

Libros/Revistas

A.P.I.C. Studies in Data Processing
No. 8

STRUCTURED PROGRAMMING

O. J. DAHL
*Universitet Oslo,
Matematisk Institutt,
Blindern, Oslo, Norway*

E. W. DIJKSTRA
*Department of Mathematics,
Technological University,
Eindhoven, The Netherlands*

C. A. R. HOARE
*Department of Computer Science,
The Queen's University of Belfast,
Belfast, Northern Ireland*



1972
ACADEMIC PRESS
LONDON AND NEW YORK

STRUCTURED PROGRAMMING,
por O. J. Dahl, E. W. Dijkstra
y C. A. R. Hoare.
Editorial Academic Press, 1972.

Dos observaciones previas son interesantes sobre este libro:

La primera es que indudablemente es uno de los libros más importantes que se han editado en la corta historia de la informática teórica. La segunda es que su lectura es difícil para el informático de gestión, especialmente en su segunda y tercera parte escritas para un público de entendidos. Pero lo menos que puede decirse es que las horas que se dediquen a estudiar y meditar las 220 páginas de denso texto pueden ser enormemente provechosas para llegar a tener una visión global, profunda, del arte y la ciencia del diseño y la programación. La lectura del libro nos demuestra la enorme diferencia que existe entre aprender un lenguaje y aprender a programar y la impresión que se saca es la de reconocer que sobre la difícil actividad de programar sabemos todos realmente muy poco.

La primera parte es el conocido artículo de Dijkstra «Notes on structured programming» que ya había sido bastante divulgado, como informe de la Universidad de Eindhoven (en Barcelona la A.T.I. lo repartió en dos cursos dados con anterioridad a la fecha del libro). Es la parte de menos difícil lectura, aunque esto no quiera decir que no contenga las ideas más fundamentales sobre las que profundizan las dos siguientes partes. En el libro se han empleado algunas ideas y se ha añadido un interesante ejemplo que no figuraba en el informe de la Universidad (problema de las ocho reinas). Es recomendable leerlo por lo menos dos

veces; la segunda de ellas después de haber leído el resto del libro, puesto que de esta manera se comprenden mejor los conceptos que Dijkstra nos explica de manera más informal, pero más sencilla que en las dos siguientes partes.

La segunda y tercera parte, debidas a Hoare y Dahl respectivamente están dedicadas a darnos una nueva visión (estructurada podríamos llamarla) sobre los dos componentes básicos de la Informática teórica: las estructuras de datos (Hoare) y las estructuras de programas (Dahl).

La parte dedicada a estructuras de datos consigue hacernos entender que la programación estructurada afecta no sólo a las estructuras de los programas (los famosos programas sin go-to) sino fundamentalmente a las estructuras de datos. El concepto de «tipo» (type) base del diseño de estructuras de datos, es explicado magistralmente por Hoare, empleando un lenguaje de diseño muy revelador. El último ejemplo que da (Examination Timetables) es una lección de diseño extraordinaria.

Teniendo en cuenta que el concepto de «Type» está ya introducido en varios lenguajes de programación (Algol 68, Pascal, Sill) y del éxito alcanzado por los lenguajes extensibles no es demasiado pronto para empezar a asimilarlo, dado que no es fácil modificar nuestros hábitos de pensamiento y es necesaria una larga meditación y su empleo para dominarlo.

La última parte sobre estructuras de programas nos resalta la relación entre las estructuras de los datos y de los programas a través de unos ejemplos muy bien seleccionados y del empleo del lenguaje SIMULA 67, que, una vez asimilado a través de los ejemplos, nos sirve para descubrir que la profunda conexión entre lenguaje natural y pensamiento creativo puede llegar también a existir entre un lenguaje artificial y la concepción de algoritmos por una mente humana. El método de ordinograma como paso previo a la codificación parece claramente absurdo después de la lectura de este texto y los conceptos de rutina y corutina adquieren una mayor significación después de años de haberlos empleado sin comprenderlos completamente.

En resumen: Un libro fundamental para todo informático.

