muy limitadas. Los que, por cualquier causa gozaban de un mayor éxito posibilitaban el lanzamiento de varias ediciones. Una buena parte de ellos estaban editados en Hispanoamérica, sobre todo en México, probablemente por la considerable influencia cultural que ejerce el poderoso vecino norteamericano.

La situación actual

Actualmente el mercado de libros es mucho más amplio y en constante aumento. Las ediciones han ganado en número de ejemplares, se publica mucho en español y se ha producido una diversificación del producto, lo que permite hallar en el mercado libros de informática dirigidos a compradores muy diferentes, que van desde el investigador hasta el público infantil.

Con las revistas ha ocurrido, en cierta forma, algo parecido. Han aparecido multitud de publicaciones periódicas sobre informática en lengua castellana, sobre todo desde el comienzo de los años 80. Las hay muy especializadas y las hay para el aficionado que utiliza un pequeño microordenador en los ratos de ocio. También se ha notado el cambio en las revistas de electrónica, mucho más antiguas en nuestro país que las de informática, que han ido incluyendo poco a poco entre sus páginas secciones dedicadas a temas informáticos y a programas de utilidad para el usuario aficionado. La oferta actual incluye publicaciones de periodicidad semanal que informan al lector sobre temas exclusivamente informáticos, a nivel de nuevas disposiciones gubernamentales, aparición de nuevos productos y evolución general de las empresas del sector.

Los ciclos de conferencias sobre el tema han proliferado enormemente y constituyen una referencia indispensable en los mecanismos de difusión del sector. Los hay de todos los tipos: de divulgación, para empresarios del sector, para técnicos especializados, etc. De la misma manera, existen dos exposiciones con gran tradición en España, a las que tienen acceso tanto los profesionales del sector, como el público en general. Se trata del SIMO, que se celebra en Madrid en el mes de noviembre y que cuenta ya con más de 25 años de existencia, y de Informat, que tiene lugar en Barcelona en el mes de mayo. Ambas ganan en importancia de año en año, tanto en número de visitantes y de expositores como en superficie ocupada. Al margen de estas dos grandes celebraciones, existen otras que, sin periodicidad fija, se dedican a temas más concretos y que interesan a sectores más reducidos de público.

La gran feria informática Tsukuba Expo-85 celebrada en Tōkyō ha tenido un impacto extraordinario en todo el mundo en cuanto a la difusión de las nuevas tecnologías y sus aplicaciones.



Raga - Aisa

Libros

La oferta de libros de informática es sumamente amplia y va destinada a públicos muy diversos.

En el nivel superior están los libros dirigidos a investigadores, estudiantes de últimos cursos de carrera y técnicos de alta cualificación. Son textos muy especializados, que tratan temas muy concretos en profundidad y, en consecuencia, es necesario tener una sólida base informática para poderlos leer. Aunque algunos son de autores españoles, en la mayoría de los casos se trata de obras traducidas, sobre todo del inglés. Se pueden adquirir en las librerías especializadas en libros técnicos, que generalmente cuentan con una división informática, donde también es posible hallar obras en su lengua original. Muchas de estas obras se editan directamente por parte de universidades, ya sean españolas o extranjeras.

En un segundo nivel existen una serie de libros para aprender a programar en un lenguaje (PASCAL, FORTRAN, COBOL, BASIC) o que tratan de temas informáticos generales, como por ejemplo, bases de datos o estructura de un ordenador. Si bien estas obras las utilizan los estudiantes de carreras técnicas, son también asequibles al público que, por necesidades de trabajo, está interesado por uno de estos temas en concreto. Por ejemplo, a alguien que tenga que programar en un lenguaje, una de estas obras le proporciona multitud de ejemplos y le ayuda a comprender mejor los conceptos de los manuales que los constructores de ordenadores entregan con sus máquinas y que, en muchos casos, presuponen que el lector ya conoce el tema.

En un tercer nivel están los manuales que acabamos de citar, que no se venden en librerías. Es el fabricante de hardware o software quien los proporciona, acompañando a un determinado producto. En algunos casos suelen estar en inglés, aunque actualmente la tendencia es traducirlos. Sirven, como ya apuntábamos antes, para aclarar dudas y dar a conocer las características particulares del producto a que hacen referencia.

En un cuarto grupo existe un tipo de obras, los catálogos o guías, que contienen información resumida de las características y prestaciones de todos los productos informáticos de un cierto tipo que hay en el mercado. En algunos casos

RESUMEN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LIBROS SOBRE INFORMÁTICA

Características	*Dirigidos a*	*Temas*	*Nivel de contenido*	*Precio*	*Se adquieren en*
muy técnicos	especialistas	teóricos	alto	alto	librerías técnicas
de lenguajes y temas generales	— lectores con conocimiento de informática — lectores que utilizan ordenadores en el trabajo	— generales — lenguajes de programación	medio	medio	— librerías — tiendas de informática
manuales	usuario de un producto concreto	— aplicaciones — lenguajes — sistemas operativos — características de un producto	depende del producto al que van asociados		los entregan al comprar un producto
guías	— compradores — profesionales	características de productos informáticos	medio	medio	— librerías — tiendas de informática — quioscos
de divulgación y micros	— gran público — usuarios de ordenadores personales	generales programación productos concretos	medio bajo	asequible	— librerías — tiendas de informática grandes almacenes

Los fabricantes de hardware y software editan manuales muy completos destinados a los compradores de sus máquinas o programas.



Planeta - Logic

Gamma



Una serie de obras sobre diversos aspectos de la informática y sus aplicaciones van dirigidas al gran público y tratan temas de divulgación o programas de juegos.

estas publicaciones aparecen cada año debidamente actualizadas. En otros, su periodicidad es irregular. Las hay en español y versan tanto sobre hardware como sobre software. Las guías de hardware reseñan todos los equipos de una cierta gama, por ejemplo miniordenadores y microordenadores. Las de software proporcionan las características de programas para aplicaciones tan diversas como una contabilidad o la gestión de un restaurante. Su utilidad está en informar al usuario a la hora de hacer una compra y a aquellos profesionales que necesitan conocer los productos del mercado.

Por último, hay una serie de obras de divulgación dirigidas al gran público. Tratan de temas muy generales, sin descender al detalle, o bien se basan en algún microordenador doméstico en concreto y brindan a sus usuarios conocimientos generales de la máquina, trucos y programas de juegos o de utilidad general. Dentro de este nivel se ha de destacar un segmento importante de libros que va dirigido al público infantil y juvenil, que constituye un mercado potencial importante, sobre todo desde que en bastantes colegios se han empezado a utilizar ordenadores personales como una herramienta más de la Enseñanza.

Revistas

La oferta de revistas, al igual que la de libros, es muy amplia y va dirigida a sectores muy diferentes.

En el nivel superior hay un segmento muy amplio de publicaciones, la mayoría de las cuales se editan en Estados Unidos, destinadas al universitario y al técnico muy especializado. Son revistas generalmente caras, de tirada muy corta, que no contienen publicidad y tratan temas muy concretos. Se obtienen por suscripción.

