

# La Era Infinita de la Computadora

Por

Rainer J. PUVOGEL

Teniente 1º (R), Armada de Chile  
Ingeniero Consultor del Instituto  
Hidrográfico de la Armada

---

"La computadora electrónica tiene un mayor potencial benéfico para la especie humana que cualquier otro invento en la historia...".

Ingeniero naval electrónico titulado en 1956 por la Academia Politécnica Naval.

Ex-oficial de la Armada con 12 años de servicio activo en servicios de ingeniería y como oficial ejecutivo de cubierta.

En 1962 se retiró de la Armada e ingresó a la vida civil para especializarse en computación, donde a la fecha ha acumulado 14 años de experiencia.

Ha desempeñado cargos consultivos y directivos en diversas empresas del área privada y pública; y realizó recientemente 2 años de estudios de posgrado en Brasil. Al regresar a Chile se desempeñó como Director de Computación en la Universidad Santa María.

Es Ingeniero Consultor del Instituto Hidrográfico de la Armada (Centro Nacional de Datos Oceanográficos).



ESTA EXTRAORDINARIA apreciación podría parecer la extravagante idea profesional de un fervoroso vendedor de computadores. Sin embargo, a la misma conclusión están llegando cada más individuos de reconocida competencia en los círculos de la informática.

## 1. LA GRAN REALIZACION TECNICA

¿Es más benéfico el computador que la imprenta o que la rueda? ¿Más que la máquina a vapor, o que la dinamo y el motor eléctrico, para no mencionar la fuerza atómica? Podría lograrse un efecto impresionante colocando a la computadora a la cabeza de esta lista. La razón es que esta novísima innovación técnica frecuentemente ejerce el máximo efecto, puesto que es el producto de varias realizaciones anteriores. Es obvio que la dinamo no habría sido nada si no hubiera existido antes la máquina de vapor. La computadora misma es clasificada como un producto de la industria manufacturera de artículos eléctricos, y sin los adelantos tan enormes de esta industria, hubiera permanecido como una desafiante pero inútil pieza de museo. Hace ciento treinta años las funciones de la moderna computadora solamente eran entendidas por unos cuantos precursores ingleses; pero estaba reservado al tubo de vacío el hacerla práctica, y a los diodos y a los transistores, el convertirla en el prodigio que hoy es.

Ciertamente, ningún otro conjunto de equipos usados para la capitalización ha cambiado los términos fundamentales de tantas actividades humanas, en tan corto tiempo. En unos cuantos años, como máquina de información tecnológica, ha alterado profundamente las técnicas de la ciencia, ha empezado a hacer más eficiente al gobierno, y ha proporcionado nuevas bases para las estrategias de la defensa nacional. Sobre todo, está cambiando en forma radical los métodos de producción en los negocios, y en el arte y la ciencia de la administración. Aun cuando la máquina es la bestia negra de los críticos que temen acelerará el desempleo y será causa del peor de los problemas de la sociedad moderna, parece estar destinada a brillar como un instrumento poderoso para hacer más productivos y eficientes los negocios; y, por lo tanto, al eliminar una gran cantidad de trabajo penoso y elevar el ingreso personal en toda la nación, aumentar la comodidad general, sirviendo, en resumen, para incrementar considerablemente el libre alcance de las oportunidades del hombre que, por definición, es la meta de toda buena sociedad.

Una característica de la computadora, que la hace única entre las realizaciones técnicas, es que ha obligado a los hombres a pensar con claridad y precisión en lo que están haciendo. Un hombre no puede ordenar a la computadora que cumpla su tarea en forma provechosa, hasta tanto no haya pensado arduamente, en primer lugar, qué es lo que está proyectando y a dónde quiere llegar. Aun los científicos, una vez que han luchado con las exigencias de una computadora sobre mayor conocimiento y lógica, descubren con sorpresa cuánta de su actividad mental viaja en círculos cerrados. El proceso de repensar se hace más difícil a medida que progresa el trabajo de la computadora. Dondequiera se use la máquina, está mejorando inmensamente la cantidad y la calidad de la reflexión humana, y convirtiéndose rápidamente en una especie de disciplina universal.

### La gran procesadora

Una forma conveniente de explicar esta máquina, es compararla con el hombre mismo. En su larga e incompleta lucha por conocer a fondo su ambiente físico,

el hombre ha progresado al procesar el conocimiento. Es decir, en vez de depender totalmente de su astrólogo, ha aprendido a reunir y a diferenciar el conocimiento, transformándolo así en algo útil. Es apenas algo más que tautología el observar que, prácticamente, todas las decisiones equivocadas durante siglos, desde el ataque de Darío a Maratón, hasta el nacimiento del fallido Edsel, han sido, al final, el resultado del insuficiente e inadecuado procesamiento del saber. Por otro lado, los mismos dioses han estado de parte de los mortales que saben lo suficiente para no molestarlos con todo, es decir, de parte de aquellos que podían procesar sus conocimientos bastante bien para relacionar la causa y el efecto, y medir las consecuencias con exactitud tolerable. Habiendo recibido una instrucción adecuada, el hombre aprendió a depender cada vez más de la deducción o del juicio analítico, el cual procede de un conjunto de hechos, y cada vez menos de la conjetura o el juicio intuitivo, que necesariamente tiene que usar cuando carece de gran cantidad de datos.

