

EL DESARROLLO DE LA COMPUTACION Y SU INFLUENCIA EN LA MEDICINA

Enrique Freer Bustamante.* Johnny Chavarría Cerdas.**

Palabras claves: Computers, attitude to computers.

RESUMEN

Se revisa la historia de la computación, las partes que componen la computadora y cómo éstas interactúan durante su funcionamiento. La computación ha tenido una gran influencia en la medicina, ha facilitado y ha aligerado la realización de muchos procesos que han contribuido a producir una mejoría en la atención de los pacientes. Con el desarrollo de sistemas expertos o programas que utilizan la inteligencia artificial, muchos procesos de toma de decisiones, como en el caso del diagnóstico y tratamiento de enfermedades, se han hecho más rápidos. Se discute el impacto de estos avances en la relación médico-paciente, médico-computador y la nueva relación médico-computador-paciente en la calidad de la prestación del servicio médico. Cuando la relación entre el médico y su paciente se refuerza con el uso de nuevas tecnologías, se considera que es un proceso beneficioso. Pero si la introducción de nuevas tecnologías en el diagnóstico y tratamiento producen

un deterioro de esta relación, el acto médico y el servicio de atención se deshumaniza y deteriora. (Rev. Cost. Cienc. Méd. 1991; 13(1,2): 59-70).

INTRODUCCION

El hombre, desde que apareció en la Tierra, ha modificado el medio, haciéndolo más favorable para su existencia. La evolución de la Humanidad ha pasado por diferentes épocas, hasta llegar a la actualidad, en la Era de la Información, donde las comunicaciones son muy importantes. Hoy el poder está basado en la cantidad de información que alguien o un país pueda tener. Hemos visto ejemplos de cómo superpotencias han caído sólo por la falta de buenas comunicaciones y por la incapacidad de obtención y almacenamiento de información actualizada en todos los procesos del quehacer humano.

Cada vez más el hombre, ayudado por las máquinas, le dedica menos esfuerzo a la producción. Esto ha permitido que aparezca un sector económico que cada día se hace más importante, el sector de los servicios. La medicina, que es considerada un servicio, se ha visto inevitablemente influida por los adelantos en materia científica y tecnológica. El desarrollo de la Informática en el campo médico ha modificado parcialmente los conceptos de prestación del servicio médico y el acto médico en sí. No hay duda que la computación ha ayudado a mejorar y

* Centro de Investigación y Docencia, COOPESALUD R.L. Apdo: 846-1200. Departamento de Fisiología, Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

** Centro de Computo, COOPESALUD R.L, San José, Costa Rica.

agilizar los procesos de apoyo médico. El objetivo de este trabajo es revisar brevemente la historia de la computación, así como analizar algunos conceptos sobre el funcionamiento de las computadoras, para ver el progreso de la informática en el campo de la Medicina y sus posibles efectos en el proceso del acto médico y el impacto en la prestación del servicio.

Historia de la computación

Históricamente, la humanidad ha realizado su actividad económica en tres sectores. El primero correspondió a la agricultura, cuyo origen se remonta al neolítico. El segundo fue la industria, que tuvo un gran auge con la Revolución Industrial, y el tercero fue el de los Servicios (17). Este sector no produce bienes materiales como los anteriores, sino que ofrece servicios tales como atención médica, educación, transporte, cultura, y otros. Recientemente ha aparecido una nueva actividad: la información, que engloba a todos los procesos de tratamiento de la información, sean datos, nombres o símbolos. El mundo actual se encuentra en la Era de la Información. En este sector, la computadora ha dado una gran ayuda, procesando la información suministrada y generando resultados. El hombre, desde el principio de su existencia racional, ha transformado el medio ambiente a su favor y la computadora vino a apresurar este cambio. La computadora es una máquina capaz de realizar una gran cantidad de cálculos aritméticos y procesos de control a una gran velocidad, procesos repetitivos y tediosos que desgastaban al hombre. Una descripción de lo que es una computadora y sus características

aparece en el Anexo 1. Hoy, la computadora es un instrumento que permite realizar programas de investigación científica y permite “automatizar” la toma de decisiones en algunos procesos, que para el hombre son difíciles de controlar y ejecutar. Un ejemplo de lo anterior lo constituye el llamado pedido automático o punto de emisión de pedido, en el cual un computador “tiene” la capacidad de indicar la cantidad de producto que debe comprar una empresa para mejorar su inventario y de esta forma no paralizar la producción.

