



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

SISTEMA DE CAPACITACIÓN
ORIENTADO A MÉDICOS PARA
USO DEL SISTEMA DE VISUALIZACIÓN
DE IMÁGENES MÉDICAS "PACS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

P R E S E N T A N

Mayra Estela Adame Guerra
Belén del Rocío Valdés Jiménez
Marco Antonio García López
Héctor Galeana Plancarte
David Bahena Román



Director de Tesis: Dr. Jesús Savage Carmona

Ciudad Universitaria Febrero 2000

281406
904187



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la U.N.A.M, que a través de la Facultad de Ingeniería y sus profesores nos proporcionó la formación académica necesaria para desarrollar la presente tesis, y desempeñarnos profesionalmente.

Agradecemos al Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" por las facilidades prestadas para el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Jesús Savage Carmona, por habernos dirigido esta tesis, ayudándonos a trabajar en equipo eficientemente.

Al personal médico, por su tiempo, sus valiosos comentarios y su participación en general.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por estar siempre conmigo y permitirme llegar al final.

A mis padres, por su apoyo incondicional, su paciencia, su amor, y por haberme dado la mejor herencia..... mi carrera

Al Dr Ley, por guiarme como un padre e impulsarme siempre para seguir adelante, por todo su cariño ... -gracias-

A tí, lache, por estar ahí.

A mis hermanos, abuelos, tíos y a quienes comparten conmigo los mejores recuerdos de esa etapa de mi vida: Meiling, Sergio, Fidel, Gonzalo, Malena, Meysan.

Mayra

A mi Mamá, con todo mi amor, cariño y agradecimiento por su apoyo incondicional, durante toda mi vida, porque me ha impulsado a seguir siempre adelante.

A mis hijos Ivy, Dany y Diego que son la fuerza que me impulsa para buscar cosas nuevas y mejores cada día, a tí Genaro por tu gran amor y comprensión durante todo este tiempo.

A mis hermanos, familiares y a Lupita, por su gran amor siendo una madre para mis hijos y por su apoyo brindado sin el cual hubiera sido difícil cumplir mis metas.

Agradezco a Dios la vida que me toco vivir, la gente tan linda que ha puesto a mi lado, a mis maestros y amigos y a quienes han dejado en mí gratos recuerdos y enseñanzas a lo largo de mi vida.

Belén

A tí mamá, con todo cariño, que siempre con amor y ternura me has guiado y apoyado en los momentos más trascendentes de mi vida ya que sin tu ayuda no hubiera hecho muchas de las cosas de las que más me siento orgulloso. También para Raquel, Julian y David, así como para todos mis familiares y amigos, en especial a tí Lupita te doy las gracias por tu apoyo.

David

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su eterno e incondicional amor y apoyo, una pequeña muestra de agradecimiento de lo mucho que me han dado.

A ti, Lorena, por todos los años que llevas a mi lado, por tu amor, comprensión, paciencia, por la confianza que haz depositado en mí, y por motivarme siempre a titularme. Este es un logro de ambos.

A mis hijos Andrés y Julio, quienes, sin saberlo, han sido una motivación muy importante para hacer esta tesis.

A todos aquellos quienes de alguna manera, aunque sea pequeña, han sido un impulso para dar este paso que me faltaba (hermanos, tíos, suegros, cuñados, amigos, profesores, etcétera.)

A Dios, por darme la fuerza y la decisión para cumplir esta meta. A todos.... GRACIAS.

Héctor

Agradezco con cariño a mis padres, a mis hermanos y hermanas, a mis familiares, a mis compañeros de esta investigación, a mis amigos y a mis maestros; a todos ellos por compartir su ejemplo y su enseñanza de materializar el espíritu a través del amor, orden y dedicación.