A continuación hay otras revistas destinadas al profesional informático. Destacan entre estas las editadas por la asociación de técnicos informáticos de Estados Unidos (ACM). Algunas publicaciones de esta organización tienen ya más de 25 años de antigüedad. Actualmente editan más de 50 revistas diferentes, con distinta periodicidad, que cubren todas las especialidades del mundo del ordenador. Existen otras publicaciones de este tipo no ligadas a organizaciones profesionales. La mayoría de estas revistas proceden de Estados Unidos, están escritas en inglés, su precio medio en España resulta bastante alto y se obtienen por suscripción. Existen también revistas españolas de estas características, parte de las cuales son versiones traducidas de las originales norteamericanas. También hay revistas de este tipo editadas por los fabricantes de ordenadores y que, en consecuencia, están ligadas a una marca concreta y destinadas a sus usuarios.

Dada la variedad de productos del mercado informático y la constante aparición de novedades, parece justificada la existencia de un tipo especial de revista que contenga únicamente información sobre los nuevos productos que se ponen a la venta. En Europa y Estados Unidos se publican algunas de estas revistas, que van destinadas a sectores de público tales como distribuidores y fabricantes del sector informático, así como a otros profesionales a quienes interesa conocer los productos existentes en el mercado. Independientemente de que contengan anuncios de pago, la información que proporcionan estas publicaciones no está manipulada, ya que únicamente se citan las características de los productos, sin comparar ni emitir juicios de valor. Se obtienen por suscripción, aunque se las envían gratuitamente a los profesionales informáticos que las solicitan.

El siguiente grupo está compuesto por revistas destinadas a quienes, sin ser informáticos, se ven obligados a utilizar un ordenador por necesidades de su trabajo o negocio. El contenido de estas publicaciones suele incluir artículos que describen soluciones informáticas que se han implantado en empresas de distintos sectores de actividad, ejemplos de utilización de nuevos paquetes de software, estudios comparativos de productos informáticos similares, novedades aparecidas en el mercado, etc. Su finalidad principal es la de informar, orientar y sugerir soluciones en el ámbito de los microordenadores y miniordenadores. Algunas son españolas, y se pueden conseguir por suscripción o directamente en el quiosco.

Para el sector de público que tiene un microordenador en su casa y que lo utiliza como hobby o para pequeñas aplicaciones de tipo personal, el mercado ofrece algunas publicaciones específicas. Estas revistas tratan de temas muy generales, a nivel de divulgación, y pretenden proporcionar todo tipo de informaciones útiles (programas de juegos, funciones de utilidad, información sobre accesorios para equipos). Algunas están especializadas en un microordenador concreto, con lo cual, los programas que aparecen en sus páginas suelen recurrir a ciertos trucos e instrucciones de esa máquina en particular. Estas revistas se adquieren en los quioscos. Finalmente, existen clubs de usuarios de microordenadores que editan boletines internos.

Los distintos tipos de revistas citados suelen ser de periodicidad mensual, aunque en el caso de publicaciones muy técnicas la frecuencia puede ser trimestral. Existe un último tipo de publicaciones informáticas que se caracterizan por ser de periodicidad semanal; la clase de información que contienen es más inmediata (resultados económicos, evolución y todo tipo de noticias relacionadas con las empresas del sector, tendencias del mercado, lanzamiento de nuevos productos, ofertas de trabajo para profesionales). En España hay algunas, y se pueden conseguir básicamente por suscripción. Están dirigidas a distribuidores, fabricantes y profesionales del sector que, por el puesto que ocupan, necesitan esta información.

RESUMEN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE REVISTAS SOBRE INFORMÁTICA

Características	*Dirigidas a*	*Temas*	*Nivel de contenido*	*Precio*	*Se adquieren*
técnicas	especialistas	teóricos	alto	alto	por suscripción
profesionales	profesional informático	de la práctica profesional	alto	medio-alto	por suscripción
publicidad	– profesional – distribuidores – vendedores	nuevos productos	medio	gratuito	por suscripción
asesoramiento al usuario	usuarios no informáticos	aplicación de la informática a la empresa	asequible	medio	– por suscripción – quioscos
noticias	– profesional – distribuidores – directivos del sector	– políticos – empresariales – de mercado – de actualidad	asequible	asequible	por suscripción
– divulgación y micros	– gran público – usuarios de micros	– generales – programación – productos concretos	asequible	asequible	por suscripción

Arch. Planeta



La gran variedad de revistas nacionales y extranjeras a las que tiene acceso el público interesado asegura una información puntual, completa y diversificada sobre el mundo de la informática.

Congresos y exposiciones

Ante todo, estableceremos la diferencia entre congreso y exposición. Un congreso es una reunión de expertos en un tema más o menos especializado, con la finalidad de actualizar conocimientos y comentar los últimos avances mediante la asistencia a conferencias. Por exposición o feria se entiende un certamen en el que las empresas del sector exhiben sus productos al público y efectúan demostraciones de su funcionamiento.

Aunque parezcan dos actividades claramente diferenciables, en la práctica no lo son siempre. Suele ocurrir que algunos congresos informáticos conllevan una muestra de productos, y que, en el marco de las exposiciones, se organicen, como complemento, mesas redondas, simposiums y congresos.

La informática es la ciencia que, dejando aparte la medicina, genera un mayor número de congresos. Con las exposiciones ocurre algo similar: en el ámbito del sector técnico y si descartamos los certámenes industriales de carácter general, las informáticas están a la cabeza.

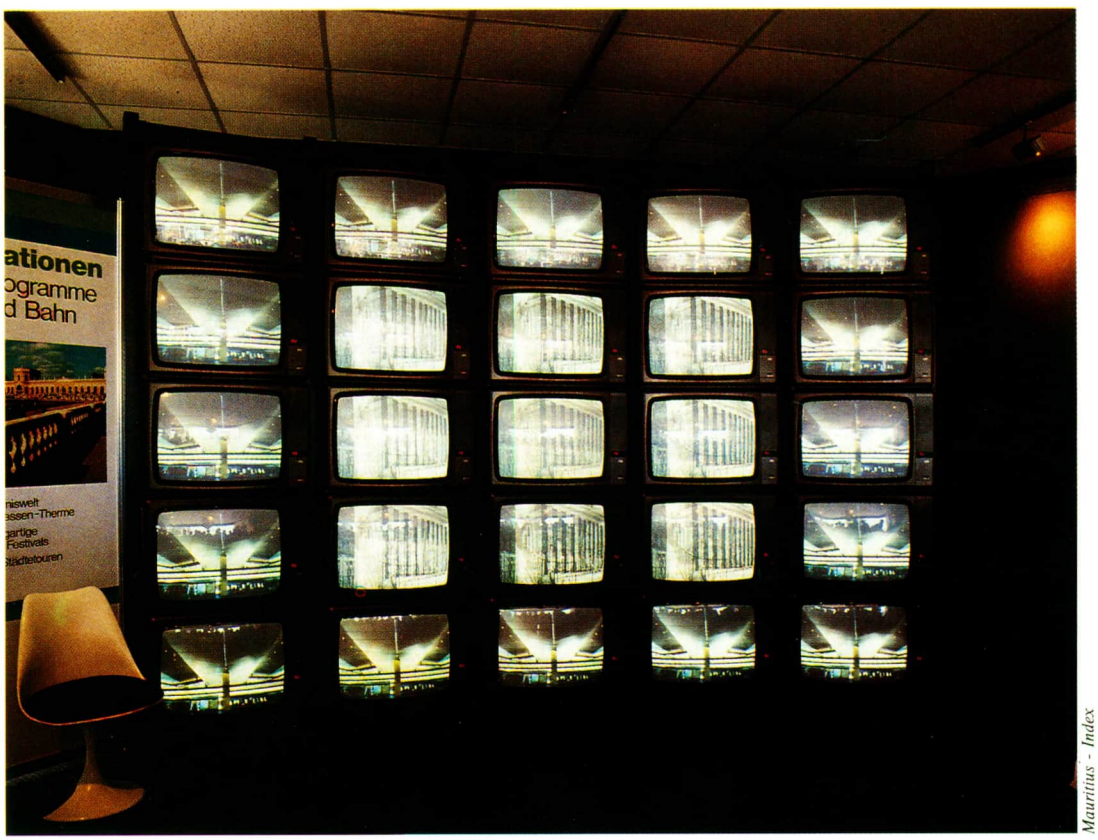
Se celebran congresos de muchas clases, algunos sobre temas muy concretos, como, por ejemplo, el lenguaje ADA o los ordenadores tolerantes a fallos, y otros de carácter menos especializado, referidos a los ordenadores personales o la informática en general. Suelen tener una duración de entre 2 y 5 días, y el precio de inscripción es alto. Las entidades organizadoras suelen ser universidades, asociaciones profesionales, organismos públicos o empresas de servicios informáticos. La mayoría de los congresos no son periódicos, aunque algunos se celebran cada año.