La computadora es una de las herramientas más poderosas de la sociedad actual. Cuando se habla de computadoras se piensa en aplicaciones de tipo administrativo, como sistemas de contabilidad, estadística, punto de ventas y otras aplicaciones que se relacionan con el área de administración. Si bien es cierto que el computador es importante para la gestión administrativa de las empresas y por ende de nuestra sociedad, su aplicación abarca otras actividades profesionales, científicas, comerciales, tecnológicas y educativas.

Desde un punto de vista histórico, la computadora ha sido el resultado de investigación y esfuerzo de mucha gente. Una revisión general sobre la historia de la computación se muestra en el Anexo 2.

La computación en Medicina

La tecnología de la computación ha tenido una gran influencia en la Medicina y ésta sigue aumentando cada vez más. Algunos de los usos de las computadoras en este campo son las pruebas para detectar e identificar

alteraciones, como por ejemplo, la tomografía axial computarizada, los análisis de electrocardiogramas por computadora, los monitores de procesos fisiológicos, la automatización de las líneas en laboratorios clínicos (11), el control de los resultados entrega de medicamentos (25), y otros. Los profesionales de la salud utilizan también las computadoras para controlar y planificar sus servicios.

La automatización y la informatización de las líneas de proceso en el laboratorio y pruebas de gabinete hace que los datos transferidos a la computadora sean procesados en forma muy rápida y sean capaces de ser comparados con pruebas y valores estándar establecidos en el programa de cómputo. En pocos minutos, los resultados de la prueba son reportados y si estuvieran fuera de los límites fijados, el programa podría sugerir los procedimientos que deben repetirse o las pruebas adicionales que deban realizarse. Es posible que la computadora esté ejecutando en este caso, un programa de sistema experto, con el objeto de sugerir posibles diagnósticos y explicar resultados anormales de las pruebas.

Los programas de asistencia diagnóstica iniciaron su desarrollo desde 1960, aplicándose principalmente al área de la robótica, visión, audición, procesamiento de lenguajes naturales, aprendizaje de máquinas y sistemas expertos (30). En el campo médico, la integración de los métodos de inteligencia artificial a la investigación en la computación médica se inició alrededor de los 70. El desarrollo en este campo se enfocó al desarrollo de procesos de lenguajes y sistemas expertos para ayudar al diagnóstico médico y la escogencia terapéutica. Se

sabe que el diagnóstico médico es el arte de identificar una enfermedad por sus signos y síntomas. El médico debe hacer una historia clínica, recoger los signos que presenta el paciente utilizando técnicas semiológicas y luego introducir los datos al programa de ayuda diagnóstica para recibir un resultado de análisis de posibilidades diagnósticas.

Un sistema experto es un conjunto de programas que intenta codificar los conocimientos y reglas de decisión de los especialistas, de manera que los usuarios puedan aprovechar esta pericia al tomar sus propias decisiones (34). Estos sistemas expertos están compuestos de hallazgos, hipótesis y reglas de decisión. Los hallazgos son utilizados para deducir la hipótesis basada en el significado de las reglas. Los hallazgos se encuentran en forma de reglas de producción: "si entonces". Una regla de producción es una declaratoria condicional que indica las circunstancias bajo las cuales una conclusión particular puede ser dada. El valor de estas conclusiones se indica con un valor numérico, llamado medida de confiabilidad. Estos valores están basados en una escala de -1 a +1, con -1 indicando total desaprobación de la hipótesis, +1 la aprobación y 0 indicando la ausencia de favor o contra de la hipótesis (32).