Marco Antonio.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. LA COMPUTACIÓN EN LOS HOSPITALES	5
Bases de Datos con Información Médica	7
Sistemas de Información y Administración Hospitalaria (SIAH)	10
Telemedicina	13
Equipos de Visualización	16
Sistema PACS	16
CAPÍTULO II. SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS EN EL MERCADO	17
Definición del estándar internacional	17
PACS disponibles en el mercado	19
Proveedores de PACS	22
Operación y funcionamiento	23
CAPÍTULO III. PACS EN EL CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"	30
Sistema de Visualización de Imágenes	32
Infraestructura	36
La Red	38
Equipo de Visualización	39
Equipo Médico conectado al PACS	40
CAPÍTULO IV. UTILIZACIÓN DEL SISTEMA PACS EN EL ISSSTE.	41
Principales problemas que provocaron retrasos	42
Evolución del Sistema	45
Creación del Comité del Sistema PACS	49
CAPÍTULO V. CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN	50
Capacitación del Personal	51
Temario	52
Manual del Usuario	54
Importancia del Manual del Usuario	55
CAPÍTULO VI. TECNOLOGÍA EMPLEADA PARA LA REALIZACIÓN DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN	58
Servidor de Páginas Web	59
Clientes "X" para Visualización del Sistema de Imágenes Médicas	61
Herramientas para mejorar el Sitio Web	62
NetObjects	63
Editor de código HTML	66
Módulo de autoevaluación	67
Integración de Tecnología	69

Conclusiones	70
Glosario	74
Bibliografía	78
Apéndices	81

INTRODUCCIÓN

Al igual que en muchas empresas, los hospitales más grandes de México poseen tecnología de cómputo que se encuentra distribuida en una gran variedad de plataformas y sistemas operativos, incluyendo sistemas propietarios así como sistemas abiertos, todos encaminados hacia el manejo y análisis de información en beneficio de la salud del paciente.

Por otra parte, mucha de la tecnología empleada para la obtención de datos, utiliza métodos que son invasivos en diferente grado, como inyección de sustancias, ingesta de medicamentos, exposición a radiaciones, etc. En particular, la radiología utiliza muchos de estos métodos para obtener imágenes del cuerpo humano que a su vez son utilizadas para su análisis por otras especialidades de la medicina como Cirugía Plástica, Endoscopia, Cirugía Cardiovascular, etc.

Un *PACS* (Picture Archiving and Communication System) integra tecnología de cómputo y de equipo médico en una solución global, enfocada a crear un sistema de comunicaciones y almacenamiento de imágenes médicas cuya importancia radica en que puede reducir el número de veces en las que un paciente es expuesto a radiaciones para obtener imágenes de su padecimiento y por otra parte, permite influir en el médico como una herramienta de ayuda para el diagnóstico de estudios radiológicos de pacientes que son tratados en los hospitales de México

Problemática.

Actualmente, en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" del ISSSTE, se encuentra instalado un PACS que no se había aceptado al 100% y tampoco se había aprovechado en su totalidad debido a diversas causas entre las cuales podemos destacar que.

- En las instituciones del sector salud, como el ISSSTE, la infraestructura y el fomento a la enseñanza de la "computación básica" enfocado hacia la comunidad de médicos habían sido escasos.
- Los sistemas de cómputo, especialmente los de visualización de imágenes, carecen de manuales y programas de capacitación orientados a la rama médica que ayuden a reducir la curva de aprendizaje en su utilización.

Por estas razones y conociendo los alcances y beneficios que resultarían de un manejo óptimo del PACS, se optó por elaborar la presente tesis, con la finalidad de proporcionar un medio sencillo y práctico para el manejo de esta nueva tecnología. Cabe mencionar que actualmente el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" es de los pocos hospitales en nuestro país que cuenta con un sistema de este tipo.

Objetivo

La finalidad de esta tesis es proporcionar una herramienta eficaz, que cumpla con el objetivo primordial de ayudar al personal médico a capacitarse en el uso del Sistema PACS para mejorar el diagnóstico de enfermedades y disminuir los costos generados cuando se imprimen placas para el diagnóstico del paciente. Adicionalmente, también ayudará al personal a confiar y

aprovechar al máximo los avances tecnológicos que a fin de cuentas resultan en beneficios a nivel general.

Estructura del presente trabajo

El presente trabajo está estructurado de la siguiente forma :

En el capítulo I se da una descripción de las principales categorías de tecnología de cómputo utilizada en los hospitales y la importancia de ellas como una herramienta de apoyo para la medicina.