M. C.

System Analysis Techniques

J. DANIEL COUGER
ROBERT W. KNAPP

SYSTEM ANALYSIS TECHNIQUES,
por J. Daniel Couger, Robert W. Knapp
y otros. Editorial John Wiley & Sons,
1974.

Este interesante libro tiene un aspecto muy positivo y otro bastante negativo.

El aspecto positivo es que se han incluido como parte principal del texto una selección de artículos teóricos sobre análisis de Sistemas que estaban dispersos entre multitud de revistas y que además eran difíciles de obtener en algunos casos. Los artículos seleccionados constituyen seguramente el conjunto más completo publicado nunca sobre el tema, abarcando quince años de investigación y desarrollo. En este aspecto puede compararse al libro de Rosen sobre programación y es de esperar que al igual que dicho libro sea bibliografía básica a emplear por todo profesional interesado en el tema.

Entre los artículos que componen el libro, destacaremos los siguientes:

— Dos artículos sobre teoría general de sistemas por Von Bertalanffy y Ackoff.

— Descripciones resumidas de los métodos de análisis más conocidos (SOP ed IBM, BISAD de Honeywell, ADS de NCR).

— Descripción de las técnicas creativas o descriptivas más usuales (tablas de decisión, ordinogramas, matrices de datos y procedimientos).

— Descripción de lenguajes de análisis y ayudas automáticas (TAG de IBM, Information Algebra de CODASYL,

ISDOS de la Universidad de Michigan, Systematics de Grindley, HSL/1 de Hoskins).

— Artículos teóricos como el clásico de Young y Kent (de 1958 y que demuestra que la ciencia informática no avanza tan rápidamente como algunos suponen), de Teichroew y de Langefors.

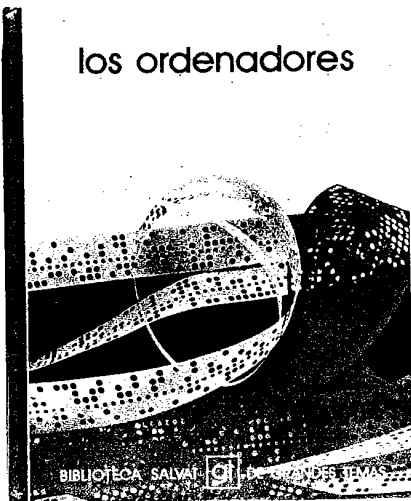
— Una serie de artículos sobre los análisis de costes y beneficios.

El aspecto negativo, es que los principales autores, Couger y Knapp, han intentado una clasificación de las técnicas descritas, agrupándolas en cuatro generaciones y el intento se demuestra no sólo falso, sino incluso desconcertante para el lector. El colmo del desconcierto nos llega cuando en la introducción a la 2.ª parte los autores nos prometen que el grado más avanzado de estas técnicas (4.ª generación) lo constituye su propio método al que denominan SOP/PLAN que presentarán en la Sección IV y descubrimos después que en dicha sección ni se habla de dicho método, limitándose a reproducir un artículo de divulgación de Teichroew y Sayani mucho menos completo que otros anteriores del mismo equipo de la Universidad de Michigan. Mucho más razonable hubiera sido agrupar los artículos seleccionados incluso por fechas de aparición.

En resumen: Un libro de consulta obligada, pero con una falta de modestia por parte de sus editores que molesta al lector.

M. C.

los ordenadores



LOS ORDENADORES
Biblioteca Salvat de Grandes Temas
Barcelona 1974

Ultimo hito del escaso panorama de literatura informática hispana, este texto de Berenguer, Corominas y Garriga prosigue la que ya puede calificarse como línea de popularización (no de vulgarización) de los ordenadores y de su problemática: baste recordar de los mismos autores dos artícu-

los recientes en la revista «Triunfo» y otros dos no tan recientes, uno epilogando «La informática» de Pierre L'Hermitte traducida en la editorial Oikos-Tau y el otro analizando la informática en Cataluña en la revista «Serra d'Or».

Aunque el profesional pueda, al principio, desconcertarse por leer un libro no pensado para él, no puede menospreciarse el intento de abrir a muchos miles de profanos las herméticas puertas del templo informático; además, en este caso, el intento está plenamente logrado si nos atenemos al rápido agotamiento de una edición prácticamente inencontrable.