La computadora electrónica es fundamentalmente un aparato para ingerir, juzgar y procesar de otra manera o modificar útilmente el saber. Así, amplía la capacidad mental, tal como lo hacen otras máquinas para desarrollar el poder muscular. A semejanza del hombre, la computadora expresa el conocimiento por medio de símbolos; los del hombre son letras y números, y los de la máquina, impulsos electromagnéticos que representan letras y números (\*). Aun cuando el

(\*) Existen 3 categorías de computadoras: 1) la "analógica", que mide y compara cantidades en una operación y no tiene memoria; 2) la "digital", que resuelve los problemas contando en forma precisa y en orden de sucesión, y tiene memoria y 3) la "híbrida", que es una mezcla de ambas anteriores.

La computadora electrónica analógica tiene cincuenta años de edad, disfruta de un vasto y creciente uso en la simulación y el proceso de control, y está capacitada para trabajar conjuntamente con las computadoras digitales en algunas aplicaciones. Pero representa un muy pequeño porcentaje en el mercado, y sus potencialidades, en la actualidad, no son tan generales como las de la máquina digital.

hombre debe, por lo general, instruir o programar minuciosamente a la máquina, en la actualidad la ventaja principal de ésta consiste en que puede manejar símbolos un millón de veces más aprisa que el hombre cuando éste lo hace con papel y lápiz, y hacer en unos cuantos minutos cálculos que el hombre tardaría siglos en realizar. La diferencia entre hacer un cálculo a mano y hacerlo por medio de la computadora, es igual a la diferencia entre tener un peso y tener un millón de pesos. Algunas veces la diferencia es infinita; solamente una computadora puede calcular y analizar con prontitud suficiente los datos de un satélite, o permitir que el hombre controle el vuelo de un proyectil.

Pero la computadora no sólo incluye un vertiginoso cálculo y una distribución de hechos para la capacidad mental del individuo, sino que cuenta, además, con una unidad aritmética y está equipada con una memoria que retiene su conocimiento para cuando se necesite: un aparato que funciona como depósito de programa, que atiende un conjunto de instrucciones en clave, y de unidades de control, a través de las cuales lee y ejecuta las mismas. Su facultad más portentosa es la llamada "transferencia condicional" o, algunas veces, "división u operación de conveniencia", que le permite escoger entre varias alternativas. Sin la transferencia en un problema determinado, la máquina tiene que funcionar en forma poco inteligente, a través de todas las alternativas en serie, para llegar a la correcta. Con la transferencia puede valorar y después decidir. En efecto, la máquina busca en su memoria y juzga; y, en general, actúa en forma notablemente similar a un ser viviente. Es así como la computadora puede hacer deducciones selectivas en una nómina de sueldos, ganar a la banca en el juego del gato, y ser elemento indispensable en la cibernética o proceso automático de comunicación y control. Muchos de los problemas presentados a las computadoras son "algorítmicos" o "bien estructurados", es decir, problemas que conducen a una conclusión; cómo elaborar facturas, calcular trayectorias, o resolver ecuaciones. Pero ahora los expertos en computadoras están tratando de que la máquina haga más. Es verdad que la computadora sólo pue-

de llevar a cabo lo que le ordenamos que haga; es un bruto que obedece órdenes; pero puesto que incluye una transferencia condicional, vamos a suponer que le damos instrucciones de aprender de la experiencia. Se pueden dar instrucciones a una computadora para que, relativamente, resuelva problemas "mal estructurados", que son los que infestan toda la vida humana, usando reglas empíricas y búsqueda de comprobación del error. En la nueva jergonza del mundo de las computadoras, la máquina se comporta también "heurísticamente" ("sirviendo para descubrir".)

Se están fabricando máquinas que no solamente sustituyen la fuerza bruta por la astucia humana. Cada vez más imitan —y en algunos casos mejoran— esta última. Algunos hablan del cerebro inmortal, o sea, una computadora cuyo depósito de memoria pueda ser ampliado indefinidamente, para incluir la sabiduría de todas las épocas. Esta computadora sería un parangón de la inteligencia, capaz de relatar con absoluta exactitud todos los conocimientos acumulados, razonar sin ser influida por las emociones, descubrir nuevas relaciones entre las antiguas; resolver, más que cualquier hombre hubiera podido hacerlo en el pasado, muchos de los problemas mundiales, y aun crear obras de arte. Se dice, en broma, que el hombre tan sólo sería superior a este dios-máquina, porque probablemente podría conectar o desconectar el interruptor eléctrico que la alimenta.