Las exposiciones constituyen una de las vías más importantes de que disponen las empresas del sector informático para dar a conocer sus productos. A estas ferias no concurren sólo los fabricantes de hardware, sino también los de software, los del sector de comunicaciones y las empresas de servicios informáticos. Por una parte, la feria brinda una visión global del estado de la informática, al presentar conjuntamente todas las novedades del mercado, y, por otra parte, permite a los clientes probar, comprobar e informarse sobre productos de distintos fabricantes en una única visita. Estos certámenes están abiertos al público en general, previo pago de una entrada de precio razonable, aunque puede haber ciertos días o sesiones reservados sólo a los profesionales, para que puedan llevar a cabo sus gestiones con mayor comodidad.

La situación en España

En España cada año se celebran dos exposiciones destacadas: SIMO, en Madrid, e Informat, en Barcelona.

SIMO, siglas de Salón internacional de maquinaria de oficina, era originariamente, hace más de 25 años, una feria de carácter más general. Con el paso del tiempo ha ido



Un stand de la Feria de Hannover, en Alemania.

Mauritius - Index



Mauritius - Index.

El Jumbotron de Sony, en la Tsukuba Expo-85 de Tōkyō.

evolucionando y en la actualidad se dedica mayoritariamente a la informática. Incluso su nombre oficial ha variado para reflejar esta situación, siendo ahora el de Feria oficial monográfica del equipo de oficina y la informática, aunque sigue siendo conocida como SIMO. Esta exposición se celebra en noviembre, en el recinto ferial de la Casa de Campo en Madrid, y en sus últimas ediciones ha ocupado una extensión de 25 000 metros cuadrados. Su duración es de ocho días y acuden en pleno todas las firmas del sector. Las actividades complementarias de la feria son muy diversas: conciertos de música algorítmica, exposiciones de artes plásticas mediante tratamiento de imagen, exhibición de películas sobre informática y convenciones, mesas redondas para profesionales, etc.

Informat se celebra en el mes de mayo, en el recinto de la Feria de Barcelona. Su duración es de cinco días, ocupa un espacio de 8 000 metros cuadrados y está dedicada íntegramente a la informática. Comenzó en 1977 como sector de la Feria internacional de muestras de Barcelona y, a partir de 1986, tiene carácter de salón monográfico. Como complemento de la exposición se celebran jornadas técnicas sobre temas de interés para los profesionales del sector.

El contexto europeo

A nivel europeo e incluso mundial la feria informática más importante es la Hannover Messe CeBIT (Centro mundial de técnica de oficinas, informática y comunicación). Hasta 1985 se realizó conjuntamente con la Hannover Messe Industrie, que, como su nombre indica, es una feria industrial. A partir de 1986, se celebra independientemente, en el mes de marzo, y su duración es de 8 días. Ocupa una superficie de 195 000 metros cuadrados y el número de visitantes es superior a 400 000. La industria informática alemana es una de las más potentes a nivel mundial y las grandes empresas del país como Siemens, Nixdorf Computer, BASF, Triumph Adler y Mannesman Kienzle aprovechan para exponer los nuevos productos del año en la CeBIT, lo que da un relieve especial a esta feria.

Otra de las exposiciones importantes a nivel europeo es el SICOB (Salon International d'Informatique, Télématique, Communication, Organisation de Bureau et Bureautique). Esta feria se creó en 1950 y se celebra en París. A partir de 1986 está dividida en dos partes. La primera se celebra en abril, tiene una duración de seis días y se dedica a material de oficina y la ofimática. La segunda tiene lugar en septiembre, dura también seis días y está especializada en informática y telecomunicaciones.

Algunos fabricantes organizan exposiciones particulares para que sus clientes puedan comprobar el funcionamiento de sus productos en distintos contextos y aplicaciones. En estos casos el acceso suele ser únicamente mediante invitación y la feria no se celebra siempre en la misma ciudad. Tal es el caso de DECville, organizado por Digital Equipment Co., considerada la segunda empresa mundial de informática.

Índices y referencias

1 Índice temático
2 Índice de autores
3 Bibliografía
4 Agradecimientos

Editorial Planeta, S. A.