La forma de exposición ha sido sin duda determinante para este éxito: no hay apartado mediante complejo que no esté expuesto mediante ejemplos tomados de la experiencia cotidiana del lector medio. Desgraciadamente no puede elogiarse también la parte gráfica, que en cuanto a fotografía es sobreabundante, poco significativa y mitificadora, y en cuanto a dibujo es a menudo errónea, colorinesca y contraproducente en su presunto cometido de aclarar el texto, puesto que llega hasta a oscurecer temas que aquel plantea diáfano.

Entrando en su contenido, el libro tiene dos partes de análoga extensión: una más bien técnica, de «informática en sí», y otra predominantemente sociológica sobre «informática y su entorno».

La primera parte empieza por esbozar, con los antecedentes y evolución de las herramientas de cálculo, una racionalización de la historia informática bastante más consecuente que los anecdóticos al uso. La descripción posterior del hardware central y periférico peca, a nuestro parecer, de poca elaboración, y nada hubiese perdido con haber sido desarrollada también en forma evolutiva, como los sucesivos compromisos entre las relaciones cambiantes de las posibilidades técnicas, las necesidades auténticas y las limitaciones. Y otro tanto podría decirse del capítulo dedicado al software operativo, aunque en este caso la exposición se ha agilizado notablemente con un ejemplo de programación elemental y clarísimo, a pesar del torpedeamiento de las «ayudas» gráficas.

Con mucho la segunda parte es la más interesante del libro. Los autores cifras en mano, lamentan el insuficiente esfuerzo empleado en apuntalar informáticamente los saltos, posibles hoy y super-rentables a largo plazo para la humanidad, en las ciencias, la técnica, la cultura, la educación, la sanidad o el urbanismo. Cerca del 90 % de los esfuerzos se han dirigido a las empresas, sin siquiera haber tenido en la mayoría de los casos una rentabilidad a corto plazo según el criterio del beneficio privado. Y dentro de las

empresas, el esfuerzo ha ido a las financieras como sector y a la «gestión» como aplicación (puesto que menos del 3 % de la inversión total en informática se destina a control de procesos y a automatización de la producción). Hoy decir informática equivale a decir facturación, nómina y contabilidad (al menos las oficiales). Van apareciendo así en el libro una serie de inequívocas contradicciones entre informática como instrumento e informática como instrumentalización, informática para e informática contra el hombre, informática para todos e informática para unos pocos.

El futuro que apunta el libro tampoco es muy prometedor. Los autores no comparten la tónica inquietud de que el hombre resulte ser un «aprendiz de brujo» (¿de qué brujo?) creando cerebros artificiales que puedan superar técnicamente en su propio terreno de creación y rebelarse; y justifican su tranquilidad porque la dimensión creativa principal del hombre procede de la relación social y no de la capacidad individual.

Sí aparece en cambio en el libro un doble motivo de inquietud para un porvenir extrapolado del presente conocido. Por una parte, quienes construyen, y por tanto dominan la herramienta informática y su evolución, no se concentran en eliminar los puntos negros de los equipos (básicamente la falta de automatismo en la recogida de datos y la falta relativa de velocidad en los periféricos) y no lo hacen por dos motivos: por miedo a la contracción de un mercado que ahora pivota estructural y económicamente sobre las unidades centrales, que se revelarían así como sub-utilizadas y sobreabundantes; y por temor a las consecuencias de una reducción de horas de trabajo necesarias, que en las sociedades que nos rodean más parecen significar, a la postre, amenaza de paro que mayor disponibilidad de tiempo personal.

La otra inquietud básica es que en el seno de ese casi 90 % de inversión informática dedicado a la gestión empresarial ha aparecido una contradicción hoy por hoy insoluble, a raíz de los poco alentadores o fracasados intentos de integración de la información y de ésta con la gestión: contradicción que enfrenta los reiterados esfuerzos racionalizadores de los «integradores» con las estructuras de una gestión jerárquica basada en la intuición y en el autoritarismo más o menos irreductiblemente irracionales.