En el capítulo II se dan a conocer los principales sistemas de visualización de imágenes médicas PACS existentes en el mercado, sus características, la forma de operación, beneficios y limitantes, así como la manera en que han mejorado con la salida al mercado de estándares internacionales que han facilitado y contribuido al desarrollo de los mismos

En el capítulo III se dan las generalidades de la estructura de operación del sistema PACS en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" tales como la infraestructura, la red utilizada, el equipo empleado (tanto en recursos informáticos como en equipo médico), lenguajes utilizados, interfaces, protocolos de red, manejadores de bases de datos, etc.

En el capítulo IV se detalla la problemática que implicó para los médicos la utilización del sistemas PACS en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" (falta de manuales, capacitación, renuencia al uso del software). Se describen también, los problemas que se tuvieron en los inicios de la puesta en operación, tanto en software como en hardware, que influyeron en la baja credibilidad del PACS

En el capítulo V se describen los criterios de diseño del sistema de capacitación, se hace el análisis de requerimientos y se plantea el diseño tomando en cuenta al usuario final y la manera sencilla, práctica y amigable bajo la cual debe ser creado.

El capítulo VI muestra las herramientas de cómputo utilizadas para realizar el sistema de capacitación y se muestra la integración que se hizo con las diferentes tecnologías para obtener la guía de uso que los médicos utilizarán para capacitarse en el uso del sistema PACS,

Finalmente, en el anexo "A" se presenta el manual de usuario, el cual puede ser consultado de forma independiente al sistema de capacitación.

CAPÍTULO I. LA COMPUTACIÓN EN LOS HOSPITALES

Por la importancia de la medicina para el hombre, los avances tecnológicos en esta ciencia (aunados a otras ramas como la farmacología, genética, electrónica, etc.) adquieren un valor muy significativo. Este capítulo describe brevemente, los usos de la computación en los hospitales como una herramienta de apoyo para el diagnóstico, valoración y cura de enfermedades.

En las últimas décadas, el avance en computación ha ido creciendo en forma sumamente rápida. Se ha disminuido el tamaño de los componentes electrónicos, por ejemplo el de los microprocesadores^{1,2} aunado a un incremento en su velocidad de proceso

Además, día a día se reducen más los costos en el ramo de la tecnología y se hace una realidad el poder contar con equipos cuyas capacidades eran inimaginables hace algunos años.

Por otra parte, los avances en las comunicaciones han permitido al mundo entero estar en contacto por medio de audio, datos e imágenes casi de forma instantánea.

Sin embargo, el avance tecnológico por sí mismo no es tan significativo, ya que el verdadero valor se adquiere en la medida que se aplica a otras áreas del conocimiento, y especialmente para el servicio del ser humano, de ahí el éxito, por ejemplo de Internet, ya que a pesar de que inicialmente se creó para comunicar unas cuantas computadoras, con el transcurrir del tiempo,

¹ Byte "How chips changed the world" Vol 21 No 12 1996, p.p. 77-82

² Scientific American "The Computer in the 21st Century" 1995, p p 90-95

los papeles se han invertido y el beneficio más exitoso que ha logrado Internet es el de permitir que los seres humanos se comuniquen entre sí.

Vivimos las ventajas de la tecnología al utilizar la luz en nuestras casas, al hablar por teléfono, al subimos a un automóvil, al viajar en avión, al ver televisión, al cocinar con microondas, al tener acceso a redes mundiales de información, y a un sin fin de aspectos de nuestra vida cotidiana.

Y aunque todo es necesario, más no indispensable, no se puede ignorar que uno de los aspectos vitales de la computación es su aplicación en el ramo de la medicina, ya que para el ser humano nada es tan importante como la salud y la vida misma debido a que necesitamos estar vivos y sanos para sentirnos auto realizados y adicionalmente, disfrutar de la tecnología.