LOGIC CONTROL

dirección de la obra Ramón Gracia

coordinación de la obra Joan Planas

coordinación del volumen Vladimir de Semir

dirección editorial
M.ª Ángeles Bosch

subdirección editorial
María Cardona

coordinación editorial
José Luis Seco

coordinación gráfica
Gloria Oller

compaginación
Luciano Boschetti
Andrés Porlán

producción
Manuel Mainer

maqueta, sobrecubierta y encuadernación
Hans Romberg

Índice temático

Índice				Título	Autor
1				La revolución informática	R. Gracia
1	1			La época de los grandes cambios	J. K. Galbraith
1	2			Fundamentos del cambio	L.Barbé
1	2	1		Universo físico y mental	R. Gracia
1	2	1	1	Ciencias axiomáticas	R. Gracia
1	2	1	2	Redes reactivas	R. Gracia
1	2	2		Teoría general de sistemas	L. Barbé
1	2	3		Fundamentos industriales	R. Jaikumar
1	2	3	1	Estandarización	R. Gracia
1	2	3	2	Orden de magnitud	R. Gracia
1	2	3	3	Tiempo de respuesta	R. Gracia
1	2	4		Fundamentos electrónicos	F. Serra
1	2	5		Fundamentos sociales	D. Bell
1	2	5	1	Actitudes sociológicas	S. Guillén
1	2	5	2	Masificación de la cultura	S. Guillén
1	3			La nueva enseñanza	Software de base
1	3	1		Un nuevo instrumento didáctico	P. Noguerol
1	3	1	1	Los ordenadores en la educación	P. Noguerol
1	3	1	2	Objetivos pedagógicos	P. Noguerol
1	3	1	3	Experiencias pedagógicas	P. Noguerol
1	3	1	4	Efectos sociales	P. Noguerol
1	3	1	5	Efectos económicos	P. Noguerol
1	3	2		La filosofía LOGO	Software de base
1	3	3		Lenguajes para E.A.O.	Software de base
1	3	4		El niño y el ordenador	E. Martí
1	3	5		Sociología de la informática	S. Turkle
1	3	6		Pedagogía de la informática	E. Gil
1	3	7		Campos de verano	R. Gracia
1	4			La nueva inteligencia	M. Alfonseca
1	4	1		Inteligencia natural	M. Alfonseca
1	4	2		Inteligencia artificial	M. Alfonseca
1	4	3		Inteligencia natural amplificada	M. Alfonseca
1	4	3	1	Cálculo	M. Alfonseca
1	4	3	2	Simulación	M. Alfonseca
1	4	3	3	Ayuda a la decisión	M. Alfonseca
1	4	4		Sistemas expertos	F. Cervelló
1	4	5		Pilotos del futuro	Software de base
1	5			Proceso de datos	M. Alfonseca
1	5	1		Datos numéricos	M. Alfonseca
1	5	2		Proceso de textos	M. Alfonseca
1	5	3		Traducción automática	M. Alfonseca
1	5	4		Proceso de imágenes	M. Alfonseca
1	5	5		Proceso de sonido	M. Alfonseca
1	5	6		Tecnología de la información	Softec
1	5	7		El ordenador en la empresa	Softec
1	6			Las nuevas telecomunicaciones	R. Nogales
1	6	1		Correo electrónico	R. Nogales
1	6	2		Télex	R. Nogales
1	6	3		Teletex	R. Nogales
1	6	4		Facsímil	R. Nogales
1	6	5		Redes digitales	R. Nogales
1	6	6		Telebanco	R. Nogales
1	7			La nueva forma de trabajar	M. Alfonseca
1	7	1		Dirección y conducción de empresas	J. Aymerich
1	7	2		Participación y resultados	R. Torres
1	7	3		Automatización de oficinas	R. Ruiz de Querol
1	7	4		Técnicas CAD/CAM	X. Barbé
1	7	5		Diseño textil	A. Talló
1	7	6		Profesiones liberales	J. Planas
1	7	6	1	Medicina	S. Rodríguez y A. Salgado
1	7	6	2	Ingeniería civil	Prossa 4, ingeniería
1	7	6	3	Informática jurídica	M. López-Muñiz
1	7	6	4	Abogacía	M. Castellón
1	7	6	5	El abogado electrónico	I. Ambrós
1	7	7		Servicios	R. Gracia
1	7	7	1	Banca	J. Aymerich
1	7	7	2	Bolsa de valores	J. Planasdemunt
1	7	7	3	Tarjeta chip	D. Casas y M. Griera
1	7	7	4	Telemarketing	R. Gracia
1	7	7	5	Prensa	V. de Semir
1	7	8		Usuarios profesionales	Centro divulgador de la informática
1	7	8	1	Ejecutivos de empresa	Centro divulgador de la informática
1	7	8	2	Profesiones informáticas	Centro divulgador de la informática
1	7	8	3	Funcionarios públicos	Centro divulgador de la informática
1	8			Informática y empleo	J. M. Calvet
1	8	1		Robótica y sociedad	P. Arderiu
1	8	2		La revolución robótica	P. Arderiu
1	8	3		Consecuencias sociales	P. Arderiu
1	8	4		Panorama de la robótica	J. Pobeda
1	8	5		Automatización	R. Gracia
1	9			Individuo y estado	J. Planas
1	9	1		Derecho a la intimidad	J. Planas
1	9	2		Asambleas legislativas	M. López-Muñiz
1	9	3		El nuevo ayuntamiento	V. Farré
1	9	4		Sistemas macroeconómicos	R. Moliner
1	9	5		Seguridad ciudadana	S. Tarín
1	9	6		Hackers	D. Casas y M. Griera
1	9	7		Control del delito	S. Tarín
1	10			Lingüistica	J. Soler
1	11			Ocio y cultura	E. Martí
1	11	1		El hogar computarizado	H. Anderson
1	11	2		Sistemas domésticos	E. Gil
1	11	3		Dibujo	J. J. Guillén
1	11	4		Música	L. Callejo
1	11	5		Teatro	J. J. Guillén
1	12			Oficios informáticos	R. Gracia
1	12	1		Analista	R. Gracia
1	12	2		Perforista	R. Gracia
1	12	3		Programador de aplicaciones	R. Gracia
1	12	4		Formación informática	A. Rosell
1	13			El sector informático	R. Gracia
1	13	1		Localización	R. Gracia
1	13	1	1	Silicon Valley	J. Molina
1	13	1	2	Silicon Glenn	I. Ambrós
1	13	1	3	Silicon Vallés	J. Molina

Índice				Título	Autor
1	13	2		Investigación y desarrollo	A. Rosell
1	13	2	1	Estados Unidos	A. Rosell
1	13	2	2	Japón	A. Rosell
1	13	2	3	Europa	A. Rosell
1	13	2	4	China	I. Ambrós
1	13	3		Inversiones en informática	Ch. Coulter
1	13	4		Universidad y empresa	J. D. Bruce
1	13	5		Fabricación de ordenadores	J. Ramiro
1	13	5	1	Home computers	J. Ramiro
1	13	5	2	Microordenadores	J. Ramiro
1	13	5	3	Miniordenadores	L. Ferrer
1	13	5	4	Mainframes	L. Ferrer
1	13	6		Fabricación de chips	L. Terés
1	13	7		Fabricación de software	J. Ramiro
1	13	8		El mito del garaje	R. Gracia
1	14			El mercado informático	B. Rosenberg
1	14	1		Tendencias	W. F. Zachmann

Índice				Título	Autor
1	14	2		Proteccionismo o libre competencia	A. W. Wolff
1	14	3		Localización	A. Rosell
1	14	4		Mercado de hardware	J. Ramiro
1	14	4	1	Home computers	J. Ramiro
1	14	4	2	Microordenadores	J. Ramiro
1	14	4	3	Miniordenadores	L. Ferrer
1	14	4	4	Mainframes	L. Ferrer
1	14	5		Mercado de software	J. Ramiro
1	14	6		Distribución	J. Ramiro
1	14	7		Computer shops	J. Luna
1	14	8		Difusión	A. Rosell
1	14	8	1	Libros	A. Rosell
1	14	8	2	Revistas	A. Rosell
1	14	8	3	Congresos y exposiciones	A. Rosell
1	99			Índices y referencias	
1	99	1		Índice temático	
1	99	2		Índice de autores	
1	99	3		Bibliografía	
1	99	4		Agradecimientos	

