

Algunos aspectos de la repercusión de la telemática en medicina

J. A. GUTIÉRREZ DÍAZ

INTRODUCCION

En los últimos veinticinco años los países desarrollados están experimentando un cambio importante en su estructura industrial. Industrias anteriormente consideradas básicas en estos países como: la siderúrgica y sus derivados, las textiles, etc... están perdiendo esta condición y son trasladadas a países del tercer mundo. Por el contrario, la industria reciente de las comunicaciones se está convirtiendo en un pilar fundamental para el desarrollo y la economía de estos países. Más de un 50% de la población en U.S.A. trabaja en empresas relacionadas, en el sentido más amplio, con la comunicación. Este importante cambio está relacionado con el proceso de crecimiento espectacular de la electrónica y la multiplicidad de aplicaciones útiles para la sociedad, vía empresas multinacionales.

Durante los años 50 y 60 se produjo un extraordinario incremento de la información procedente de los campos científico y tecnológico, esta avalancha informativa obligó al desarrollo de nuevas tecnologías encaminadas a conseguir un mejor manejo de la información, es lo que vino a llamarse «tecnología de la información». Los avances experimentados durante los últimos años en la tecnología del cálculo y en las telecomunicaciones está revolucionando progresivamente el tratamiento y la utilización de la información. La microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones son los tres pilares básicos que permiten la creación de nuevos sistemas de diseño, almacenaje, recuperación y difusión de la información, los cuales representan un modelo complementario y alternativo de los procedimientos ya existentes.

Desde que en 1971 se consiguió trasladar la información lógico-matemática del ordenador a los microchips, el proceso en la capacidad de almacena-

je de la información en los ordenadores continúa creciendo progresivamente día a día. El almacenaje de información que posteriormente puede ser tratada y analizada a una velocidad inimaginable, es lo que denominamos «bases de datos».

De la asociación entre ordenadores y bases de datos con el mundo de las telecomunicaciones surge un nuevo sistema de la telecomunicación, es la Telemática. En informe Nora-Minc se dice «la telemática nace del matrimonio de los ordenadores con las redes de transmisión» (6). La Telemática es por tanto una consecuencia del desarrollo extraordinario de la microelectrónica, de los ordenadores y del formidable incremento de la tecnología en el terreno de las telecomunicaciones. La telemática utiliza tres grandes soportes: el documento informático, la imagen y el sonido.

Los sistemas telemáticos manejan información bajo la forma de elementos binarios o bits que se representan por series numéricas de 0 o de 1. El origen pues de un sistema telemático es la información representada en la serie de elementos binarios. Estos datos codificados se transmiten por medio de redes que pueden ser de diferentes tipos. Posteriormente esta información se memoriza, se almacena y finalmente se utiliza en la forma y manera más adecuadas.

La transmisión de las series binarias de caracteres puede efectuarse en serie o en paralelo. Cuando la transmisión se realiza en serie, los bits se envían unos detrás de otros, pero si se realiza en paralelo los bits caminan sobre hilos distintos y llegan conjuntamente al punto final. El problema que presenta la transmisión en paralelo es la sincronización, por lo que únicamente se utiliza en transmisiones a corta distancia.

La transmisión en serie de los caracteres puede hacerse de forma asíncrona o síncrona. En la primera no hay relación preestablecida entre emisor y receptor. Dos señales una «start» y otra «stop» delimitan los bits de cada carácter, al comienzo y final respectivamente. Con la forma síncrona, los bits de un mismo carácter se envían unos detrás de otros y los caracteres se emiten en secuencia sin separación alguna (8).

La integración de redes de telecomunicación ha dado lugar a sistemas telemáticos integrados y la combinación de diversas tecnologías ha hecho posible la aparición de nuevos servicios. La telemática, ampliamente desarrollada durante los últimos años, está contribuyendo a una nueva forma de adquirir conocimientos y de comunicarlos, lo que indudablemente está repercutiendo de una manera extraordinaria en la sociedad.