No es ilógico pensar que en esta situación de «impasse», el esfuerzo en abaratar memorias mayores y más accesibles destinadas a soportar bancos integrales de datos privados esté realmente presidido por el intento de soslayar las fuertes contradicciones antes expuestas y pueda desembocar en una peligrosa adulteración de la informática, como es el control y la su-

se llega es la siguiente: «Sea muy cuidadoso a la hora de introducir datos valiosos en su sistema de multiacceso. Esté seguro de que si hay algo de valor en su sistema, existe una real posibilidad de que alguien intente apropiárselo y por el momento no existen sistemas seguros». Claro que después de Watergate ningún americano debe fiarse de su camisa.

Febrero. La actual situación en la administración de datos (The current status in data management), y

Marzo. Areas problemáticas en la administración de datos (Problem areas in data management). Quizás lo mejor en lo que va de año.

La lectura de los números citados ofrece una amplia y crítica visión de los sistemas de información sobre bases de datos (Data base). Se hace especial hincapié entre los discordantes puntos de visto de los productos IBM en este campo y las recomendaciones del grupo de trabajo del CODASYL sobre bases de datos, con una discusión realmente interesante y un punto dedicado especialmente a los ficheros invertidos. El número de mayo está dedicado a una especie de prospectiva sobre la evolución que han de sufrir estos sistemas de información. Lectura especialmente recomendada en estos momentos en que quien más quien menos intenta construir su tan ansiada base de datos.

Abril. La dirección del programador (Issues in programming management).

Presentación de diversas alternativas para la organización de la tarea de los programadores. A pesar de las múltiples y variadas predicciones sobre la desaparición de la programación, y en primer lugar la de aplicaciones, la verdad es que los equipos de informática no tienen resuelto satisfactoriamente un trabajo que por el momento es absolutamente imprescindible. Una buena ayuda para fijar ideas y no ensayar ideas desencaminadas.

Mayo. La búsqueda de un software de confianza (The search for software reliability).

Junio. La llegada de la programación estructurada (The advent of structured programming).

Dos números dedicados a la programación modular, ligados íntimamente con el número de abril. El primero de ellos con un planteamiento generalizado y el segundo, muy a la moda, especialmente dedicado a la programación estructurada. Póngase usted «à la page» leyendo en particular el número de junio.

J. G.



ZERO. UN. INFORMATIQUE

Nacida en 1966, «Zero. Un. Informatique» tiene dos publicaciones: hebdo» (semanal, que sale cada lunes) y «mensuel» (10 números por año).

Los números normales de este último tienen un centenar de páginas, cuyas dos terceras partes de texto están divididas en «Secciones fijas» y «artículos».

De las secciones fijas, la más reciente (enero del 74) y polémica en cuanto a su utilidad es la «FICHA DE COCINA» DE PROGRAMACION, formada por una cartulina coleccionable donde van apareciendo «recetas» de las más habituales de programación.

Dentro de los artículos tienen especial interés los «apellidados» como 01 PANORAMA, que constituyen un análisis encomendado a un «encargado de estudio» y que aparecen «por entregas» en varios números.

Así, en los números de enero a julio aparecen:

— LOS SISTEMAS DE GESTION DE BASES DE DATOS.

1. Definiciones y especificaciones (número enero febrero).

2. Características de los principales SGBD disponibles en Francia (número marzo).

— LOS MONITORES DE TELETRAMIENTO.

1. Definición y especificaciones (número abril).

2. Principales productos disponibles para IBM 360/370 (número mayo).

— LOS MICROSISTEMAS COMPACTOS Y PROGRAMABLES.

1. La recogida y el tratamiento (junio).

— LA LECTURA OPTICA EN OFICINAS DE SERVICIO.

(Sólo una entrega comparativa.)

Como se ve, suele haber una primera parte de introducción al tema y una segunda parte de análisis comparativo, normalmente tabulado.

En cuanto a la primera parte, en muchos casos resulta totalmente insuficiente (así por ejemplo en el caso de Bancos de Datos, el tema es demasiado complejo para dar una idea clara en 6 páginas a un lector que no sepa de qué va, y sobra para el que ya lo sabe).