En el ámbito de los sistemas expertos para las ciencias médicas, se puede hablar de paquetes de diagnóstico médico. Se han desarrollado varios sistemas expertos para diagnosticar enfermedades y recomendar tratamientos. Uno de estos es el sistema llamado HELP que se emplea para diagnosticar los problemas de pacientes enfermos del corazón (31). HELP acumula datos sobre pacientes proporcionados por

médicos, enfermeras y otros profesionales de la salud y sugiere posibles diagnósticos y tratamientos. Otros sistemas de tratamiento incluyen a PUFF (1), que mide funciones pulmonares, y CADUCEUS (33), que es un paquete más generalizado, programado para evaluar más de 4000 síntomas y otros datos con el propósito de reconocer más de 600 enfermedades. Por medio de una terminal, un médico proporciona a CADUCEUS datos iniciales sobre un paciente. Después de analizar esos datos, el programa comienza a hacer preguntas sobre el paciente. Durante este interrogatorio, CADUCEUS dice al médico cuál es el diagnóstico que está considerando y le indica los datos que no está tomando en cuenta por el momento. Pueden bastar unos minutos para que el programa proporcione un diagnóstico. A fin de evitar análisis clínicos innecesarios, CADUCEUS está programado para considerar primero las enfermedades más probables. MYCIN diagnostica y prescribe tratamientos para la meningitis e infecciones bacterianas (7).

La computadora compara los datos del nuevo caso con los cientos de casos similares, que tiene en la memoria, y utiliza la teoría de las probabilidades para calcular cuál es el diagnóstico más correcto. La ventaja de la computadora es que permite obtener la información con una velocidad sorprendente. Por ejemplo, en los casos de emergencias médicas en los que hay duda terapéutica, empleando una terminal y un programa para recuperación de datos, un asistente de biblioteca puede buscar entre más de un millón de publicaciones en pocos minutos. Se puede resolver una duda y establecer un diagnóstico o tratamiento, mucho más rápidamente de lo que se dura en consultar un libro.

Los beneficios de estos programas son más obvios en medios donde el diagnóstico requerido no puede hacerse por un médico. Por ejemplo, en un submarino o un barco donde no hay médico, ni la posibilidad de realizar una operación, el saber si una persona tiene o no apendicitis es muy importante. Este diagnóstico implica tal vez cancelar una misión muy costosa, para llevar al paciente a un hospital (37). Un programa de asistencia diagnóstica podría ayudar a tomar la decisión.

Ante estos sistemas expertos y avances tecnológicos, muchas personas se plantean la interrogante: ¿Nos sustituirá la computadora algún día? Uno de los problemas de los sistemas diagnósticos es que no toman en cuenta que una persona pueda tener más de una enfermedad, que los síntomas puedan ser independientes, o que el paciente pueda estar somatizando o inventando. En medicina, lo absoluto no es frecuente.

Si bien es cierto que la computadora tiene una gran capacidad en términos de velocidad, exactitud y análisis de detalles, es claro que una computadora no puede sustituir al médico. Sólo éste es capaz de razonar lógicamente y mezclar la razón con la intuición, la ética y la experiencia: algo que una máquina no puede hacer (12, 37).

Los profesionales en ciencias médicas saben lo importante que es la relación médico-paciente y la responsabilidad que esto significa (3). Los adelantos tecnológicos han tenido mucha influencia en esta relación. Por desgracia, esta influencia no ha sido siempre beneficiosa para este tipo de relación, sino más bien, la ha deteriorado. Hoy en día, la automatización de los procesos de diagnóstico y tratamiento ha

deshumanizado la relación médico-paciente, al límite de casi hacerla desaparecer. Estos adelantos cuando refuerzan esta relación son convenientes, pero las técnicas o procedimientos que la deterioren son perjudiciales (12). La responsabilidad del médico y el personal profesional en salud se basa en los conocimientos y capacidad que éstos tengan en la práctica diaria. La computación debe dirigir sus esfuerzos para mejorar la prestación del servicio médico manteniendo los cánones de la ética y servicio de la Medicina.

Si bien la computación se ha introducido mucho en el campo de la medicina, ésta no se ha difundido más por el problema de la actitud del usuario. No se ha podido establecer una buena relación médico-computadora-paciente. Esta población es muy problemática, el paciente no es exacto y objetivo y la computadora por el momento está muy limitada en procesar toda la información médica existente. Por otro lado, el médico que es una persona altamente entrenada en su campo y generalmente poco conocedor de programación en lenguajes de alto nivel, se topa con problemas como mecanismos interactivos complicados, bases de datos con conocimientos incompletos, lenguajes de programación muy complicados y poca accesibilidad a equipos de cómputo. Otro problema común es que la información obtenida no es comparable con otros programas y otras instituciones.