TECNOLOGÍA DE ALMACENAJE Y DISTRIBUCIÓN DE DOCUMENTOS

La teledocumentación permite la recuperación de referencias bibliográficas y documentos primarios de forma rápida y repetitiva. En los últimos años se han desarrollado diversas tecnologías encaminadas a dar soluciones al proceso de almacenaje y de transmisión electrónica de la información. La mayoría de ellas permiten el acceso a la información textual y gráfica de for-

ma digitalizada o legible por la máquina. Esta circunstancia permite la llegada de la información al usuario a través de diversas opciones de distribución, entre ellas tenemos:

a) **Telefacsimil**

Transmisión a distancia de cualquier documento vía telefónica. Se precisa previamente la exploración óptica del documento para convertir el texto o imágenes en un formulario digital. La página explorada se divide en gran número de áreas muy pequeñas blancas o negras, la nitidez de la imagen dependerá de la pequeñez de estas zonas. La información obtenida se envía por cable o de otra forma a un receptor adecuado que decodifica la información recibida y la imprime en imágenes o texto.

b) **Teletexto y videotexto**

La información en el Teletexto y Videotexto se codifica en clave en el sistema de páginas (máximo 24 líneas de 40 caracteres por página). La información se recupera y se lee a través de un receptor doméstico de televisión modificado.

El teletexto se difunde por radio, recoge unos cientos de páginas de información que se emite en secuencias. El videotexto se transmite vía telefónica, el número de páginas puede ser ilimitado. A su través se puede acceder a la base de datos de forma interactiva, utilizando la red telefónica y con la ayuda de un microordenador y el televisor.

c) **Videodisco y videocinta**

La utilización del videodisco puede tener una gran importancia como soporte de almacenamiento de la *documentación científica*. Su soporte analógico es capaz de almacenar una gran cantidad de información gráfica y de sonido.

Tanto el videodisco como la videocinta permiten el almacenaje de imágenes previamente digitalizadas. Los videodiscos son más adecuados para almacenar los documentos, puesto que la recuperación de la información se realiza sin contacto físico con la superficie del disco, con lo que no se deteriora la imagen y además permite la recuperación de una determinada página sin necesidad de pasar las anteriores.

d) **Disco óptico numérico (D.O.M.)**

Se caracteriza fundamentalmente por el tratamiento de forma analógica de la imagen, utiliza el procedimiento digital que procesa solamente bits (se-

ries de 0, 1) y por consiguiente es compatible con la informática. En un disco se pueden archivar y clasificar de forma automática y rápida documentos mecanografiados e impresos.

El disco óptico numérico (D.O.M.) es sólo de lectura, por tanto la información no se puede modificar, borrar o reemplazar. Su coste es elevado pero cuenta con importantes ventajas como: facilidad de procedimientos de reproducción similar al de una fotocopiadora, duración superior a los soportes informáticos, rapidez y facilidad de acceso, al tiempo que integración de funciones múltiples.

e) **CD-ROM**

Son discos compactos de 12 cm. de diámetro, se utiliza como almacenamiento y sólo permite su lectura (ROM = Read Only Memory). En los CD se almacena la información de forma digital, en lugar de forma analógica. Los sistemas digitales son mucho más precisos y fiables, puesto que garantizan que la señal digital siempre sea la misma sin que pierda precisión ni definición.

Los CD-ROM están ideados para el consumo de publicaciones electrónicas. Este tipo de publicaciones crece rápidamente y cada día es mayor el número de bases de datos que pueden obtenerse en CD-ROM. Además una gran cantidad de información almacenada ocupa un mínimo espacio. La principal desventaja de este medio es que, en estos discos, no se puede grabar información sólo leerla.

f) **CD-WORM**

Las siglas WORM corresponden a (Write-Once, Read Many). En estos discos se puede grabar solamente una vez, por el contrario, en ellos se puede leer la información muchas veces. Como en éste tipo de discos solamente puede realizarse una grabación, por lo tanto, es muy conveniente revisar y corregir previamente la información pasándola por ficheros de medios magnéticos antes de su almacenaje definitivo.

g) **CD-Regrabable**

Estos discos emplean una tecnología magnética y óptica combinadas. Se caracterizan porque son discos borrables o regrabables y ofrecen las siguientes ventajas:

- Se puede trabajar en ellos como en cualquier disco magnético clásico: en lectura y escritura.
- En algunos la grabación puede hacerse por las dos caras lo que implica una doble capacidad para el almacenamiento de la información.

TELEDOCUMENTACIÓN

La Teledocumentación puede entenderse como el acceso a la información de forma selectiva y a distancia. Por consiguiente se trata de acceder a las bases de datos con la ayuda de un terminal de teleproceso el cual hace posible una comunicación instantánea y conversacional con la información, que permanece almacenada en la base de datos.