La segunda parte es la más interesante, sobre todo para el lector francés, ya que siempre hace el estudio comparativo de los productos existentes en su mercado (así por ejemplo, en el caso de la lectura óptica, un lector español no puede aprovechar nada).

También se encargan los propios suministradores de aclarar los errores o hacer las puntualizaciones pertinentes, por medio de la sección «correo».

Este estudio comparativo no sirve, evidentemente, para tomar ninguna decisión, pero sí como panorama previo de posibilidades.

El resto de los artículos no suelen tener un núcleo monográfico, y tocan todo, desde generalidades vacías hasta novedades muy interesantes. Hay que destacar el número de julio-agosto en donde salen unas estadísticas y predicciones muy interesantes del

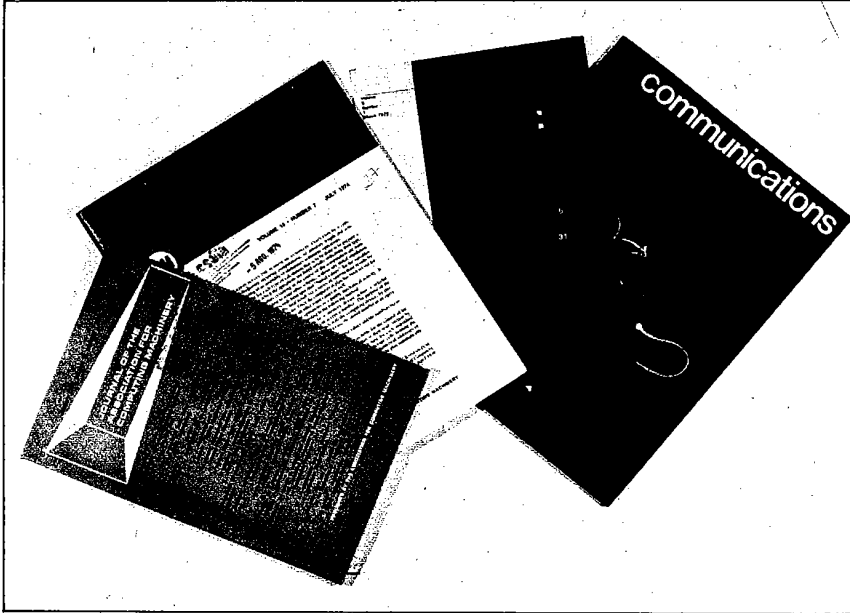
mercado mundial y francés de ordenadores.

Cuando la revista aborda un tema amplio, por parte de un «encargado de estudios» de la propia redacción, lo reparte en varios números, como el muy interesante de: «Costes, rendi-

miento y aplicaciones de los miniordenadores: la verdad».

En resumen, los artículos mejores por su coherencia son éstos que corresponden a un encargado de estudios de la propia redacción.

P. G.



LAS PUBLICACIONES DE LA ACM

(Association of computing machinery)

La ACM, la mayor asociación nacional de profesionales del mundo con sus 30.000 miembros «usuarios» de la informática, fue fundada hace más de 5 lustros por académicos y diseñadores de ordenadores. Esta doble característica, origen científico y público práctico, marca todas las manifestaciones de la ACM, especialmente las publicaciones, con todas sus grandezas (rigor científico, gran difusión) y alguna servidumbre (poca penetración en el usuario). Sus tres grandes grupos de publicaciones (periódicas, no periódicas y ultraspecializadas) representan el mayor esfuerzo editorial del mundo en el campo del proceso de datos.

Sólo como mención de los dos últimos grupos de publicaciones, cada uno de los 28 grupos de trabajo o comisiones técnicas edita un boletín trimestral (y a veces mensual), desde la Teoría de Automatas hasta la Microprogramación, y más de 2.500 páginas sólo en 1973, de publicaciones no periódicas, muchas de ellas comunicaciones multinacionales a diferentes symposiums y congresos.