Índice de autores

Autor	*Tema*				*Título (* = Artículo escrito en colaboración)*	
Manuel Alfonseca Moreno	1	4			La nueva inteligencia	
	1	4	1		Inteligencia natural	
Doctor ingeniero de telecomunicación. Profesor de informática teórica de la universidad politécnica de Madrid. Asesor técnico senior del C. C. UAM-IBM	1	4	2		Inteligencia artificial	
	1	4	3		Inteligencia natural amplificada	
	1	4	3	1	Cálculo	
	1	4	3	2	Simulación	
	1	4	3	3	Ayuda a la decisión	
	1	5			Proceso de datos	
	1	5	1		Datos numéricos	
	1	5	2		Proceso de textos	
	1	5	3		Traducción automática	
	1	5	4		Proceso de imágenes	
	1	5	5		Proceso de sonido	
	1	7			La nueva forma de trabajar	
Isidro Ambrós	1	7	6	5	El abogado electrónico	
	1	13	1	2	Silicon Glenn	
Licenciado en ciencias de la información. Periodista	1	13	2	4	Investigación y desarrollo en China	
Howard Anderson	1	11	1		El hogar computarizado	
Managing director del Yankee Group						
Pedro Arderiu	1	8	1		Robótica y sociedad	
	1	8	2		La revolución robótica	
Ingeniero Industrial. Presidente de Robotics S. A.	1	8	3		Consecuencias sociales	
J. Aymerich Santamaría	1	7	1		Dirección y conducción de empresas	
	1	7	7	1	Banca	
Doctor ingeniero industrial						
Luis Barbé	1	2			Fundamentos del cambio	
	1	2	2		Teoría general de sistemas	
Catedrático de teoría económica en la universidad autónoma de Barcelona.						
X. Barbé Izuel	1	7	4		Técnica CAD/CAM	
Licenciado en derecho. Periodista						
Daniel Bell	1	2	5		Fundamentos sociales	
Profesor de ciencias sociales en la universidad Harvard						
James D. Bruce	1	13	4		Universidad y empresa	
Director de sistemas de información del Instituto de tecnología de Massachusetts						
José María Calvet	1	8			Informática y empleo	
Doctor ingeniero industrial. Profesor de organización de empresas de la Escuela técnica superior de ingenieros de telecomunicación de Barcelona						
Luis Callejo Creus	1	11	4		Música	
Doctor ingeniero industrial. Jefe del servicio técnico de Hispano-francesa de energía nuclear S. A. (HIFRENSA). Director técnico de informática musical de la fundación Phonos						
D. Casas	1	7	7	3	Tarjeta chip	*
	1	9	6		Hackers	*
Profesor de la universidad autónoma de Barcelona						
Manuel Castellón Leal	1	7	6	4	Abogacía	
Licenciado en derecho y en ciencias económicas						

Autor	*Tema*				*Título (* = Artículo escrito en colaboración)*	
Centro divulgador de la informática de la Generalitat de Catalunya	1	7	8		Usuarios profesionales	
	1	7	8	1	Ejecutivos de empresa	
	1	7	8	2	Profesiones informáticas	
	1	7	8	3	Funcionarios públicos	
F. Cervelló	1	4	4		Sistemas expertos	
Analista de sistemas						
Charles Coulter	1	13	3		Inversiones en informática	
Presidente de American research and development						
Víctor Farré Ballarín	1	9	3		El nuevo ayuntamiento	
Licenciado en ciencias económicas. Director del servicio económico de la Federación de municipios de Cataluña						
Luis Ferrer	1	13	5	3	Fabricación de miniordenadores	
	1	13	5	4	Fabricación de mainframes	
Ingeniero técnico industrial y licenciado en ciencias químicas. Director del centro de cálculo de la universidad autónoma de Barcelona	1	14	4	3	Mercado de miniordenadores	
	1	14	4	4	Mercado de mainframes	
John Kenneth Galbraith	1	1			La época de los grandes cambios	
Profesor emérito de economía en la universidad Harvard						
Eduardo Gil	1	3	6		Pedagogía de la informática	
Licenciado en ciencias físicas	1	11	2		Sistemas domésticos	
Ramón Gracia Vallés	1				La revolución informática	
	1	2	1		Universo físico y mental	
Licenciado en ciencias económicas. Presidente de Logic Control S. A.	1	2	1	1	Ciencias axiomáticas	
	1	2	1	2	Redes reactivas	
	1	2	3	1	Estandarización	
	1	2	3	2	Orden de magnitud	
	1	2	3	3	Tiempo de respuesta	
	1	3	7		Campos de verano	
	1	7	7		Servicios	
	1	7	7	4	Telemarketing	
	1	8	5		Automatización	
	1	12			Oficios informáticos	
	1	12	1		Analista	
	1	12	2		Perforista	
	1	12	3		Programador de aplicaciones	
	1	13			El sector informático	
	1	13	1		Localización	
	1	13	8		El mito del garaje	
M. Griera	1	7	7	3	Tarjeta chip	*
Profesora de la universidad autónoma de Barcelona	1	9	6		Hackers	*
Juan J. Guillén	1	11	3		Dibujo	
Dibujante de prensa. Profesor de escenografía del instituto del teatro de Barcelona	1	11	5		Teatro	
Santiago Guillén	1	2	5	1	Actitudes sociológicas	
Ingeniero industrial. Director del Centro divulgador de la informática de la Generalitat de Catalunya	1	2	5	2	Masificación de la cultura	
Ramchandran Jaikumar	1	2	3		Fundamentos industriales	
Profesor asistente de la Graduate school of business administration en la universidad Harvard						
Miguel López-Muñiz Goñi	1	7	6	3	Informática jurídica	
Doctor en derecho. Magistrado. Profesor de la facultad de informática de Madrid. Presidente de la Asociación informática y derecho (ASIDE)	1	9	2		Asambleas legislativas	

