

El Uso de los Computadores en la Medicina *

A través de su historia, el hombre ha buscado siempre formas de ayudarse a sumar, restar, multiplicar y dividir. Conforme su mundo y sus cálculos se volvieron más complejos también se complicó la cantidad de información a la que el hombre debía enfrentarse. Sus incursiones y esfuerzos en nuevos campos pronto le mostraron al hombre sus limitaciones para realizar operaciones matemáticas en forma rápida y exacta. El hombre primitivo contaba y realizaba los cálculos con sus dedos. La palabra dígito que hoy significa el símbolo para un número de 0 a 9 se refería originalmente a uno de los dedos de la mano. Hacia el año 3000 A.C. hace su aparición al ábaco que vino a ser, si se quiere el primer y más antiguo computador. Con el paso de los años el hombre fue inventando máquinas para ayudarlo en sus cálculos desde la máquina de sumar de Blas Pascal en 1642 hasta las máquinas a base de tarjetas perforadas inventadas por el Dr. Hollerith para procesar el censo de 1880 en los Estados Unidos. Sin embargo el primer computador electrónico no hizo su aparición sino hasta 1946 con la invención del ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) en la Universidad de Filadelfia. Comparado con los computadores actuales era lento y voluminoso pues consistía de más de 18,000 tubos al vacío, pero aún así era capaz de realizar electrónicamente en un día, el equivalente de 300 días de cálculo manual. Los primeros computadores se diseñaron para complejas aplicaciones científicas de investigación, pero ya en 1951 se empezaron a fabricar para uso general, aunque factores de costo impedían por entonces que los usaran empresas medianas y pequeñas. Esta situación ha cambiado completamente y hoy en día existen más de 100,000 computadores en operación en todos los puntos del globo. Cuando el computador electrónico se introdujo en el mercado comercial generalmente se usó para realizar el trabajo existente en menos tiempo. En la ciencia médica esta situación también se dio y los computadores se usaron especialmente en hospitales para solucionar problemas de volumen especialmente relacionados con funciones contables y estadísticas. Entre otras los computadores se usaron originalmente para aplicaciones tales como:

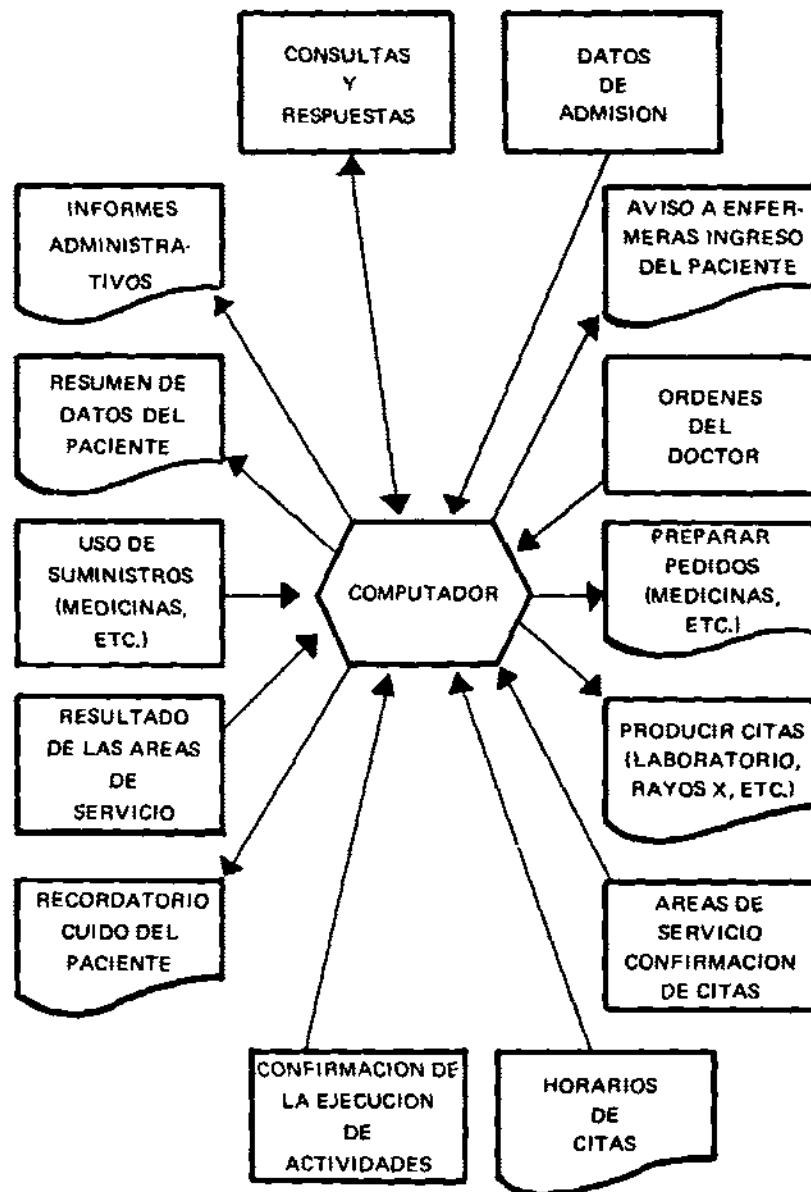
- * Facturación a los pacientes
- * Censos hospitalarios