La información científica se genera en la elaboración de documentos, informes, publicaciones, presentaciones científicas, etc... que son analizados y memorizados en grandes bases de datos. Estos son adquiridos por distribuidores de bases de datos denominados «host», que elaboran y modifican sus propios ordenadores y lo ofrecen de nuevo como un producto de consumo a la comunidad científica. Las conexiones entre usuarios y distribuidores se realizan a través de compañías telefónicas y redes internacionales de telecomunicación. Los usuarios pueden disponer de dos tipos de información: bibliografía y factual.

Los servicios que ofrece la telecomunicación a los usuarios pueden referirse a: búsqueda bibliográfica retrospectiva (búsqueda de todas las referencias bibliográficas sobre un tema concreto), difusión selectiva de la información (permanente actualización o puesta al día sobre un tema concreto), servicio de obtención de copias de documentos primarios.

Existen bases de datos que recogen toda la literatura científica publicada a nivel internacional y difundida en los países más desarrollados. En estas bases de datos se almacenan publicaciones de amplia difusión (libros, artículos de revistas, comunicaciones a congresos, etc...), publicaciones de difusión restringida (tesis doctorales, monografías, informes científicos, etc...) y otros documentos que no están publicados comercialmente (informes, seminarios, coloquios, trabajos de investigación, etc...).

Entre las bases de datos más importantes relacionadas con la medicina están:

- MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) con varios distribuidores: DIMDI, DIALOG, DATASTAR y NLM (National Library of Medicine).
- EXCERPTA MEDICA distribuida por DIMAI, DIALOG, DATASTAR.
- ISI/BIONED: distribuida por: DIMDI, ISI Network.

Las redes de transporte o transmisión de datos están representadas por el conjunto de medios de telecomunicación que permiten establecer y mantener comunicación entre ordenadores. Estas redes de comunicación hacen posible el acceso de los usuarios a los productores o distribuidores de las bases de datos. Las compañías telefónicas son las que han instalado estas redes de telecomunicaciones y por tanto el teléfono es el sistema que permite la entrada en una red de transporte.

Las redes de transporte más importantes a nivel mundial son: En U.S.A. (TELENET, TIMNET), en Japón (VENUS-P), en Alemania (DATEX-P), en Francia (TRANSPAC), en España (IBERPAC), etc... La Compañía Telefónica Nacional de España (CNTE) ofrece el servicio de transmisión internacional de datos (TIDA) que permite a los usuarios españoles la conexión con redes de transmisión extranjeras conectadas a IBERPAC (1).

La utilización del microordenador para la recuperación de información como terminal de comunicaciones, permite un acceso inteligente a los distribuidores de bases de datos. Entre las aplicaciones para la búsqueda «on line», destaca la de poder grabar los resultados de la búsqueda; almacenando, clasificando y editando las referencias obtenidas.

Todo usuario conoce que el resultado de una búsqueda bibliográfica «on line», es un listado de documentos escritos en diversas lenguas que contienen la información solicitada. El trabajo de leer, elaborar la información y aplicarla a aspectos concretos de la actividad profesional representa un excesivo consumo de tiempo, del que en muchos casos el usuario no dispone. Este problema ha podido llegar a resolverse mediante el diseño de sistemas computarizados inteligentes que ponen a punto *sistemas expertos* o *programas de elaboración artificial de textos*. La máquina inteligente se encarga de visualizar las referencias, conseguir los originales, leerlos seleccionando su contenido y finalmente elaborará un nuevo texto que sintetiza todos los documentos introducidos en la base de datos referentes al tema sobre el que se precisa la información. Hasta aquí una revisión somera de los medios de almacenamiento y distribución de la información en su más amplio sentido y de la información científica médica en particular, en la que la telemática está resultando ser una verdadera revolución.

TELEMÁTICA E HISTORIA CLÍNICA

La reforma de la Asistencia Sanitaria requiere, entre otras cosas, una mejor y más adecuada información clínica de los pacientes, la cual sólo se puede conseguir mediante la disponibilidad, funcionalidad, adquisición completa de datos e integración de los sistemas de bases de datos clínicos. El núcleo central de esta información deberá de ser la base de datos computarizada de la historia clínica de cada paciente o historia clínica electrónica, que permite una fácil entrada y salida de datos de la historia clínica. Entre las ventajas que este sistema de base de datos clínicos puede ofrecer destacamos: un mejor conocimiento clínico de cada paciente, más extenso, completo e inmediato y además, puede ayudar de forma determinante en un mejor y rápido diagnóstico y tratamiento, con un menor coste económico (4).