Esas extrapolaciones, tan penosamente reminiscentes de los androides de la ficción científica, han levantado una tormenta de oposición y revivido en los círculos intelectuales temas de discusión de venerables libros de texto, como "libre albedrío versus determinismo", y "vitalismo versus mecanismo". En un extremo están personas como el finado Norbert Wiener, uno de los precursores de las computadoras y quien popularizó la palabra "cibernética", pero que después, solemnemente, advirtió que las computadoras podrían mejorarse hasta tal punto que quedarían fuera del control del hombre. En el otro extremo se encuentran escépticos combatientes, que proclaman la idea de que las máquinas nunca podrán imitar en realidad al pensamiento

humano. Entre estos grupos existe un grupo de ignorantes que dispara a mansalva contra varios abusos de la máquina, reales o imaginarios, incluyendo la "deplorable amenaza" que representaría para el empleo y el orden social.

## 2. DEL "BIT" A LA CUENTA DE TELEFONO

A través de las frases anteriores, espero que los lectores se hayan podido aproximar lentamente al monstruo. Hemos asistido en el acápite anterior a su génesis, que nada debe a lo sobrenatural o a fuerzas ocultas. Ya es tiempo de pasar a la autopsia, para ver un poco "qué guarda en las entrañas". Que encontremos transistores, ferritas o engranajes, poco importará —quede en claro—, salvo como ejemplo. Puesto que lo que debe aparecer ahora es el mecanismo: biología antes que fisiología. Y sobre todo el "bit", omnipresente y servidor para todo servicio, principio que se encuentra en la base de todo el mecanismo.

Así será posible comprender cómo se pasa de unas centenas de bits bien ordenados a la cuenta del teléfono, que una obscura computadora redacta especialmente para cada uno de los centenares de miles de abonados al servicio.

Y dado que partimos a la búsqueda del bit, el lugar donde lo encontraremos en estado "inicial" es en la memoria.

### El bit y la memoria

El bit (alias: logan) es el elemento mínimo de información en que quepa pensar: la alternativa disyuntiva. Puede simbolizársela con los signos + y —, "A" y "B", 0 y 1, si y no, todo o nada. Los símbolos 1 y 0 son los que mejor se adecúan a las operaciones algebraicas. Las computadoras resultan de la existencia de ciertos materiales que tienen dos estados de equilibrio posibles (cargas eléctricas, imantación de una superficie magnetizable, etc.).

Tomemos, por ejemplo, el caso simple de un anillo magnético. Se trata de una cosa rudimentaria, pero, como escribe Goethe: "Es fácil hacer cosas complicadas, y es complejo hacer cosas simples". ¿Cómo funciona? ¿Cómo puede estar provisto de memoria?

Mediante la acción de una corriente eléctrica, ese anillo de material ferromagnético puede ser imantado en un sentido, o en el inverso. Una vez imantado, permanece en ese estado... salvo si se le somete a la acción de una corriente contraria. Basta, pues, mediante una convención, denominar a un sentido de la imantación 0, y al contrario 1, para lograr la posibilidad de almacenar a ese famoso bit.

Para saber, luego, si contiene 0 ó 1, será necesario ponerlo a prueba recurriendo a un medio físico cualquiera, que permita comprobar en qué estado magnético se encuentra, y que no destruya la información que contenga (es decir, dejándolo en el mismo estado de magnetización anterior a la prueba, o volviendo a ponerlo en el mismo).

La combinación múltiple de esos toros, de esas ferritas, etc., permitirá "memorizar" cifras, números, signos, letras, frases y símbolos

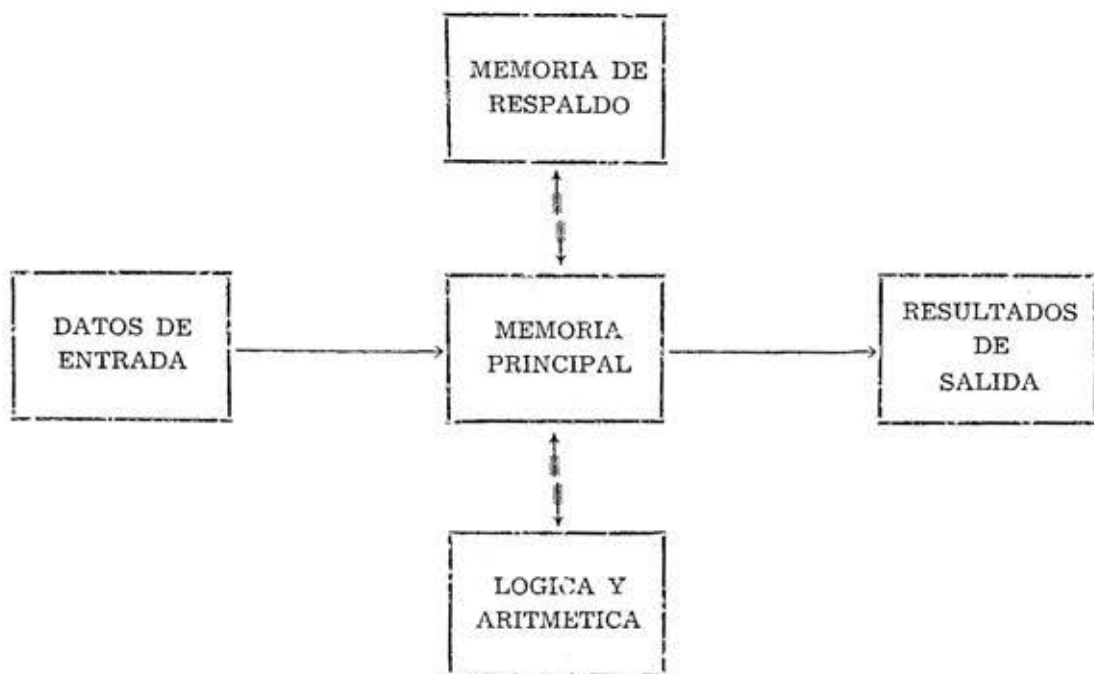
### El sistema binario y la representación de los valores numéricos