Hay que crear conciencia en el personal médico sobre la importancia de apoyar el área de la informática en la medicina para resolver los problemas citados, pero para el beneficio de la profesión y de los pacientes.

En este campo se han hecho varios esfuerzos. Un ejemplo, es el programa MIS, en sistemas hospitalarios complejos, que es capaz de manejar muchas funciones (22). En un hospital grande, lo que más consume esfuerzo, tiempo, y dinero es el manejo administrativo y el manejo de datos en los servicios de archivo clínico

Richart ha mostrado que el 35-39% del costo hospitalario-paciente, se gasta en manejo de datos y comunicaciones (18). La corriente actual hacia la automatización de los servicios hospitalarios es muy rápida. Esto se debe a las ventajas que produce en la mejora de atención hacia el paciente. Sin embargo, muchos de los problemas que tiene la implantación de un sistema en un hospital se deben a la relación de tipo discordante que se establece entre el empleado y la máquina. Se ha demostrado (5, 22, 27, 35) que la relación empleado-máquina es crucial para el éxito de un sistema de manejo hospitalario. Si esta relación no es buena, una serie ininterrumpida de errores ocurre a nivel intencional o subconsciente (12). El empleado, al sentirse desplazado, agrede en forma activa o pasiva, se apoya en su falta de conocimiento o entendimiento (fenómeno muchas veces voluntario) y hace que fracase un programa. Es muy importante tener en cuenta este factor de aceptabilidad, si se pretende introducir un programa que se encargue de controlar los procesos que tienen que ver con la atención del paciente en una consulta.

Varios estudios (3, 5, 22, 35) han demostrado que si la introducción de un sistema computarizado es visto como una experiencia positiva por el empleado, los problemas que aparezcan en su desarrollo se solucionan fácilmente.

Esto se logra con una motivación e instrucción adecuada al empleado. En los hospitales en donde el empleado ha recibido un entrenamiento en informática previo a la instalación de un sistema, el éxito es mayor; en donde han recibido poco entrenamiento, el éxito es pobre.

ABSTRACT

A review of computation history, the parts of the computer and how they interact is presented. Computers have had a great influence in the medical field, accelerating many processes that improves patient medical care. With the development of Expert Systems that utilize Artificial Intelligence, many processes in which decisions are important, as in diagnosis and medical treatment, have been made more efficient. We discuss the impact of these advances and the influence on the relationship between physician and patient, physician and computer and the present physician-computer-patient-relationship within the concept of medical care. When these relations are strengthened by new technology, the process is considered beneficial for everybody. But if technology impairs this relationship, medical care as a professional act is deteriorated and dehumanized.

ANEXO 1

ASPECTOS TECNICOS DE LA COMPUTACION

Para comprender lo que es una computadora moderna podemos dividirla en 2 partes muy esenciales: el "hardware" y el "software". El hardware

abarca todos los componentes materiales, sean estos mecánicos, eléctricos o electrónicos, como por ejemplo: teclas, chips, microprocesadores, y otros.

El "software" es el conjunto de instrucciones (programa) que gracias a un adecuado diseño hace uso de circuitos ("hardware"), para poder resolver problemas y tratar información, por ejemplo: juegos de video, sistemas expertos, procesadores de palabras, hojas de cálculo, administradores de bases de datos, y otros

Anteriormente se dio una definición de lo que es una computadora; para ampliarla un poco, se trata de una máquina que recibe información en forma de datos por algún mecanismo de entrada, por ejemplo: un teclado por medio del cual los datos personales de un paciente son registrados; trabaja con ellos y posteriormente, genera una nueva información a través de un mecanismo de salida, como por ejemplo, las pantallas de los monitores de computadoras. La computadora que nos interesa analizar es la del tipo digital o aritmética. Toda la información que se le da a una computadora en forma de símbolos: palabras, números, y otros, los codifica en un sistema binario. Este sistema utiliza sólo 2 signos: 0 y 1. La combinación de estos 2 símbolos en determinado número de veces permite la codificación de toda la información. La unidad más pequeña de información en el sistema binario es un bit y tiene sólo 2 posibilidades, ejemplo: 1/0 ó 0/1. El sistema binario sirve para ilustrar como se almacena la información en la memoria de la computadora. La memoria de una computadora es electrónica, por lo que la información es almacenada en términos de encendido (1 binario) o apagado (0 binario).