* Este trabajo fue entregado para su publicación por el Dr. Federico Sosto Peralta quien a su vez lo obtuvo la firma I.B.M. Por su importancia en la medicina futura se colabora en su difusión.

- * Nómina de Pago de hospitales
- * Registros médicos y de accidentes
- * Inventarios de drogas

Gradualmente se comprendió sin embargo que los computadores ofrecían mayores posibilidades y se incorporó su uso para la solución de problemas más complejos. Por ejemplo, se empezaron a utilizar para estabilizar la ocupación de camas y control de admisión en los hospitales basándose en el hecho de que los pacientes ingresan a un hospital y requieren sus servicios de acuerdo con las leyes de la probabilidad. Desde hace aproximadamente 10 años empezaron a utilizarse también los computadores para guardar, en forma indexada, referencias a artículos recopilados de revistas biomédicas. Esta información puede posteriormente ser consultada y extraída según la naturaleza del tema médico que se desea investigar, obteniéndose referencias a las publicaciones mediante pantallas de televisión o máquinas de escribir acopladas al computador. Desde 1963 son muchos los hospitales que utilizan sus computadores para mantener un adecuado control de inventario de sus bancos de sangre mediante la supervisión quincenal del número de veces que se renueva cada uno de los tipos de sangre. Esto ha permitido reducir a niveles ínfimos las cantidades de sangre que expiran y ha logrado que la edad promedio de la sangre administrada a los pacientes se reduzca a 12 días. A pesar de estos logros y gracias al control ejercido por el computador, los bancos de sangre han podido atender las demandas en todo momento. Con el advenimiento de computadores llamados de "tercera generación" en 1965 que ofrecen mayores y más rápidas capacidades para almacenar y extraer grandes volúmenes de información, se desarrollaron sistemas integrados de información. Un ejemplo es el MISP (Medical Information System Program) que, con la ayuda de un computador IBM 360 permite a cada hospital adaptar a sus necesidades una red muy completa de información. La órdenes médicas para el tratamiento de pacientes, pedidos de análisis de laboratorio, resultados de estos análisis y otras informaciones entran a los archivos centrales del computador desde terminales situadas en áreas seleccionadas del hospital. Desde los archivos centrales se imprimen citas y horarios, datos de los pacientes y los mensajes necesarios. La información actualizada en forma instantánea de cada paciente se encuentra así disponible en la forma más útil para cada área funcional del hospital lo que permite un mejor tratamiento de los pacientes y una administración más efectiva del hospital.