Autor	*Tema*				*Título (* = Artículo escrito en colaboración)*	
Joaquín Luna *Licenciado en ciencias de la información. Periodista*	1	14	7		Computer shops	
Eduardo Martí *Profesor de la facultad de ciencias de la educación de la universidad de Ginebra*	1	3	4		El niño y el ordenador	
	1	11			Ocio y cultura	
José Molina Blanes *Licenciado en ciencias de la información. Periodista*	1	13	1	1	Silicon Valley	
	1	13	1	3	Silicon Vallés	
Ramón Moliner Esteva *Licenciado en ciencias económicas*	1	9	4		Sistemas macroeconómicos	
Ramón Nogales Morán *Ingeniero de telecomunicación de Telefónica Sistemas S.A.*	1	6			Las nuevas telecomunicaciones	
	1	6	1		Correo electrónico	
	1	6	2		Télex	
	1	6	3		Teletex	
	1	6	4		Facsímil	
	1	6	5		Redes digitales	
	1	6	6		Telebanco	
Pedro Noguerol *Consejero técnico del área de informática del Consejo de universidades del ministerio de Educación y Ciencia*	1	3	1		Un nuevo instrumento didáctico	
	1	3	1	1	Los ordenadores en la educación	
	1	3	1	2	Objetivos pedagógicos	
	1	3	1	3	Experiencias pedagógicas	
	1	3	1	4	Efectos sociales	
	1	3	1	5	Efectos económicos	
Juan Planas Cerdá *Licenciado en derecho*	1	7	6		Profesiones liberales	
	1	9			Individuo y estado	
	1	9	1		Derecho a la intimidad	
J. Planasdemunt *Profesor mercantil y licenciado en ciencias económicas. Secretario general de la Bolsa de Barcelona*	1	7	7	2	Bolsa de valores	
Juan Pobeda *Ingeniero industrial*	1	8	4		Panorama de la robótica	
Prossa 4, ingeniería	1	7	6	2	Ingeniería civil	
J. Ramiro *Licenciado en informática. Profesor de la universidad autónoma de Barcelona*	1	13	5		Fabricación de ordenadores	
	1	13	5	1	Fabricación de home computers	
	1	13	5	2	Fabricación de microordenadores	
	1	13	7		Fabricación de software	
	1	14	4		Mercado de hardware	
	1	14	4	1	Mercado de home computers	
	1	14	4	2	Mercado de microordenadores	
	1	14	5		Mercado de software	
	1	14	6		Distribución	
Santiago Rodríguez *Doctor en medicina. Médico de la Ciudad sanitaria Valle de Hebrón de Barcelona*	1	7	6	1	Medicina	*
Antonio Rosell *Doctor en informática. Profesor de la universidad autónoma de Barcelona*	1	12	4		Formación informática	
	1	13	2		Investigación y desarrollo	
	1	13	2	1	I + D en Estados Unidos	
	1	13	2	2	I + D en Japón	
	1	13	2	3	I + D en Europa	
	1	14	3		Localización del mercado informático	
	1	14	8		Difusión	
	1	14	8	1	Libros	
	1	14	8	2	Revistas	
	1	14	8	3	Congresos y exposiciones	

Autor	*Tema*				*Título (* = Artículo escrito en colaboración)*	
Barry Rosenberg *Director asociado de Institutional investment research, Cowen and company*	1	14			El mercado informático	
Ricardo Ruiz de Querol *Doctor en ciencias físicas*	1	7	3		Automatización de oficinas	
Antonio Salgado Remigio *Doctor en medicina. Médico de la Ciudad sanitaria Valle de Hebrón de Barcelona*	1	7	6	1	Medicina	*
Vladimir de Semir *Periodista. Subdirector de* La Vanguardia *de Barcelona*	1	7	7	5	Prensa	
Francisco Serra *Doctor en ciencias físicas. Catedrático de la universidad autónoma de Barcelona*	1	2	4		Fundamentos electrónicos	
Software de base	1	3			La nueva enseñanza	
	1	3	2		La filosofía LOGO	
	1	3	3		Lenguajes para E.A.O.	
	1	4	5		Pilotos del futuro	
Softec	1	5	6		Tecnología de la información	
	1	5	7		El ordenador en la empresa	
J. Soler Carbó *Doctor en lingüística. Profesor adjunto de lingüística de la universidad autónoma de Barcelona*	1	10			Lingüística	
Antonio Talló *Analista de sistemas*	1	7	5		Diseño textil	
Santiago Tarín *Periodista. Licenciado en ciencias de la información*	1	9	5		Seguridad ciudadana	
	1	9	7		Control del delito	
Luis Terés *Licenciado en informática. Profesor de la universidad autónoma de Barcelona*	1	13	6		Fabricación de chips	
Roger Torres *Técnico informático. Director de informática de la Cooperativa provincial agrícola y ganadera de Lérida (COPAGA)*	1	7	2		Participación y resultados	
Sherry Turkle *Profesora asociada del programa "Ciencia, tecnología y sociedad" del Instituto de tecnología de Massachusetts*	1	3	5		Sociología de la informática	
Alan W. Wolff *Partner de Verner, Lippfert, Bernhard and McPherson*	1	14	2		Proteccionismo o libre competencia	
William F. Zachmann *Vicepresidente de Corporate research, International Data Corporation*	1	14	1		Tendencias del mercado informático	

Bibliografía

1 1 La época de los grandes cambios

Norbert Wiener: *The human use of human beings.* Boston (Houghton Mifflin), 1950.

C. C. Gotlieb y A. Borodin: *Social issues in computing.* New York (Academic Press), 1973.

Erving Goffman: *Frame analysis.* New York (Harper y Row, Colophon Books), 1974.

Andrew S. Tanenbaum: *Structured computer organization.* New York (Englewood Cliffs, N. J.), 1976.

Bruno Lussato: *El desafío informático.* Barcelona (Planeta), 1982.

1 2 Fundamentos del cambio

L. von Bertalanffy: *Historia y situación de la teoría general de sistemas* (en "tendencias en la teoría general de sistemas"). Madrid (Alianza Universidad).

J. von Neumann: *El ordenador y el cerebro.* Barcelona (Antonio Bosch).

K. E. Boulding: *General system theory. The skeleton of a science* (en "General systems"), I, 1956.

K. E. Boulding: *General systems as a point of viem* (en "Views on general systems theory". M. D. Mesarovic Wiley), 1964.

M. Godelier: *Racionalidad e irracionalidad en la economía* (Siglo XXI), 1967.

G. G. Granger: *Acontecimiento y estructura en las ciencias humanas* (en "Estructuralismo e historia". Nueva Visión), 1969.

H. Greniewsky: *Cibernética sin matemáticas* (Fondo de cultura ec.), 1965.

R. R. Grinker: *Toward a unified theory of human behavior.* Chicago, 1958.

Hall y Fagen: *Definition of a system* (en "General systems"), I, 1956.

H. W. Kuhn y G. P. Szego: *Mathematical systems theory and economics* (Springer-Verlag), 1969.

O. Lange: *Introduction to economic cybernetics* (Pergamon Press), 1970.

K. Lewin: *Field theory in social science* (Tavistock), 1963.

E. Malinvaud: *La agregación en los modelos económicos* (en "Lecturas sobre agregación económica" [J. Hortalá, L. Barbé]. Ariel), 1970.

M. C. Marney y N. M. Smith: *The domain of adaptive systems: A rudimentary taxonomy* (en "General systems"). 1964.

J. Marschak: *Towards and economic theory of organisation and information* (en "Decision processes". Wiley), 1954.

A. Maslow: *Motivation and personality.* (Harper), 1954.

K. Menninger: *Psychological aspects of the organism under stress* (en "General systems"), 2, 1957.

M. D. Mesarović: *Foundations for a general systems theory* (en "Views on general systems theory". Wiley), 1964.

M. D. Mesarović: *Mathematical theory of general systems* (Penn State U. P.), 1967.

M. D. Mesarović, D. Macko y Y. Takahara: *Theory of hierarchical multilevel systems* (Academic Press), 1970.

H. A. Simon: *Models of man* (Wiley), 1957.

O. R. Young: *A survey of general systems theory* (en "General systems"), 1963.

L. A. Zadeh: *The concept of state in system theory* (en "Views on general systems theory". Wiley), 1964.

1 3 La nueva enseñanza

D. H. Clements y D. F. Gullo: *Effects of computer programming on young children's cognition* (en "Journal of educational psychology", n.º 76-6, págs. 1051-1058), 1984.