La organización interna de una computadora se compone de 5 unidades: unidad de entrada, unidad de memoria, unidad aritmético-lógica, unidad de control y la unidad de salida. La unidad de entrada recoge los datos del usuario, los controla y los lleva al procesador de la computadora por ejemplo: teclado, disco, cinta, ratón, etc. En la unidad de memoria se almacenan instrucciones o datos. La capacidad de la computadora viene dada por la capacidad de la memoria que tenga. La memoria se mide en bit, byte, kbyte, megabyte, gigabyte. Un bit= almacena un estado magnético: encendido "1" o apagado "0". Un byte= equivale a 8 bits, con un byte se puede representar un carácter, por ejemplo: "A". Un kilobyte (K)= también llamado kbyte equivale a 1024 caracteres. Un megabyte (MB)= equivale a 1024 K y el gigabyte (GB) a 1024 MB. Un computador tiene tres tipos de memoria: la memoria RAM o memoria principal de la máquina, en la cual se almacenan los datos que están siendo procesados. La memoria ROM contiene grabadas instrucciones muy elementales para el correcto funcionamiento del "Hardware". Y es en la memoria secundaria en donde se graban los datos una vez que estos han sido procesados por el computador. Este tipo de memoria lo constituyen los disquetes, las cintas magnéticas, los discos duros, los discos ópticos, etc. A la unión de la unidad de control con la unidad aritmético-lógica se le conoce como unidad central de procesamiento. Esta unidad controla todo el flujo de información a cada una de las unidades, es el verdadero cerebro de la computadora. La unidad aritmético-lógica efectúa los cálculos aritméticos y lógicos sobre los datos que le proporciona la unidad de control. Una

vez hechos los cálculos la unidad de control los guarda en la memoria. La unidad de control envía los datos procesados en la unidad aritmético-lógica hacia la unidad de salida, por ejemplo: impresoras, monitor, graficador (plotter), disco flexible, disco duro, modem, y otros.

El gran secreto de la computadora radica en dos operaciones que el ser humano realiza diariamente: la aritmética (resta, suma, división, multiplicación, etc.) y lógica (comparación <, >, =, <>, <, >). Lo que la diferencia del ser humano es la rapidez y exactitud con que realiza estos procesos. Un ser humano revisando un lote de 50 facturas demoraría varios minutos, mientras que un computador tarda menos de un segundo. Buscar los datos de un paciente entre 50000 requiere bastante tiempo, mientras que en un sistema de computo bastaría sólo con digitar el número de expediente y los datos aparecen casi instantáneamente.

ANEXO 2

HISTORIA DE LA COMPUTACION

La historia de la computación es muy antigua y vale la pena mencionar que el aparato más antiguo de cálculo es el ábaco, cuyo origen se remonta a 3000 años A.C. Wilhelm Schickard y Blaise Pascal, en el siglo XV, inventaron la máquina calculadora. En el siglo XIX Charles Babbage hizo el primer diseño original de una computadora, como sería construida mucho tiempo después. Concibió la máquina analítica con sus elementos básicos: mecanismos de entrada, memoria, unidad de control, unidad aritmética lógica y

mecanismos de salida. Hubo algunos ejemplos importantes de cómo las primeras máquinas ordenadoras ayudaron al hombre. En 1879, Herman Hollerith inventó un sistema para mecanizar el censo de 1880 de su país, utilizando un sistema de programación con tarjetas perforadas que le hizo ahorrar mucho tiempo en la tabulación de datos. Debido al éxito de su invento decidió comercializarlo, y fundó la compañía Computer Tabulating Recording Company que en 1924 pasó a llamarse International Business Machine (IBM) (17).