SISTEMA MISP



Cuando un paciente entra a un hospital la información de admisión del paciente inicia una cadena de eventos que interrelacionan los múltiples servicios utilizados en el tratamiento. La información resultante de esta relación se agrupa en la ficha del paciente que se almacena y actualiza en los archivos centrales del sistema. Con estos datos el sistema puede analizar y extraer información para preparar horarios para los pacientes y departamentos de servicio. El diagrama anterior muestra una serie típica de eventos. La fórmula de admisión se llena en la oficina de admisiones. El sistema produce una lista de disponibilidad de camas que se utiliza para asignar su cama. Los datos de admisión entran al sistema (I). Se establece una ficha del paciente en el sistema que registra los eventos que afectan al paciente durante su tratamiento hospitalario. La estación de enfermería correspondiente recibe aviso del ingreso del paciente (II). Conforme el médico escribe sus órdenes éstas entran al sistema desde la terminal en la estación de enfermería (III) donde se verifican para asegurar su exactitud. Tales órdenes se registran en la ficha del paciente. Esta ficha sirve para preparar pedidos (IV) y para producir citas (V) y horarios. En respuesta, el área de servicio establece información específica de las citas (VI). El sistema imprime horarios automáticamente (VII). La confirmación de las actividades del paciente completadas (VIII) entra al sistema y actualiza la ficha del paciente. Un recordatorio de cuidado al paciente (IX) se imprime automáticamente en la estación de enfermería correspondiente si no se recibe confirmación de que las actividades planeadas han sido completadas. Los resultados de las áreas de servicio (X) y el uso de suministros (XI) desde la estación de enfermería son registrados por el sistema. Tanto en la estación de enfermería como en las áreas de servicio y en el cuarto del computador pueden imprimirse informes. Ciertos informes pre-definidos tales como resúmenes de los datos del paciente (XII) o reportes de censos también se producen. El hospital puede asimismo satisfacer sus necesidades periódicas de información mediante los informes administrativos (XIII) que el mismo hospital programe. Durante la operación normal del sistema, también pueden procesarse distintos tipos de consultas y respuestas (XIV). Por varios años las administraciones de hospitales han discutido los problemas asociados con la preparación y servicio de alimentos. Múltiples esfuerzos de investigación y experimentación han culminado con una solución de procesamiento electrónico de datos y en varios hospitales, con diversos grados de intensidad, se han introducido estos sistemas automáticos. Dentro de un presupuesto hospitalario típico, el costo de compras, preparación y servicios de alimentos es el segundo más grande componente de los gastos totales. Dependiendo del tamaño y tipo de hospital el costo de alimentos varía entre 5 y 20 % de los gastos totales. Con el uso de computadores se han obtenido reducciones en la línea de costo de

alimentos de entre 5 y 35 %. El sistema de gestión de alimentos incluye un número diverso de funciones cuyos cinco principales objetivos son:

- * Producir un menú de más bajo costo
- * Reducir desperdicio de alimentos
- * Disminuir el nivel de inventario
- * Optimizar el uso de recursos y personal
- * Mejorar el cuidado y satisfacción de los pacientes

Para lograr estos objetivos, el sistema está segmentado en módulos asignados a objetivos específicos.

- * Proceso de las Ordenes Dietéticas
- * Proceso Selectivo de Menús
- * Planificación de Menús
- * Planificación de Necesidades
- * Gestión de Inventarios
- * Contabilidad de costos
- * Compras
- * Proceso de Facturas

Debido a esta segmentación cada hospital puede adaptar el sistema a sus necesidades particulares, incluyendo los módulos en forma parcial y en la secuencia deseada. Para su ejecución se requiere un computador que mantenga para cada paciente, mediante la identificación del salón/cama/nombre un código de dieta asignado cuando el paciente ingresa. Esta información puede alterarse si el paciente cambia de cama, tipo de dieta o sale del hospital. Se puede permitir, mediante el módulo de Proceso Selectivo de Menú que el paciente llene una tarjeta indicando su escogencia, tarjeta que luego es leída en forma óptica y entrada en los archivos centrales del computador para su proceso durante el día siguiente. El sistema produce automáticamente las alternativas del menú según el tipo de dieta, mediante el módulo de Planificación de Menús. Igualmente calcula las cantidades de cada tipo de alimentos que satisfagan el plan cíclico de menús. Esto permite mantener a un nivel reducido la existencia de cada artículo, reduciendo costos de almacenamiento, daño de los alimentos e inversión. Con la información registrada el sistema puede producir informes detallados de los costos, órdenes de compra y proceso de facturas de los proveedores. Desde hace aproximadamente 10 años vienen usándose los computadores con relativo éxito, como ayuda al médico en el diagnóstico. Para este fin se han usado diversas técnicas, una de las cuales, la del Dr. Homer R. Warner*, utiliza un enfoque matemático. Para ello se deriva una ecuación de probabilidad condicionada para expresar

el proceso lógico que usa el médico clínico para llegar al diagnóstico a partir de los datos clínicos. Esta técnica ha permitido:

- 1) Mejorar la exactitud del diagnóstico en ciertas áreas de la medicina;
- 2) lograr un enfoque más científico para enseñar diagnosis médica; y
- 3) proveer un medio para que, con la ayuda de un computador, se libere al médico de la tarea de guardar y recordar un gran volumen de datos estadísticos en constante aumento, y que son requeridos para uso práctico en el diagnóstico.

* El Dr. Warner, M.D., Ph. D., es investigador de la Academia Heart Association.