S. Dionnet, E. Marti, B. Vitale y A. Wells: *Représentation et contrôle global-local du mouvement chez l'enfant dans la programmation LOGO* (en "Revue française de pédagogie", n.º 72, págs. 13-23), 1985.

A. Di Sessa: *Computers as experience in learning science* (en "Conf. annuelle LOGO 85". M.I.T.), 1985.

J. Howe, P. Ross, K. Johnson, F. Plane, R. Ingles: *Learning mathematics through LOGO programming: the transition from laboratory to classroom* (en "DAI working paper", n.º 118. University of Edinburgh), 1982.

M. R. Lepper: *Microcomputers in education* (en "American psychologist", 40, n.º 1, págs. 1-18), 1985.

E. Martí: *El món de l'educació davant el desafiament tecnològic* (en "Comunicació en Escola d'Estiu del Col·legi de llicenciats i doctors de Catalunya"). Llivia, julio 1985.

E. Martí: *El ordenador como metáfora: las posibilidades educativas del LOGO* (en "Infancia y aprendizaje", n.º 26, págs. 47-64), 1984.

S. Papert: *Mindstroms: children, computers and powerful ideas.* New York (Basic), 1980.

S. Papert: *Preface* (en "Conference annuelle LOGO 85", M.I.T.), 1985.

R. D. Pea y D. M. Kurland: *On the cognitive effects of learning computer programming* (en "New ideas in psychology", 2, n.º 2, págs. 137-168), 1984.

J. L. Perriault: *L'école dans le creux de la technologie* (en "Revue française de pédagogie", n.º 56, págs. 7-17), 1981.

J. Querzola y F. Verebely: *L'avenir des jeux video* (en "Education et informatique", n.º 16, págs. 18-20), 1983.

H. Wertz: *Some ideas on the educational use of computers* (en "Annual conference of the ACM", págs. 101-107). Los Ángeles, 1981.

M. A. White: *La révolution de l'apprentissage électronique: quelles questions se poser?* (en "Perspectives", 14, n.º 1), 1984.

1 4 La nueva inteligencia

P. C. Jackson, Jr.: *Introduction to artificial intelligence.* New York (Petrocelli/Charter), 1975.

E. B. Hunt: *Computer simulation: artificial intelligence studies and their relevance to psychology* (en "Annual Rev. of Psych.", 19, págs. 135-168), 1968.

Margaret Boden: *Artificial intelligence and natural man.* New York (Basic Books), 1977.

Patrick Winston: *Artificial intelligence.* Reading, Mass. (Addison-Wesley), 1977.

J. R. Slage: *Artificial intelligence. The heuristic programming aproach.* New York (McGraw-Hill), 1971.

Kenneth M. Sayre y Frederick J. Crosson: *The modeling of mind: computers and intelligence.* New York (Simon and Schuster Clarion Books), 1963.

Joseph Weizenbaum: *Computer power and human reason.* San Francisco (W. H. Freeman), 1976.

Michael A. Arbib: *Cerebros, máquinas y matemáticas* (Alianza Ed.), 1982.

José García Santesmases: *Computadoras, sistemas de inteligencia artificial y sociedad.* Santander (Univ. Santander [Col. Aula de cultura científica]), 1981.

Hugh Smith y Thomas Green: *El hombre y los ordenadores inteligentes* (Asesoría técnica de ediciones), 1982.

1 5 Proceso de datos

Gordon B. Davis: *Computer data processing.* New York (McGraw-Hill), 1973.

H. H. Josselson: *Automatic translation of language since 1960: a linguist's view* (en "Advances in computers").

H. L. Garner: *Number systems and arithmetic.* F. Alt y M. Rubinoff Eds. (en "Advances in computers", tomo 6, págs. 131-194). New York (Academic Press), 1965.

Joseph Orlicky: *The successful computer system.* New York (McGraw-Hill), 1969.

B. Langefors y B. Sundgren: *Information systems architecture.* New York (Petrocelli/Charter), 1975.

Herbert A. Simon y Laurent Siklóssy: *Representation and meaning.* Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall), 1972.

M. Elson: *Programming techniques.* Chicago (Science Research Associates), 1973.

Robert Verzello: *Procesamiento de datos* (Colina, S. A.), 1983.

Iván Flores: *Estructuración y proceso de datos* (Paraninfo), 1984.

Daniel D. Benice: *Introducción a las computadoras y proceso de datos* (Dossat), 1982.

Richard Smith y William Meyers: *Introducción a los ordenadores y proceso de datos* (Paraninfo), 1984.

Mitchell Waite: *Introducción al procesamiento de palabras* (Colina, S.A.), 1984.

1 6 Las nuevas telecomunicaciones

J. Martin: *Systems analysis for data transmission.* Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall), 1973.

W. P. Davenport: *Modern data comunication.* London (Pitman Publishing), 1971

E. R. Kretzmer: *Modern techniques for data comunication over telephone channels* (en "IFIP 68 Proceedings", págs 716-721). Amsterdam (North Holland Publishing Co.), 1969.

J. Martin: *Telecommunications and the computer.* Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall), 1969.

C. J. Ball: *Communications and the minicomputer* (en "Computer", n.º IX, págs. 13-21), 1972.

D. R. Doll: *Telecommunications turbulence and the computer network evolution* (en "Computer", 7, n.º 2, págs. 13-22), 1974.

M. Maiman: *Télématique, introduction aux principes techniques* (Masson), 1982.

P. Mathelot: *La télématique* (P.U.F.), 1982.

1 7 La nueva forma de trabajar

Leighton F. Smith: *An executive briefing on the control of computers.* Park Ridge, Ill. (Data Processing management Association), 1971.

Norbert Wiener: *Cybernetics.* Madrid (Guadiana Ed.), 1960.

T. T. Furman: *Uses of computers in engineering design.* London (E.U.P.), 1970.

Miguel López-Muñiz: *Informática jurídica documental.* Madrid (Ed. Díaz de Santos), 1984.

Anne A. Armstrong: *Sistemas de almacenamiento óptico* (en "Datamation" [ed. española], n.º 11, págs. 52-56).

Terrance Hanold: *An executive view of MIS* (en "Datamation", n.º XI, págs. 65-71), 1972.

Enrique Pérez Luño: *Iuscibernética y metodología jurídica* (en "Revista Juridica de Catalunya"). Barcelona, 1970.

Charles Howe: *Las tarjetas inteligentes ganan terreno* (en "Datamation" [ed. española], n.º 9, págs. 119-122).

Botella Llusià: *Informática* (en "A.B.C.", 2. I), 1972.

Mario Losano: *Corso di informatica giuridica.* Milano (C.U.E.M.), 1971.

Miguel López-Muñiz: *Informática aplicada* (en "Documentación administrativa").

Hervé Le Tellier: *Cartes à mémoire: comment parer le fraude* (en "Sciences et techniques", n.º 17, págs. 39-46).

M. Akiyama (ed.): *Teletraffic issues in an advanced information society* (en "Proc. of the 11th. Int. Teletraffic empress" [Kyoto]). Amsterdam (North-Holland), 1985.