De las 4 revistas generales de la ACM, las dos más «científicas» («Com-

puting Surveys» y «Journal») son trimestrales, y las dos más «prácticas» («Communications» y «Computing Reviews») son mensuales.

«Computing Surveys»

El subtítulo «The Survey and Tutorial Journal of the ACM» de la revista viene a fijar sus objetivos. Edita cuatro números al año tirando de cada número 24.000 ejemplares aproximadamente. Sus características, que explicaremos a continuación, la convierten en una revista de consulta muy interesante cuando se comienza a trabajar en un tema informático.

Cada número publica únicamente dos artículos, sin ninguna otra información, como no sea alguna poca frecuente presentación editorial. Cada artículo es bastante extenso, de 20 a 50 páginas, y está organizando para facilitar el archivo y la consulta. Una introducción que es previa al índice del artículo, justifica la dedicación del número al tema de referencia, con frecuente alusión a otros artículos anteriores dedicados al mismo tópico.

Existen dos tipos diferentes de artículos: los denominados «survey» (resumen) que tienen como objetivo presentar el «state of the art» del tema, en ese momento, con un análisis crítico de los resultados prácticos alcanzados; y los denominados «tutorial» (didácticos) que representan una introducción al tema realizada por un autor de prestigio. En cualquiera de

los dos casos siempre se dedica un apartado a la presentación de la bibliografía existente, en general clasificada e, incluso, comentada.

Los temas seleccionados son muy variados, tanto de informática teórica como de informática de gestión o científica. Como ejemplo de ello sigue la lista de los temas tratados en 1973 y primera mitad de 1974:

- Estructuración del proceso.
- Resumen de algunos aspectos teóricos del multiproceso.
- Avances en el procesamiento de imágenes (1969-1971).
- Resumen de las técnicas de indexación para matrices poco densas.
- Informe del estado de los algoritmos de cómputo para la Programación matemática.
- Evolución de las técnicas de análisis de sistemas de gestión.
- Metodología en la selección de un ordenador.
- Conceptos de programación concurrente.
- Caracterización de 10 algoritmos de proceso de superficies ocultas.
- Proceso por ordenador de imágenes de trazado de líneas.
- Analizadores sintácticos de izquierda a derecha.
- Traducción de tablas de decisión.

En resumen: Una revista de consulta obligada cuando se desea una iniciación con seguridad en un nuevo tema o la validación del estado de nuestros conocimientos sobre un tema aprehendido.

«JOURNAL OF THE ACM»

Esta publicación tira trimestralmente unos 15.000 ejemplares de cerca de 200 páginas dedicadas a artículos de especialistas universitarios o industriales sobre investigación básica y aplicada, relativos a avances originales y esenciales en la ciencia de la informática (referentes a las teorías de autómatas, conmutación, diseño y programación; a las matemáticas aplicadas, a la inteligencia artificial, a la lingüística y a otros campos conexos).

Su lectura exige conocimientos previos no elementales de matemáticas y de informática.

Los dos volúmenes aparecidos este

año se centran, preferentemente, en dos campos: construcción matemática de ciertos requisitos aplicados a grandes *sistemas operativos* de máquinas (memorias jerarquizadas, paginación, optimización de cadenas de trabajos) y refinamientos matemáticos para mejorar la eficiencia tiempo-ocupación de algoritmos conocidos o nuevos de diversos tipos de aplicaciones informáticas (Merge, Diseño de Curvas, Álgebra y Cálculo Numérico, Teoría de errores, Demostración automática de teoremas, Conversión de Tablas de Decisión, Recuperación de información).

En resumen: podrían contarse con los dedos los profesionales que en nuestro país pueden sacar de estos artículos fruto práctico para su trabajo. A su vez, revistas de este nivel dan idea del auténtico abismo existente entre el nivel de los creadores auténticos y el de los simples asimiladores que más o menos manejamos sólo bibliografías, e incluso, con dificultades.