Otras técnicas incluyen un método para codificar el proceso mismo de la enfermedad o en otros casos para simular, en el computador, el proceso humano usado para diagnosticar. Los computadores se utilizan en el diagnóstico para que procesen combinaciones de síntomas y signos asociados con enfermedades específicas de forma que, al presentarle los síntomas y signos de un paciente produzca en forma impresa, o despliegue en una pantalla, las enfermedades que "más probablemente" estén asociadas con el conjunto de síntomas y otras características del paciente. Si bien el computador puede ayudar al médico en este y otros campos nunca podrá sustituirlo. Será siempre la labor del médico analizar y escoger o no, de entre los resultados producidos por el computador, y es sólo programándolo con los conocimientos médicos que se derivan de la investigación, observación de paciente y práctica de la medicina que puede producir resultados apropiados. En todo caso un computador nunca podrá tener "ojo clínico". El hospital de la Universidad de California en Los Angeles ha desarrollado un programa que registra casos de tumores, recopilados al azar, en los archivos de un computador IBM 360. Se mantiene información de cada paciente que consiste de:

- * Nombre
 - * Número de hospital
 - * Edad, sexo, raza
 - * Fecha del diagnóstico
 - * Fecha del último chequeo
 - * Status en el último chequeo
 - * Localización del tumor
 - * Tipo histológico del tumor
-

Cada una de estas variables tiene diversos valores y estos valores pueden ordenarse en una jerarquía o estructura tipo árbol. La información puede desplegarse en una pantalla de circuito cerrado y los casos a ser observados pueden seleccionarse mediante una pluma selectora que es sensitiva a la luz, apuntando con ella al caso deseado, de entre los valores que aparecen en la pantalla. También se puede solicitar del computador que localice nombre del paciente y número de hospital de aquellos pacientes que calcen dentro de cierta descripción. Es posible igualmente obtener el número de casos que corresponden a determinados rangos de valor de las variables. Adicionalmente pueden especificarse sub-grupos y construirse tablas y curvas de supervivencia. Este programa ha sido muy útil en la investigación de tumores. Con el uso de un Sistema IBM 360/40 alimentado principalmente a través de una lectora óptica, se ha puesto en operación en Suecia un sistema masivo de exámenes para determinar casos de cáncer cervical. Aproximadamente 50,000 mujeres son examinadas cada año, identificándose individualmente cada una mediante un número. El sistema usa este número en todos los formularios y sobres, además del nombre y dirección de cada persona. En el momento de invitarla a examinarse, a cada mujer se le envía un cuestionario que debe llenar en su casa. Con base en este cuestionario y el reporte citológico, el computador produce registros para el ginecólogo y una carta a cada mujer, con el resultado del examen. Si se obtienen resultados anormales se le da una cita con un ginecólogo, y los hallazgos clínicos se reportan al sistema para mantener un registro completo por cada paciente. Es con base en este registro que se producen recordatorios a las pacientes para nuevos exámenes y tratamiento. Igualmente se producen recordatorios para las pacientes que no acuden a las citas. En adición a las cartas y control de citas, el sistema produce un gran número de reportes estadísticos y funciones de control de calidad en los laboratorios. Recientemente se han empezado a diseñar dispositivos conectados a un computador cuya única finalidad es automatizar procesos médicos. Un ejemplo es la unidad IBM 2991 Procesadora de Células Sanguíneas. Este dispositivo prepara en un tiempo mínimo (10 a 25 minutos) que depende del método usado (alta o baja concentración de glicerol) una unidad de glóbulos rojos procesados y listos para transfusión. En esta forma esta máquina ayuda a los bancos de sangre permitiéndoles programas de congelamiento de sangre. Estos programas reducen el desperdicio de sangre que expira por sobrepasar un período de 21 días, permitiendo extender el período de almacenamiento de glóbulos rojos, en especial para tipos sanguíneos poco comunes, y logrando remover posteriormente, en la máquina, los preservantes y mezclar los glóbulos rojos con las soluciones. En todas estas y muchas otras aplicaciones de los computadores a la medicina y administración hospitalaria su uso no está limitado a los grandes

hospitales con voluminosos presupuestos. Clínicas pequeñas y hospitales de mediano tamaño también pueden satisfacer sus necesidades dentro de sus presupuestos mediante el uso de computadores pequeños o intermedios cuyo costo total mensual puede oscilar entre \$3000 y \$16.000 incluyendo equipo y personal.