Es claro que se necesitarán varios bits para representar un número (como se necesitan varias cifras para representarlo en la notación decimal): cada valor (0 ó 1) representa una potencia de 2 en progresión creciente de derecha a izquierda.

La correspondencia con el sistema decimal es inmediata. Si el lector, empíricamente, quiere hacerse una idea de la notación binaria, le aconsejo que se dedique al siguiente pequeño ejercicio: extraer de la serie creciente de los números corrientes (decimales) "todos" los números decimales enteros compuestos exclusivamente por ceros o unos: 0, 1, 10, 11, 100, 101, 111, 1000, etc. y ponerlos en columna; frente a ellos, colocar los números naturales en serie ascendente sucesiva: 0, 1, 2, 3, 4, etc. Al continuar la lista se formará la tabla de las correspondencias entre el sistema binario y el decimal:

0....	....0
1....	....1
10....	....2
11....	....3
100....	....4
.....	.....
101	101.... ....45, etc.

### 3. COMPONENTES BASICOS DE UN COMPUTADOR ELECTRONICO DIGITAL



Los "datos de entrada" ingresan comúnmente bajo la forma de tarjetas perforadas, aunque ya funcionan experiencias con ingreso directo por voz humana. Constituyen los ojos y oídos del sistema.

La "memoria principal" es la parte por la que pasan todos los procesos, y la que contiene el "programa" (las instrucciones de lo que la máquina debe hacer).

La "lógica y aritmética" realizan los cálculos matemáticos.

Viene a ser una especie de cerebro.

La "memoria de respaldo" amplía la capacidad de la memoria principal (tal como una enciclopedia impresa guarda datos que el hombre no mantiene en su memoria).

Los "resultados de salida" salen generalmente bajo la forma de hojas impresas. Es la forma en que el sistema se "comunica" con el hombre. (Ya hay computadores que hablan con voz sintética fabricada electrónicamente).

### 4. COMPUTADORES ELECTRONICOS DIGITALES EXISTENTES ACTUALMENTE EN LA Vª REGION

- a) Computadores digitales de tipo científico (tamaño pequeño)
  - Universidad Santa María (12 años)
- b) Computadores híbridos de tipo científico (tamaño pequeño)
  - Universidad Santa María (4 años).
  - Es el único híbrido existente en Chile.
- c) Computadores digitales de tipo comercial (tamaño medio)
  - Armada de Chile (8 años)
  - Superintendencia de Aduanas (14 años)
  - ENAMI - Fundación Ventanas (8 años)
  - AAP Acoval (3 años)
  - IBM de Chile (5 años).

d) Computadores digitales modernos de aplicación general cuya instalación e implantación está siendo realizada en este bienio 1975-1976 en la Vª Región:

De tamaño medio:

- Universidad Santa María
- Armada de Chile
- Superintendencia de Aduanas
- Universidad Católica Valparaíso
- Binaria S.A. - C.S.A.V.

De tamaño pequeño:

- Instituto Hidrográfico de la Armada
- Cámara Marítima de Chile
- AAP Acoval - Diego Portales

- Montana Industrial
- CRAV
- Cía. Cervecerías Unidas
- Cía. Chilena de Tabacos
- IBM de Chile
- Cía. Navegación Interoceánica
- Hucke

## 5. COMPARACION

Entre el primer computador electrónico que se fabricara hace 30 años, en los Estados Unidos de Norteamérica, y la más completa de las mini-calculadoras electrónicas programables de bolsillo, que fue lanzada al mercado norteamericano recientemente:

	ENIAC	HP-65	Razón aproximada de variación
Fecha de fabricación:	1945	1975	30 años atrás
Tamaño de la palabra de datos:	10 dígitos decimales	10 dígitos decimales	Igual
Capacidad de la memoria de datos:	20 registros	9 registros	La mitad; no necesita más
Capacidad de la memoria de programa:	750 instrucciones	100 instrucciones	1/7; por lo tanto, es más simple
Tipo de entrada-salida:	Tarjetas perforadas	Tarjetas magnéticas	Diferente, pero más eficiente
Interruptores manuales:	5.000	35	140 veces menos; resulta más simple
Costo:	US\$ 500.000	US\$ 700	¡700 veces más barato!
Potencia eléctrica necesaria:	50 KW	0.5 Watt	¡100.000 veces más económico!
Tamaño:	113 m3.	425 cm3.	¡270.000 veces más pequeño!
Volumen aproximado equivalente:	Volumen de un microbús	Volumen de una marraqueta de pan	

Han pasado 30 años, y para una capacidad computacional equivalente:

—el precio bajó a 1/700	(0.14 %)
—el consumo bajó a 1/100.000	(0.001 %)
—el tamaño bajó a 1/270.000	(0.00037 %)

## 6. ASPECTOS DE COSTO DE UN DATACENTRO MODERNO

Aplicable a un computador digital moderno de aplicación general (de tipo 3ª generación):

	Tamaño pequeño	Tamaño medio
Precio compra	US\$ 150.000	US\$ 600.000
Arriendo mensual o amortización a 5 años plazo.	US\$ 2.500	US\$ 10.000
<hr/>		
Gastos totales que demanda la instalación del datacentro, incluyendo edificio y su alhajamiento y equipamiento.	\$ 810.000	\$ 3.240.000
<hr/>		
Gastos totales "mensuales" que demanda un datacentro:		
Arriendo o amortización de los equipos.	\$ 24.000	\$ 95.000
Gastos operacionales y remuneraciones.	\$ 42.000	\$ 175.000
<hr/>		
Total mensual datacentro.	\$ 68.000	\$ 270.000
Total "anual" datacentro	\$ 810.000	\$ 3.240.000
<hr/>		
Cantidad aproximada de personas que emplea el datacentro.	16	60
<hr/>		
Costo de 1 hora de computador, suponiendo que el equipo se use 20 días durante 12 horas diarias.	\$ 280	\$ 1.100
<hr/>		

NOTA: tasa de cambio 1 US\$ = \$ 9.

## 7. EL "ASALTO" A LA FORTALEZA I.B.M.

Entre los especialistas en informática nada ofrece mayor diversión que el título de este acápite. "Fortaleza es, en verdad, la palabra adecuada para denominar a la IBM", comenta irónicamente un especialista. Pero, ¿quién va a asaltarla y cuándo?. Es ésta una pregunta realmente pertinente. Casi antes de que el mundo de los negocios hubiera tenido oportunidad de medir lo que estaba pasando, la IBM consolidó su posición dominante en la joven y esplendorosa industria de la computadora, a la cual ingresó formalmente en 1953, ocupando en seguida un lugar preponderante como fuerza competidora, que quizás no tenga paralelo en la historia internacional de los negocios.

Durante algún tiempo, allá por 1962, se estimaba que el "asalto a la fortaleza IBM" (como en realidad era descrito), estaba tomando forma. Las siete competidoras principales de la IBM, en conjunto, parecían haber reunido, finalmente, suficiente fuerza y discernimiento para reducir de tamaño al gigante. Se hicieron solemnes y plausibles predicciones en el sentido de que la IBM, a semejanza de la General Motors, pronto se vería forzada a reducirse y aceptar menos del 60 por ciento del mercado mundial. Esa especulación fue prematura, según revelaron las cifras posteriores.

En cierto modo, debido a que más de las tres cuartas partes de todas las computadoras estaban y están arrendadas y no directamente vendidas, los fabricantes no dan a conocer cifras en dólares respecto al volumen que fabrican e instalan en cualquier año determinado. Pero los especialistas han recopilado cálculos bastante aproximados del equipo metálico "hardware" de cada compañía que se encuentra en uso. En enero de 1961, a la IBM correspondió el 71 por ciento de los 1.800 millones de dólares, valor de las computadoras de utilidad general entonces en uso. Pero a principios de 1964, cuando se esperaba que la IBM estuviera estremeciéndose con los golpes de sus asaltantes, ella en realidad estaba abarcando más aún, casi el 76 por

ciento de los 5.300 millones de dólares, valor de las máquinas entonces en uso. En otras palabras, entre enero de 1961 y fines de 1963, la IBM lo hizo mucho mejor que todas sus competidoras juntas. Aun cuando los cálculos son sólo aproximados, justifican, con seguridad, la observación de que la IBM estaba bastante lejos de ser lastimada o siquiera amenazada. Y aun cuando algunas competidoras aumentaron su participación porcentual del "mercado" a una velocidad mayor que la IBM, sus perspectivas no justificaban la predicción de que cualquiera de ellas amenazaría, mucho y muy pronto, a la fortaleza IBM.