A pesar de que existen más de 500 sistemas de bases de datos clínicos a la venta, todavía no se ha confeccionado el sistema que permita cubrir las necesidades en este campo para el próximo siglo. En la elaboración de este futuro sistema de base de datos debieran de contemplarse muy diferentes aspectos:

1. Definición del modelo de la base de datos clínicos: ¿sirve para el paciente ambulatorio además de para el paciente ingresado?, ¿se precisa un modelo para cada especialidad?, ¿el mismo programa puede intercambiar información con otros de: cuidados clínicos, educación, investigación, administración, etc...?

2. Definición del contenido y de la mejor forma de presentación de los datos clínicos: Tipos de datos clínicos que se incluyen en la historia clínica del paciente y cómo se organizan; ¿deberá la base de datos organizarse para que telemáticamente pueda distribuirse por multimedia?, ¿qué tecnología se requiere para obtener los datos de la fuente en tiempo real?.

3. Definición de vocabulario que expone los conceptos médicos: ¿los datos deben de almacenarse como texto libre o como códigos?. Sería preciso elaborar en detalle un diccionario de datos comprensible que defina el vocabulario, el flujo de la información, caracteres especiales por cada especialidad, al tiempo que decidir la posible utilización de algoritmos.

Entre las funciones que debiera de ofrecer el sistema de base de datos del paciente destacamos:

- Proporcionar datos informativos en el tiempo y lugar que se necesiten y en el formato adecuado.
- Organizar y utilizar el flujo de datos y asegurar respuesta inmediata a detalles importantes.
- Organización de obtención y recuperación de imágenes correspondientes a estudios diagnósticos previos del paciente.
- Conexión y acceso a sistemas de recuperación bibliográfica y enlace con los datos de la historia clínica electrónica...

Debido a que a la información se accede fundamentalmente a través de modems, en las redes de telecomunicaciones locales, nacionales o internacionales, deberán incluirse sistemas de protección que aseguren la privacidad y confidencialidad de la información clínica almacenada.

Diversos estudios demuestran que la historia clínica electrónica puede mejorar la calidad del cuidado de los pacientes, aumenta la eficacia de los tratamientos utilizados en cada caso y reducen los costos económicos.

SISTEMAS DE ARCHIVO Y COMUNICACIÓN DE IMÁGENES

El término PACS (Picture, Archiving and Communication System) comenzó a utilizarse en 1980. La definición más práctica de los sistemas PAC corresponde al Dr. CHRISTIAN C.E. GREINACHER,(2) «Un sistema PAC consiste en, al menos, uno o más aparatos de diversas modalidades de adquisición de imágenes, una red de comunicación, un sistema de almacenamiento

de imágenes a medio y largo plazo y un terminal de trabajo para la revisión de las imágenes y/o ulterior procesamiento».

A pesar de la utilidad de estos sistemas, su implantación en los Servicios de Diagnóstico por Imágen no ha sido lo ágil que se pudiera esperar, posiblemente se debe a su lento desarrollo y a la complejidad del software de estos sistemas. También pueden contribuir a ello la falta de componentes con adecuada capacidad y velocidad y además por su elevado coste total. Últimamente se están utilizando instalaciones más pequeñas denominadas Mini-Pacs.

El primer gran sistema PAC para uso clínico se instaló en GRAZ (Austria) en 1987. Consta de nueve aparatos para adquisición de imágenes, de cuatro modalidades distintas, conectados a una red de comunicaciones. Actualmente solo el 14% de las imágenes procesadas se archivan durante largos períodos de tiempo.

Varios sistemas PAC comenzaron a funcionar en 1991 y 1992 en Estados Unidos y Europa. Cada una de las instituciones en las que fueron instalados conectaron a su red un número variable de aparatos: T.A.C., Angiografía digital, Fluoroscopia digital, R.M., Medicina Nuclear, Ultra sonidos, etc... El hospital que mayor número de aparatos de diagnóstico por imagen tiene interconectados, es el de la Universidad de Pensilvania (HUP), con treinta aparatos que realizan 225.000 exploraciones anuales, de las cuales únicamente almacenan en sus archivos durante largos períodos de tiempo un 6% de las exploraciones. Otras instituciones como el Baltimore V.A. Medical Center, guardan todas las exploraciones durante largos períodos de tiempo.

Muchos clínicos piensan que las innovaciones tecnológicas en el área sanitaria debieran de acompañarse de una evaluación cuidadosa pero, en la práctica, estudios clínicos randomizados no son fáciles de realizar.