En 1872, Lord Kelvin concibió la idea, aunque en forma vaga, de una computadora analógica que llamó analizador diferencial. En 1930 Vannevar Bush construyó el primer analizador diferencial y lo mejoró. En 1937, Shannon desarrolló en teoría los circuitos necesarios para disponer de una aritmética binaria y lógica, además, creó la importante Teoría de la Conmutación. En 1940, George Stibitz, con circuitos construidos con redes electromecánicas, construyó una computadora programable compleja. En 1938, Konrad Zuse terminaba un aparato llamado Z1, que era una computadora digital binaria y en 1941 la mejoró y creó el Z3, el primer computador programable completo. La persona que más renombre ha tenido en la época de las computadoras electromecánicas es Howard Aiken, quien con ayuda de la IBM, construyó la computadora Mark I en 1944. Esta tenía una longitud de 16 m y pesaba 5 toneladas (17).

John Vincent Atanasoff, en 1939, construyó la primera computadora electrónica, digital, con un sistema binario y con memoria de carga eléctrica. La llamó ABC y estaba hecha con 300 tubos al vacío.

John Maucly y Presper Eckert, junto con ideas de Atanasoff y ayuda militar, lograron en 1946 construir a Eniac, que pesaba 30 toneladas, tenía 17000 tubos al vacío y medía 30 x 3 m. Ya poseía esta computadora circuitos más modernos. Este aparato es el prototipo de la "Primera generación". Esta generación se caracterizó por tener: tubos al vacío, ser de grandes dimensiones, consumir gran cantidad de energía, usar tarjetas perforadas, almacenar información en tambor magnético interior, lenguaje muy simple y tuvo aplicación industrial. El inicio de la "Segunda generación" nace con el invento del transistor por Walter Brattain, John Bardeen y William Shockley, quienes se hicieron merecedores del Premio Nobel de Física de 1956. Las computadoras de esta generación se caracterizan por tener: transistores, poco tamaño, poco consumo de electricidad y poca producción de calor, aumento de la confiabilidad, mayor rapidez, memoria interna de núcleos de ferrita, mejora en elementos de entrada y salida, instrumentos de almacenamiento como la cinta magnética, construcción en módulos y uso de lenguajes potentes. Un ejemplo de computadora de esta generación fue la IBM 1620 140K llamada "Matilde" que se instaló en octubre de 1967, en el Centro de Cálculo Electrónico de la Universidad de Costa Rica (referencia personal, Centro de Informática, Universidad de Costa Rica).

La "Tercera generación" se desarrolló durante 1964 a 1970. Miniaturizó más la construcción de las computadoras con el uso del circuito integrado desarrollado por Jack Kilby en 1958. Esta generación se caracteriza por el uso del: circuito integrado, menor

consumo de energía, reducción de espacio, aumento de confiabilidad, teleproceso o uso de terminales, trabajo de tiempo compartido o multiusuario, multiprogramación, utiliza lenguajes de alto nivel y mejoró los equipos periféricos.

La "Cuarta generación" se inició en 1971 con el desarrollo del microprocesador por Intel Corp. (17) y el uso de "chips" hechos de silicio, capaces de integrar más de 60.000 bits de información. En un cm² de silicio se logró implantar lo equivalente a un millón de tubos al vacío, con el precio de un solo tubo. Se caracteriza esta generación por la construcción de

microcomputadoras utilizando micro-procesadores, memorias electrónicas, transferencia electrónica de datos.

Actualmente existe una discusión entre los informáticos sobre el estar o no en la Quinta generación de la computación. Esta polémica tiene su fundamento en el criterio de que estamos usando programas de inteligencia artificial (quinta generación) para equipos de robótica, pero en un equipo ("hardware") con "chips" de silicio que son de la cuarta generación. Los que apoyan el criterio de estar en la quinta generación dicen que los "chips" han sido bastante mejorados en comparación a los iniciales.

ANEXO 3

ALGUNOS PROGRAMAS DE APOYO MEDICO Y AYUDA DIAGNOSTICA

Año de desarrollo	Nombre, descripción	Cita bibliográfica
1972	Programa de análisis de datos bioquímicos y manejo electrolítico.	4
1977	Determinación de los volúmenes de cierre en enfermedades de la pequeña vía.	20
1977	Programa para escribir prescripciones farmacológicas.	25
1977	SIMSCRIP. Lenguaje para recolectar datos en Servicios de Urgencias.	13
1979	Sistema para manejo de información del paciente oncológico.	8
1981	Programa, para manejo de datos de laboratorio y recomendación de antibióticos según PSA.	10
1981	Programa para llevar costos hospitalización.	9
1982	INTERNIST. Sistema experto de diagnóstico de 500 entidades en Medicina interna.	28
1982	Sistema de manejo de datos en un Hospital.	18