Una razón es que el 7 de abril de 1964, en lo que el presidente de la Junta Directiva, Tomás J. Watson, Jr., calificó como el anuncio de producto más importante en la historia de esa compañía, la IBM presentó una nueva "familia" de computadoras. Esta nueva línea, llamada Sistema/360, (probablemente porque abarcaba los 360 grados del mundo de la computadora), incluyó muchos adelantos técnicos, como circuitos microminiaturizados y dispositivos accesorios inmensamente mejorados. Ambas cosas redujeron los costos de fabricación de la IBM y aumentaron enormemente la velocidad de las máquinas, y también la "computación por dólar" de costo usuario. Aunque nunca fue considerada como la mejor empresa en el equipo metálico de la computadora, finalmente la IBM tuvo una línea de primera categoría de máquinas "compatibles", es decir, que usan todas el mismo lenguaje y, por lo tanto, pueden ser instruidas o programadas de igual modo.

El sistema/360-370, con el tiempo reemplazará a la casi totalidad de los equipos anteriores de la IBM, la cual tiene muchos puntos débiles que sus rivales han explotado astutamente, y competirá con ventaja con las máquinas de otros fabricantes existentes. Un competidor exclamó, más con tristeza que con envidia: "Y ahora la IBM está vendiendo verdaderas computadoras, ¡ay de mí!". La nueva serie podrá tener sus dificultades. Pero para mediados del verano de 1964, los clientes habían respondido con un valor de más de 1.200 millones de dólares en equipo/360. La nue-



va línea de la IBM fue un estupendo éxito, éxito que se continuó repitiendo con la línea siguiente, la del sistema/370.

Antes de apagarse el sonido de las trompetas, los expertos en computadoras ya estaban reviviendo las antiguas profecías, en el sentido de que los rangos de los fabricantes de equipo metálico, con el tiempo, se reducirían considerablemente. Los rivales principales de la IBM son la Siemens, de Alemania, la Burroughs y la Honeywell, ambas de los EE.UU.

El resto de la industria reaccionó con estudiada falta de desaliento, y esta postura no era del todo falsa. Todas las compañías de computadoras fabrican o pueden comprar fácilmente algunos elementos más avanzados aún que los del Sistema/370, y la mayoría están anunciando nuevos modelos "revolucionarios" de su propiedad.

Sin embargo, el asunto más importante no es tanto el que puedan producir, relativamente pronto, mejor equipo metálico, sino lo que todos estos competidores harán con sus utilidades, y si podrán derrotar a la IBM en el juego de persuadir a los antiguos clientes IBM a que compren máquinas de otra marca. De las siete marcas más grandes no-IBM, solamente la Siemens y Control Data han estado obteniendo utilidades con las computadoras, y eso en cierto modo porque han estado vendiendo directamente la mayor parte de su producción. Tomándolas en conjunto, probablemente han invertido centenas de millones de millones de dólares en computadoras, y en el equipo periférico y los servicios anexos a ellas. Ahora, gracias al Sistema/370 de la IBM, "la vida de venta" de la mayoría de las máquinas se acortará, y los desarrollos a largo plazo y los costos de producción de la mayor parte de las compañías, si no es que de todas, parecen tener tendencias a elevarse. Sus beneficios, largamente diferidos, pueden bien diferirse una vez más.

## 8. ¿AVENTAJARA LA COMPUTADORA AL HOMBRE?

Mientras tanto, la probabilidad de instruir a la computadora a que se comporte en realidad como un ser humano, es bastante remota, y ésta es precisamente la razón por la cual algunos temen

que el papel de la máquina como elaboradora de decisiones, pueda ser corrompido. Si las máquinas realmente pensarán como lo hacen los humanos, no habría razón para temerlas más que a los hombres. Pero la inteligencia de la computadora no es humana, no se desarrolla, y carece de bases emocionales. Estos defectos no importan en las aplicaciones técnicas, donde los criterios para la satisfactoria resolución de los problemas son relativamente simples. Se convierten en extremadamente importantes si la computadora es usada para tomar decisiones sociales, comerciales, económicas, militares, morales y gubernamentales, pues aquí nuestros criterios de adecuación son tan sutiles y multiplicadamente razonados, como el mismo pensamiento humano.

Un elaborador humano de decisiones, se supone que hará la decisión correcta, aun en circunstancias inesperadas; pero de la computadora sólo puede esperarse que trate la situación anticipada por el programador.

En un número de la revista "Science", se exploró el asunto del abuso de la computadora. Se concede que el uso de la misma computadora aumentará. Pero está siendo llamada a actuar en zonas donde el hombre no puede definir su propia capacidad. Existe la tendencia de dejar que la máquina trate problemas especiales como si fueran cálculos rutinarios. Por ejemplo, puede ser usada para proyectar la ruta de una nueva carretera, por cálculo rutinario de factores físicos. Pero el cálculo puede pasar por alto la importancia de localizar la carretera donde se origine fealdad.