Los sistemas PAC son tecnologías multidisciplinarias que pueden utilizarse conjuntamente por diferentes especialistas: Radiólogos, clínicos, cirujanos, radioterapeutas, etc... Los PACS pueden integrarse con otros sistemas digitales que puedan estar disponibles en el hospital como son los sistemas de información radiológica, hospitalaria, y sistemas de reconocimiento de la palabra que posibilitan la emisión de informes digitalizados por la computadora a la cual se dicta a través de un micrófono. Esta integración de sistemas a los PACS permite una actuación clínica más integrada y una mayor eficacia de los departamentos.

APORTACIONES A LA CIRUGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO DE LOS SISTEMAS ESTEREOTÁXICOS Y DE PROCESO DE IMÁGENES

Las aplicaciones de la cirugía estereotáxica, dentro del campo de la neurocirugía, se dividen en dos grandes grupos: morfológicas y funcionales. Entre las primeras destacan: la biopsia estereotáxica, craneotomía guiada, radia-

ción intersticial, hipertermia y radiocirugía. Pertenecen al segundo grupo: la determinación de focos eléctricos con electrodos en profundidad, interrupción de vías para el control del dolor, movimientos y trastornos del comportamiento, el trasplante de tejidos.

La *biopsia estereotáxica* hace posible la confirmación histológica de las lesiones observadas en los estudios de diagnóstico por imagen, permitiendo establecer a continuación el tratamiento más adecuado en cada caso. La realización de T.A.C. o R.M. en condiciones estereotáxicas, con marco estereotáxico o sin él, permite localizar con exactitud dentro del espacio craneal y visualizar en muy diferentes planos la patología existente. Transportadas las imágenes a un *sistema de planificación*, se puede establecer una estrategia que defina los puntos donde van a tomarse las muestras de tejido y por tanto sus coordenadas.

Las *craneotomías guiadas estereotáxicamente* han sido diseñadas para extirpar o tratar lesiones intracraneales profundas y han ayudado resolver algunos de los problemas que ésta patología y su abordaje plantean al neurocirujano. La utilización de T.A.C. y R.M. cerebrales en condiciones estereotáxicas han permitido establecer una casi perfecta correlación anatómica con las estructuras vecinas, así como: elegir con precisión el lugar adecuado para una pequeña craneotomía, la vía y dirección de abordaje, definir con exactitud la profundidad de los puntos de biopsia o de tejido tumoral, etc...(3) circunstancias todas que hacen posible la extirpación completa de estas lesiones profundas sin morbilidad o con mínima afectación neurológica.

Kelly *et al.* (5) han desarrollado un sofisticado sistema estereotáxico que permite la integración de varias técnicas de diagnóstico por imagen como: T.A.C., R.M. y angiografía digital. El sistema está diseñado para planificar la craneotomía guiada hacia la profundidad del cerebro y extirpar la tumoración con ayuda de las imágenes disponibles en la consola del ordenador y las obtenidas en tiempo real a través del microscopio quirúrgico. Siguiendo esta idea original, varios grupos neuroquirúrgicos han desarrollado otras formas de aplicación de la cirugía estereotáxica a la neurocirugía convencional.

Los problemas que plantea la cirugía con marco estereotáxico: interferencia del marco con el lugar de la craneotomía, esterilización del sistema, etc...se han podido eliminar con la utilización de sofisticados procedimientos estereotáxicos que permiten eliminar el marco estereotáxico sin pérdida de exactitud en cuanto a la localización de las lesiones (7).

La utilización de terminales de ordenador que hacen posible la fusión de imágenes: T.A.C., R.M., angiografía digital, estudios tridimensionales, estudios funcionales y bioquímicos cerebrales, etc... permitirán al neurocirujano disponer de una información completísima acerca de la patología que va a tratar. Le permitirá planificar con exactitud y precisión las vías de abordaje más adecuadas, así como la estrategia a seguir en las distintas fases de la intervención. Los estudios en tiempo real practicados desde el propio quirófano con R.M. especialmente adaptadas al campo operatorio, permiten controlar de forma inmediata el tejido patológico sobre el que se está actuando y sus relaciones anatómicas, funcionales y bioquímicas con el tejido cerebral

normal que rodea la lesión. Es por tanto indudable que la disponibilidad de toda esta tecnología aumentará de forma considerable la eficacia, agresividad y seguridad de los tratamientos neuroquirúrgicos.