«COMMUNICATIONS OF THE ACM»

Los 34.000 ejemplares mensuales de «Communications» cumplen un doble objetivo: Por un lado recogen para sus asociados las noticias oficiales de la Asociación así como la vida de sus departamentos, tanto regionales como funcionales o por áreas de trabajo (los famosos SIG o grupos de interés especial); por otro lado pretenden reflejar como en una instantánea la situación rápidamente cambiante de la informática, por medio de artículos de contenido muy concreto, de comunicaciones cortas, de polémicas sobre inexactitudes de trabajos anteriores, sin recurrir ni implícita ni casi explícitamente a publicidad alguna.

En los nueve primeros números de este año destacan por su insistencia los artículos referentes a Sistemas operativos y a Lenguajes de programación entre los temas puramente informáticos, así como los dedicados a matemáticas numéricas (entre los que hay que incluir una sección célebre de «algoritmos», serie de subrutinas científicas Fortran explicadas y listas para incluir en los programas propios).

Las comunicaciones sobre Sistemas operativos parecen centrarse ahora primordialmente en los problemas derivados de las grandes configuraciones en régimen de multiproceso y/o de tiempo compartido, insistiendo repetidamente en presentar soluciones específicas para los puntos álgidos: Seguridad de acceso sólo autorizado a información de soporte compartido procurando evitar las vulnerables tablas de identificación en memoria; pa-

ginación «a la demanda»; secuenciación óptima en tiempo-espacio de registros en periféricos rotacionales (discos, tambores...), etc.

En cuanto a los artículos sobre Lenguajes de programación, tratan preferentemente de su formalización matemática (definición de su sintaxis), o de «ayudas» de alto nivel a la programación (verificación mecánica de programas, síntesis del programa a partir de su especificación, selección óptima de «programas a medida» a partir de paquetes generales, corrección automática de errores, estimación automática previa de la eficiencia de los programas, lenguajes para probar teoremas automáticamente, etc.).

Por último, no puede dejarse de destacar en el número de septiembre, por ser algo insólito en la tecnocrática ACM, una exposición colectiva, ponderada y exhaustiva de las *implicaciones sociales de la informática* en términos asequibles a no profesionales: Exposición que abre centenares de interrogantes en las facetas de los Servicios informáticos a domicilio, del dinero electrónico, de las elecciones políticas automáticas (problema importante en los países con intervención ciudadana en la política), de la enseñanza asistida por ordenador, de las aportaciones de la teoría informática al conocimiento y desmitificación de nuevos aspectos del hombre y de la sociedad, de la confidencialidad, del desempleo y subempleo inducidos por y en la informática, de los tópicos y los mitos de la informática vulgarizada, de la formación en nuestra profesión, del monopolio en la fabricación de hardware y de software, de la protección por patentes y por secreto, de la conexión informática-comunicaciones, del desarrollo económico, del poder político y social y del apoyo gubernamental a la investigación informática.

Hemos citado prólijamente los apartados de este «Report» de la comisión dirigida por McCarcken para aclarar su orientación, aunque su importancia nos obligará a comentarlo más a fondo en el número dos de NOVATICA. Que de aquí al menos nuestra impresión (y es muy sintomática la incorporación por suave que sea de la ACM a esta problemática) que la informática como ciencia, como técnica aplicada, como profesión y como subsistema social está pasando una crisis de crecimiento, de identificación, de esclarecimiento de sus propios objetivos en un mundo problemático; y que está en camino de convertirse en un *complejo sociotécnico* con un amplísimo espectro de orientaciones y de facetas.

«COMPUTER REVIEWS»

Esta revista bibliográfica que tira

8.000 ejemplares mensuales, recoge, sintetiza y critica sistemáticamente 200 revistas (sin contar libros) a partir del trabajo de un amplio equipo de un millar de analistas voluntarios (en general norteamericanos), clasificando los artículos según contenidos en 60 subgrupos, pertenecientes a los siguientes grupos:

1. DOCUMENTOS GENERALES Y FORMACION.
2. «MEDIO AMBIENTE» INFORMATICO.
3. APLICACIONES.
4. SOFTWARE.
5. MATEMATICAS INFORMATICAS.
6. HARDWARE.
7. ORDENADORES ANALOGICOS.
8. OPERADORES (Simulación, Gráfica, Investigación Operativa, Tablas de Decisión, etc.).

M. C. y J. M.