La "tendencia actual de los hombres de omitir la identidad individual y escapar así a la responsabilidad", es mejorada por la computadora. La computadora recoge las ideas del hombre, y produce un juicio puro, limpio y conveniente, sin compromisos "vacilantes y obsesivos" o complicaciones emocionales. En realidad asume responsabilidad, y su nitidez y entereza pueden conducir a los hombres a pasar por alto valiosas opiniones, a aceptar resultados parciales y faltos de imaginación como soluciones exactas, y a leer en esos resultados la capacidad para resolver todos los problemas. Aun científicos que están enterados de las li-

mitaciones de las máquinas pueden encontrarlas tan provechosas en la resolución de estrechos y bien definidos problemas, que pueden tender a suponer que la computadora tiene capacidad para resolver todos los problemas.

Así, el peligro de simplificar excesivamente las decisiones complicadas —peligro que siempre ha existido— se empeora. Otra preocupación es que los sistemas militares de computadora reaccionen tan rápidamente, que las personas que nominalmente emiten los juicios carezcan de tiempo suficiente para elaborarlos. La necesidad de cautela será mucho mayor en el futuro. Hasta que no podamos determinar con mayor perfección lo que deseamos de las máquinas, no apelemos a los sistemas mecanizados de decisión para que actúen sobre los sistemas humanos sin un práctico procesamiento humano. Conforme adelantamos en el inevitable desarrollo de las computadoras y de la inteligencia artificial, tengamos también la seguridad de saber lo que estamos haciendo.

Expertos militares y de computadoras, ya están estudiando los problemas suscitados por la velocidad de las máquinas. Y el usar las advertencias para negar el valor efectivo de las computadoras sería tan tonto como abusar de ellas. Las máquinas obligan a los hombres a formular sus problemas más inteligente y concienzudamente que nunca, por lo cual es difícil que éstos no se percaten de los defectos u omisiones que se encuentren en ellos. La gran mayoría de las computadoras están siendo empleadas para los negocios. Concedido que los negocios de Estados Unidos cometen errores, concedido también que han cometido y cometerán errores con las computadoras, pero eso no quiere decir que éstas operen en un vacío monopolista. Nada haría más vulnerable a una compañía ante sus hábiles competidores que el abdicar la responsabilidad en los puros, limpios y convenientes juicios de una máquina.

La computadora está aquí para permanecer activa; no puede arrinconarse, como no pudo arrinconarse el telescopio o la máquina de vapor. Tomando todo en conjunto, el hombre tiene una cosa estupenda trabajando para él, y no está uno siendo demasiado optimista al indicar que le sacará el mejor partido posi-

ble. Precisamente porque el hombre está tratando de imitar en la computadora el comportamiento de los seres humanos, está obligado a mejorar su propia comprensión y la de la máquina.

## 9. COMPUTACION DEL MAÑANA, UN EJEMPLO CUALQUIERA

"Salvar con las computadoras varios miles de vidas humanas por año"... ¿Un triunfo de la electrónica? ¿Utopía, o una nueva mistificación? No: una posible realidad para mañana en Chile, que un análisis bien hecho podría demostrar hoy mismo.

Quien ha estado enfermo y ha sido internado en un hospital (o bien —desde el otro lado— quien es médico) sabe la importancia que tienen los "antecedentes" de un paciente para efectuar cualquier diagnóstico. No existe, sin embargo, un solo hospital, ni ningún médico que pueda enorgullecerse de poseer el legajo completo y actualizado de los antecedentes médicos de cualquier cliente que pueda llegar eventualmente a una consulta.

La razón es clara. Cada uno de los médicos interesados en una aglomeración urbana, como por ejemplo Santiago, debería poseer un fichero con varios centenares de miles —o millones— de casos, y estar en condiciones de agregar un nuevo legajo de antecedentes para toda nueva consulta efectuada por el paciente con cualquier otro médico o establecimiento hospitalario.

Ante semejante imposibilidad, los médicos y los hospitales guardan celosamente sus archivos, aunque se sabe que son parciales, y no permiten su consulta salvo a requerimiento preciso y expreso. De suerte que toda hospitalización de un enfermo en un hospital distinto de los que ya ha frecuentado, implica muy frecuentemente la realización y repetición de los mismos exámenes, de los mismos análisis. Se trata, ciertamente, de gastos superfluos para la Asistencia Pública y para el Servicio Nacional de Salud, así como de nuevas demoras en los turnos de admisión (puesto que los hospitalizados en observación también ocupan camas). Fuera de ello también cuenta la imposibilidad de dar rápidamente, en casos urgentes, un diagnóstico serio, ante la falta de datos precisos sobre los ante-

cedentes previos del enfermo. Y, sin embargo, es en semejante terreno donde una demora puede tener efectos fatales.