Ian Sommerville: *Information unlimited.* Amsterdam (Addison-Wesley Publishing Group), 1983.

H. Inose: *Telecomunication technologies [1985/1986]* (en "Japan annual reviews in electronics, computers and telecomunications"). Amsterdam (North-Holland), 1985.

1 8 Informática y empleo

Freeman: *La teoría económica de la innovación tecnológica.* Madrid (Alianza Editorial), 1974.

F. Friedrichs y A. Schaff: *Microelectrónica y sociedad para bien o para mal* [Informe al Club de Roma]. (Ed. Alhambra), 1982.

Wonnacott y Wonnacott: *Economía.* (McGraw-Hill), 1985.

International Institute of Labour Studies: *Employment problems of automation and advanced technology. An international perspective.* Ginebra, 1970.

International Labour Organisation: *Automation: sume classification and measurement problems.* Ginebra, 1971.

W. R. Ashby: *An introduction to cybernetics.* London (Methuen), 1968.

C. C. Gotlieb y A. Borodin: *Social issues in computing.* New York (Academic Press), 1973.

R. Parkman: *The cybernetic society.* New York (Pergamon), 1973.

R. Hoekstra: *Robotics and automated systems.* Amsterdam (North-Holland), 1985.

A. Olerup, L. Schneider y E. Monod: *Women, work and computerization* (en "Proc. of the IFIP Working Conf." [Riva del Sole, 1984]). Amsterdam (North-Holland), 1985.

1 9 Individuo y estado

A. Westin: *Information technology in a democracy.* Cambridge, Mass. (Harvard University Press), 1971.

Roland Huguet: *L'enjeu de l'informatique parlamentaire* (en "Revue politique et parlamentaire", n.º 878), 1979.

National Academy of Sciences: *Data banks in a free society.* New York (Quadrangle Books), 1972.

Carlo Macchitella: *Gli aparati informatici del parlamento inglese* (en Col. "Parlamento e informazione"). Torino (Fund. Giovanni Agnelli).

Alan F. Westin: *Privacy and freedom.* New York (Atheneum), 1967.

Arthur R. Miller: *The assault on privacy: computers, data banks and dossiers.* New York (Siquet Books), 1972.

Alan F. Westin y Michael A. Baker: *Data banks in a free society.* New York (Quadrangle Books), 1972.

W. H. Ware: *Security and privacy in computer systems* (en "AFIPS Proc. Spring point computer conference"), 1967.

E. Smigel y H. Ross: *Crimes against bureaucracy.* (Van Nostrand Reinhold), 1970.

Miguel López-Muñiz: *La informática aplicada en las asambleas legislativas* (en "El consultor de los Ayuntamientos", n.º 17), 1984.

Rodolfo Pagano: *La informática en el parlamento italiano* (en "Simposio sobre la recuperación de información jurídica en Europa"). Estrasburgo, 1979.

L. Yngström, J. Sizer, J. Berleur y R. Laufer (eds.): *Ban information technology result in benevolent bureaucracies?* (en "Proceedings of the IFIP working conf." [Namur, Belgium]). Amsterdam (North-Holland), 1985.

K. Hopper y I. A. Newman: *Foundation for human-computer communication* (en "Proceedings of the IFIP working conf." [Rome, set. 1985]. Amsterdam (North-Holland), 1986.

J. A. Schweitzer: *Computer crime and business information.* Amsterdam (North-Holland), 1985.

1 10 Lingüística

Douglas R. Hofstadter: *GÖDEL, ESCHER, BACH: An eternal golden braid.* New York (Vintage Books [Random House]), 1980.

Alan Ross Anderson: *Minds and Machines.* Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall), 1964.

John I. Hubbard: *The biological basis of mental activity.* Reading, Mass. (Adisson-Wesley), 1975.

Stanley L. Jaki: *Brain, mind and computers.* South Bend, Ind. (Gateway Editions), 1969.

Terry Winograd: *Understanding natural language.* New York (Academic Press), 1972.

Hans Jensen: *Sign, symbol and script.* New York (G. P. Putnam's), 1969.

G. A. Miller y P. N. Johnson-Laird: *Language and perception.* Cambridge, Mass. (Harvard University Press, Belknapp Press), 1976.

D. G. Hays: *Introduction to computational linguistics.* New York (American-Elsevier), 1967.

E. V. Popov: *Talking with computers in natural language.* Berlín (Springer-Verlag), 1986.

1 11 Ocio y cultura

Keith Gunderson: *Mentality and machines.* New York (Doubleday, Anchor Books), 1971.

Sidney Hook: *Dimensions of mind.* New York (Macmillan, Collier Books), 1961.

James Anderson Moorer: *Music and computer composition* (en "Communications of the Association for Computing Machinery [ACM]", n.º 2, págs 104-113), 1972.

Jasia Reichardt: *Cybernetics, arts and ideas.* Boston (New York Graphic Society), 1971.

Adrian Henri: *Total art: environments, happenings and performances.* New York (Praeger), 1974.

Adolfo Guzmán: *Decomposition of a visual scene into three-dimensional bodies* (en "AFIPS Conference proceedings", n.º 33, págs. 1293-1298). Wayne, Pa. (MDI Publications), 1968.

Azriel Rosenfeld: *Picture processing by computer.* New York (Academic Press), 1969.

Lejaren Hiller: *Music composed with computers. A historical survey* (en "The computer and music", págs. 49-96). Ithaca, N. Y. (Cornell University Press), 1970.

Raphael Vaillant: *El ordenador en casa* (Plaza & Janés), 1983.

G. Kearsley y M. Furlong: *Computers for kids over 60.* Amsterdam (Addison-Wesley Publish. Group), 1984.

Agradecimientos

La Enciclopedia de la Informática manifiesta su reconocimiento a Digital Equipment Corporation, S. A. por su autorización para publicar los artículos de los profesores

John Kenneth Galbraith, La época de los grandes cambios
Ramchandran Jaikumar, Fundamentos industriales
Daniel Bell, Fundamentos sociales
Sherry Turkle, Sociología de la informática
Howard Anderson, El hogar computarizado
Charles Coulter, Inversiones en informática
James D. Bruce, Universidad y empresa
Barry Rosenberg, El mercado informático
William F. Zachmann, Tendencias del mercado informático
Alan W. Wolff, Proteccionismo o libre competencia,

procedentes del *Computer in society* editado por Digital Equipment Corporation.

Expresa también su agradecimiento al Centro divulgador de la informática, de la Generalitat de Catalunya, por su autorización para utilizar el material inédito de su estudio sobre el mercado de los usuarios profesionales de la informática, que ha hecho posible la redacción de los capítulos titulados

Usuarios profesionales
Ejecutivos de empresa
Profesiones informáticas
Funcionarios públicos.

Enciclopedia de la INFORMÁTICA

Volumen 1
La revolución informática

Volumen 2
Dinámica de los ordenadores

Volumen 3
Programación y lenguajes

Volumen 4
Optimización de recursos

Volumen 5
Aplicaciones en acción

Volumen 6
Integración de tecnologías

Editorial Planeta, S. A.
Córcega, 273-277, 08008 Barcelona