Nombre, descripción	Cita bibliográfica
1983 PUFF. Sistema experto para la interpretación de funciones pulmonares.	1
1983 HELP. Programa para el diagnóstico de cardiopatías.	31
1984 Sistema controlado con microcomputadora para la estimulación y adquisición de potenciales evocados.	19
1984 Sistema computarizado de multivariantes para el análisis de electrocardiogramas.	21
1984 MYCIN: Programa para el diagnóstico y prescripción en meningitis.	6
1985 TPOPICAID. Programa para apoyo diagnóstico y estadístico para médicos rurales.	2
1986 ANEMIA. Sistema experto para asistencia diagnóstica de enfermedades relacionadas con la anemia.	32
1986 Sistema experto para detección de interacciones medicamentosas.	23
1986 BRESTCAN. Sistema experto de prescripción de quimioterapia postoperatoria.	14
1987 METHUSELAH: Sistema experto de ayuda diagnóstica en psiquiatría geriátrica.	36
1987 Programa diagnóstico de cefaleas primarias en niños.	16
1988 Sistema experto para el diagnóstico de ascitis.	24
1989 SESAM-DIABETE: Sistema experto para consejo y asistencia terapéutica con insulina en pacientes diabéticos insulino-dependientes.	26
1989 HEPATOPIX: Programa de ayuda al acceso de referencias médicas en el área de la hepatología.	29
1989 MIS: Apoyo a la gestión administrativa en hospitales.	22
1990 CADUCEUS: Evalúa más de 4000 síntomas y otros datos para reconocer más de 600 enfermedades. Es un paquete de diagnóstico más general.	33

REFERENCIAS

1. Aikins J. S., Kuns J. S. and E. H. Shortliffe. PUFF: An expert system for interpretation of pulmonary function data. *Comput. Biomed. Res.* 1983; 16:199.
2. Aubert B., Aegerter Ph., Van Look F., Huong Du L. T., Boutin Ph., Monier J. L., Emmanuelli X., Giluos y. and E. Benillouche. A hand-held decision-aid system designed for rural health workers. *Comput. Biomed. Res.* 1986; 19:80-89.
3. Bemmel J. H., Hasman A., Sollet P. C., and Veth A. F. Training in Medical Informations. *Comput. Biomed. Res.* 1983; 16:414-432.
4. Bleich H. Computer-based consultation: electrolyte and acid base disorders. *Am. J. of Med.* 1972; 53:285-291.
5. Bruce R. and D. Gustafson. Computers in clinical medicine, a critical review. *Comput. Biomed. Res.* 1977; 10:199-204.
6. Buchanan A. V., Weiss K. M., Schwartz R. J., Mac Naughton N. L., McCartan M. A. and S. S. Bates. Reconstruction of genealogies from vital records: the Laredo epidemiology project. *Comput. Biomed. Res.* 1984; 17:326-351.
7. Buchanan B. G. and E. H. Shortliffe. Rule-based expert systems. The Mycin experiment of the Stanford heuristic programming project. Addison-Wesley, Reading, M.A. 1984.
8. Cox E. B. and W. E. Stanley. Schema-driven time-oriented record system on a minicomputer. *Comput. Biomed. Res.* 1979; 12:503- 516.
9. Dittmann J. T., Leonard M. S. and J. Goldman. Health information system transferability evaluation. *Comput. Biomed. Res.* 1981; 14:559-569.
10. Evans R.S., Gardner R.M., Bush A. R., Burke J. P., Jacobson J. A., Larsen R. A., Meier S. A. and H. R. Warner. Development of computerized infections diseases monitor. (CIDM). *Comput. Biomed. Res.* 1985; 18:103-113.
11. Friedman R. B. and D. H. Gustafson. Computers in clinical medicine, A critical review. Guest Editorial. *Comput. Biomed. Res.* 1977; 10:199-204.
12. Freer E. Proyecto para informatizar los diagnósticos de pacientes vistos en consulta externa de Dermatología y Alergología. Tesis, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio: San Pedro de Montes de Oca, 1986.
13. Fries B. E., Gutkin C. E. and A. S. Ginsberg. Emergency room utilization: Data reconstruction using deterministic simulation model. *Comput. Biomed. Res.* 1977; 10:153-163.
14. Gaglio S., Rugioero C., Spinelli G., Bonadonna G., Valagussa P. and C. Nicolini. BRESTCAN: An expert system for postoperational breast cancer therapy. *Comput. Biomed. Res.* 1986; 19:445-461.
15. Garfinkel D. Applicability of structured programming to medical computing. *Comput. Biomed. Res.* 1978; 11:1.
16. Golferini F. and F. Facchin. Computer diagnosis of primary headaches in children. *Comput. Biomed. Res.* 1987; 20: 55-63.
17. Grupo Editorial Océano. *El mundo de la computación, curso teórico práctico de informática*, Barcelona: Ediciones Océano Exito S. A., 1988; 2-71.
18. Hadidi R., Leonard M. S. and Ashton W. B. Quantitative method for the selection of hospital information systems components. *Comput. Biomed. Res.* 1982; 15:250-261.
19. Haimi-cohen R. and Cohen A. Microcomputer-controller system for stimulation and acquisition of evoked potentials. *Comput. Biomed. Res.* 1984; 17:399-408.
20. Hankinson J. Computer determined closing volumes. *Comput. Biomed. Res.* 1977; 10:247-257.
21. Hess C. F. and K. Brodda. Optimum selection of diagnostic test in computer-aided differential diagnosis. *Comput. Biomed. Res.* 1984; 17:389-398.
22. Kjerulff K. H., Countie M. A., Salloway J. C., Campbell B. C. and D. E. Noskin. Medical information systems training. *Comput. Biomed. Res.* 1984; 17:303-310.
23. Kinney E. L., Brafman D. and R. J. Wrigth II. An expert system on the diagnosis of ascites. *Comput. Biomed. Res.* 1988; 21:169-173.