Este es el problema. Hasta estos últimos años, no había solución teórica alguna que pudiera proponérsele. La que hoy se ofrece es la que podrían aportar los computadores. Así como permiten calcular la forma de los diques, o de los reactores nucleares, cálculos que hubieran exigido tantos años a los matemáticos, que se hubiera convertido en una tarea impracticable, también permitirán, si la sociedad quiere preocuparse por el asunto, formar un archivo central de todas las personas "con defectos" o de enfermos crónicos, capaz de proveer en todo momento la totalidad de las informaciones registradas sobre cualquier enfermo, a cualquier médico u hospital que las necesiten.

Imaginemos que cada hospital y cada médico se encuentra equipado con una pantalla tipo televisión, inútil para recibir los programas habituales del Canal TV-Nacional, pero conectada por línea telefónica con una computadora instalada en el centro de Valparaíso. Llega un paciente o "cliente" nuevo. El médico marca el número de inscripción del cliente en el Sermena, en un disco similar a los del teléfono común (o en teclas parecidas a las de las máquinas registradoras): algunos segundos después aparece en la pantalla un texto, de unas treinta líneas, donde figura el nombre y la edad del cliente, y, sobre todo, la lista de las enfermedades pasajeras que ha sufrido, así como de las enfermedades crónicas que padece, los diversos exámenes pasados, los tratamientos a que ha sido sometido, sus hospitalizaciones y curaciones sucesivas, etc. Lo que aparece primeramente en la pantalla no es sino un resumen, pero recurriendo a nuevas composiciones de cifras, el médico puede obtener en detalle la transcripción de tal o cual parte del legajo del paciente.

Se comprende, así, la magnitud del capital en informaciones de que podría disponer en todo momento ese médico. Pero ello no es todo. Acaso el diagnóstico termine con la conclusión de que es necesario hospitalizar a ese enfermo. Nuevas cifras son marcadas, y aparecerán las disponibilidades en camas, en ese

mismo momento, en los distintos hospitales de la Vª Región, donde el caso de ese enfermo podría ser tratado. Otras cifras más, y una cama queda reservada en algún hospital y una ambulancia es eventualmente llamada. El tratamiento podría comenzar dentro de menos de una hora. ¿O acaso es necesario recurrir a un especialista? Tendremos la nómina de las presencias, ausencias y números telefónicos de los especialistas requeridos.

¿Ficciones? No. Todo lo que se ha descrito es realizable en el estado actual de la técnica. Crear, mantener y utilizar un "sistema de información" que permita todas esas cosas no exigiría una inversión mayor que la que una Caja de Previsión como Empart efectuaría para "programar en computadora" las actividades de sus 200.000 ó 300.000 imponentes.

En ese cuadro financiero resulta que, en el caso de la Caja de Previsión, se economiza tal vez unas decenas de empleados al usar el computador. En el primer caso, en cambio, el de los hospitales, se economizan algunos centenares de vidas humanas (que también aumentan, por cierto, la ocupación de los hospitales, los asilos, los alojamientos y que, por añadidura, son además desocupados potenciales): una ecuación "financiera", por lo tanto, que en realidad es una ecuación "social".

Sólo que sus parámetros son... ¡administrativos!

En este ejemplo, entre otros miles, la computadora hace posible todo, o casi todo. Sin embargo, la realidad queda bien por detrás de la ficción.

## 10. PREDICCIÓN DE CIENCIA FICCION

El primer día (2.000 años antes de Cristo).

El hombre dijo: "Que la cifra sea..." y la cifra fue.

El hombre vio que era una cosa buena y se puso a contar con sus dedos para no olvidarlo. Y como no le bastaban los dedos, inventó el contador (inventores: los chinos).

**El segundo día** (año 1600 después de Cristo)

El hombre dijo: "Que la programación sea..." y la programación fue. Y comenzaron a construirse máquinas automáticas (inventor: Blaise Pascal, de Francia).

**El tercer día** (año 1935)

El hombre dijo: "Que la computadora sea..." y la computadora fue. Y apareció el primer calculador electromecánico controlado por programa (inventor: Konrad Zuse, de Alemania).

**El cuarto día** (año 1949)

El hombre dijo: "Creced y multiplicaos..." y aparecieron diversas generaciones modernas de computadoras (primer fabricante comercial: Siemens, de Alemania).

**El quinto día** (¿año 1985?)

El hombre dirá: "Que el autómata con sistema nervioso sea..." y nacerán los robots pensantes. (eventual fabricante: ¿USA:).

**El sexto día** (¿año?)

El hombre dirá: "Que el robot crezca y se multiplique..." y comenzarán a nacer nuevas razas y nuevas generaciones de "trabajadores esclavos terrícolas".

**El séptimo día** (¿año?)

El hombre podrá respirar... rodeado de millones de esclavos mecánico-electrónicos que harán todo el trabajo para él. Tal vez entonces el hombre podrá realizar lo que ni siquiera es ya dominio de la ficción, puesto que no llegamos ni a imaginarlo actualmente.