Gracias al desarrollo de los nuevos sistemas tridimensionales de imágenes digitales y gráficos elaborados con la información procedente de los sistemas: T.A.C., R.M., angiografía, P.E.T., S.P.E.T., y de la información procedente de sistemas de estudios bioquímicos y fisiológicos cerebrales, será posible la elaboración de verdaderos mapas cerebrales asociados a sistemas de inteligencia artificial, que permitirán la elaboración de diferentes estrategias terapéuticas para cada paciente.

Los procedimientos estereotáxicos también se han utilizado en la *irradiación intersticial* de los tumores cerebrales. Los radioisótopos que actualmente se utilizan, el Yodo-125 y el Iridio-192, están introducidos en pequeños catéteres que son dirigidos hacia la profundidad del tumor con procedimientos estereotáxicos siguiendo las coordenadas previamente obtenidas del *sistema de planificación dosimétrica*. También la *hipertermia* de los tejidos se ha utilizado sola o asociada a la irradiación intersticial con el fin de obtener mejores resultados terapéuticos.

Más recientemente la *radiocirugía estereotáxica* basada en el procesamiento de imágenes de T.A.C., R.M. y angiografía realizados en condiciones estereotáxicas, la planificación dosimétrica de la lesión y su tratamiento con partículas pesadas cargadas o con fotones de alta energía, está obteniendo resultados muy importantes en el tratamiento de diferentes patologías cerebrales de difícil acceso o, sobre las cuales, los procedimientos neuroquirúrgicos habituales no han conseguido una extirpación completa de la lesión: malformaciones arterio-venosas, tumores benignos (neurinomas, meningiomas, etc...) y metástasis. Otras patologías en las que se está utilizando la radiocirugía estereotáxica son: restos de tumores malignos, epilepsia, neuralgia de trigémino, dolor crónico, etc...

Como conclusión diremos que, la telemática, conjunción de la microelectrónica, las bases de datos y las telecomunicaciones, asociada a los sistemas de inteligencia artificial, está llamando con fuerza a las puertas de la práctica médica. Como toda nueva tecnología requiere, para su aprendizaje, dedicación y tiempo, pero las posibilidades que ofrece compensan generosamente el esfuerzo dedicado. La telemática puede contribuir de manera decisiva a la formación continuada y puesta al día de los distintos profesionales relacionados con la medicina, permitirá un mejor almacenamiento de la información clínica de los pacientes, ésta información estará disponible en cualquier lugar y de forma inmediata para elaborar un mejor diagnóstico y tratamiento, la conjunción de diferentes procedimientos diagnósticos y la comunicación en tiempo real con otros especialistas permitirá un mejor conocimiento de las patologías estudiadas, permitirá establecer la mejor estrategia terapéutica en cada caso, abrirá nuevas posibilidades terapéuticas, establecerá un importante control de calidad de los actos médicos y de todos los profesionales relacionados con la medicina, contribuirá a un mayor y mejor con-

trol de los gastos sanitarios... en definitiva, es una tecnología que puede ayudar a resolver muchos de los múltiples problemas que se le plantean al profesional de la medicina en el tratamiento de sus pacientes.

BIBLIOGRAFIA

1. Amat Noguera, N.: *Documentación Científica y Nuevas Tecnologías de la Información*. Ed. Pirámide. 1988.
2. Bauman, R. G.: «Worldwide Experience With Large PACS Systems». En: *Computer Applications To Assist Radiology*. Symposia Foundation. U.S.A. 1994.
3. De Salles, A. A. F.: *Stereotactic Localization. Minimally Invasive Therapy of the Brain*. Fourth Annual Course. Santa Mónica Ca. 1994.
4. Hammond, W. (ed.): «The Computer-Based Medical Record». En: *Computer Applications To Assist Radiology*. Symposia Foundation. U.S.A. 1994.
5. Kelly, P. J.; Daumas-Duport, C.; Kispert, D. B. *et al.*: «Imaging-Based Stereotaxic Serial Biopsies in Untreated Intracranial Neoplasms». *J. Neurosurg.*, 66:865-874, 1987.
6. Nora, S.; Minc, A.: *L'informatique de la société: La documentation française*. 1978.
7. Piraino, W.; Kormos, D. W.; Wood, Ch., y Mc Nally, J. M.: «Stereotactic System for Computer-Assisted Radiology and Surgery». En: *Computer Applications To Assist Radiology*. Symposia Foundation U.S.A. 1994.
8. Pujolle, G.: *Telemática: Técnicas informáticas de transmisión y proceso de datos. Redes de ordenadores*. Ed. Paraninfo. 1988.