24. Kinney E. L. Expert system detection of drug interactions: Results in consecutive inpatients. *Comput. Biomed. Res.* 1986; 19:462-467.
25. Levit F. and Garside D. Computer assisted prescription writing. *Comput. Biomed. Res.* 1977; 10:501-510.
26. Levy M. Ferrand P. and V. Chira. SESAMDIABETE, and expert system for insulin-requiring diabetic patient education. *Comput. Biomed. Res.* 1989; 22:442-453.
27. Melhom J. M., Legler W. K., and G. M. Clark. Current attitudes of medical personnel toward computers. *Comput.-Biomed. Res.* 1979; 12:327-334.
28. Miller R. A., Pople H. E. and J. D. Myers. Internist-1: An experimental computer-based diagnostic consultant for general internal medicine. *N. Engl. J. Med.* 1982; 307:468-476.
29. Powsner S. M., Riely C. A., Barwick K. W., Morrow J. S. and P. L. Miller. Automated bibliographic retrieval based on current topics in Hepatology: Hepatopix. *Comput. Biomed. Res.* 1989; 22:552-564.
30. Prokosch H. V., Seucher S. A., Thompson E. A. and M. H. Skolnik. Applying expert system techniques to human genetics. *Comput. Biomed. Res.* 1989, 22:234-247.
31. Pryor T. A., Gardner R. M., Clayton P. D. and Warner H. R. The HELP System. *J. Med. Syst.* 1983; 7:87.
32. Quaglini S., Stefanelli M., Baroni G., and A. Berzuini. ANEMIA: An expert consultation system. *Comput. Biomed. Res.* 1986; 19:13-27.
33. Sanders D. H. Informática presente y futuro, Tercera edición, México: Mc-Graw Hill, 1990; 145-253.
34. Scheid F. Introducción a las ciencias de las computadoras. Segunda edición, México: Mc-Graw Hill, 1984; 2-7.
35. Teach R., and E. G. Shortliffe. An analysis of physician attitudes regarding computer-based clinical consultation systems. *Comput. Biomed. Res.* 1981; 14:542-558.
36. Werner G. Methuselah-An expert system for diagnosis in geriatric Psychiatry. *Comput. Biomed. Res.* 1987; 20:477-488.
37. Ziporin T. Computer-assisted medical decision-making: interest growing. *JAMA.* 1982; 248:913.