Los hospitales del mundo entero cuentan con una gran cantidad de equipos y sistemas de cómputo al servicio de la salud, aunque la lista de todas las aplicaciones a las ciencias médicas es demasiado extensa, a continuación se mostrarán algunos ejemplos que se encuentran funcionando en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" del ISSSTE, y que son destacables ya que algunos presentan enfoques tradicionales, pero otros aprovechan lo último en tecnología de cómputo como pueden ser:

- Bases de Datos para Consulta (Diccionarios e Información médica, entre otros)
- Sistemas de información y administración hospitalaria
- Telemedicina
- Equipos de Visualización
- Sistemas PACS

Esto muestra que con herramientas que están al alcance de la mano y con la información médica una vez depurada, los ingenieros pueden elaborar diseños que son sencillos para el usuario, pero robustos en su interior tanto en la base de datos como en el lenguaje utilizado para programar los controles de las pantallas que le permiten al usuario interactuar con el sistema.

Otro sistema que proporciona información bibliográfica así como de documentos completos publicados en todo el mundo es la base de datos Medline, la cual en sus inicios se distribuía en un CD-ROM; enfoque cuya gran desventaja es que tarda demasiado en actualizarse debido a que los fabricantes tienen que generarlo y distribuirlo durante un cierto número de veces al año, dejando pequeñas lagunas en los períodos en los que no es actualizado.

Para resolver este problema, la compañía Medline publica su Base de Datos en Internet, con lo cual la información que se consulta en su sitio web (ver Fig 1.2), va al día.

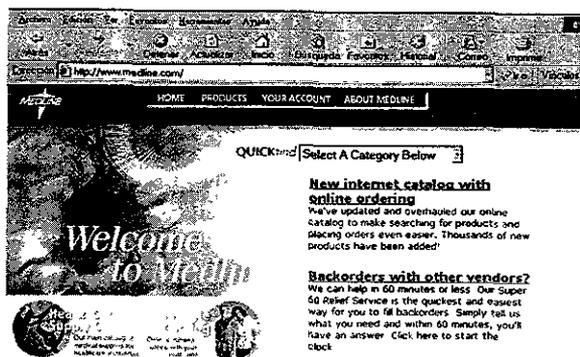


Fig 1.2. Entrada al sitio Web de Medline (www.medline.com) que presenta información bibliográfica y publicaciones en el ramo de la medicina

Aunque la idea de consultar una base de datos (con información médica en este caso) en forma de texto a través de módem no es nueva, las innovaciones que puede presentar el enfoque de publicarla en Internet (en conjunto con audio, voz, texto e imágenes) es que día a día, este tipo de servicios están ganando más adeptos en su modalidad de **comercio electrónico**, en la que el usuario tiene que hacer transacciones monetarias para poder suscribirse y consultar artículos.

La Organización Panamericana de la salud⁴ tiene una página en Internet muy completa y sumamente interesante, donde además incluye una lista muy extensa de otros servicios relacionados con la salud. La Asociación Argentina de Internet Médica y Bioinformática⁵, en conjunto con la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires tienen un Hospital virtual en Internet.

La Organización Mundial de la Salud⁶ cuenta con una página con gran cantidad de información y estadísticas muy útiles para investigadores de este campo. Hipocrates⁷ es un sitio español en Internet auspiciado por un producto de software para médicos que contiene información relacionada con la salud.

Además, muchas de las tareas correspondientes a distintas asociaciones profesionales de medicina, pueden ser canalizadas a través de Internet: envío de circulares, anuncios, programación de reuniones virtuales o reales, actualización bibliográfica, etc

⁴ Dirección de Internet de la Organización Panamericana de la Salud. www.paho.org/spanish/techinfo.html

⁵ Asociación Argentina de Internet Médica y Bioinformática www.saim.org.ar/frcontent.html

⁶ Dirección de la OMS: www.who.org

⁷ Dirección de Hipocrates: www.hipocrates.com

Muchas reuniones científicas pueden efectuarse de modo virtual, sin que nadie abandone su lugar de trabajo habitual. En la modalidad "foro", ni siquiera se requiere que los participantes coincidan a la misma hora frente a la terminal.

Sistemas de Información y Administración Hospitalaria (SIAH)

Principalmente, un sistema de información y administración hospitalaria es el que se encarga de automatizar e interrelacionar todos los movimientos administrativos y médicos que giran alrededor de un paciente cuando este se encuentra dentro e incluso fuera del hospital, así, el manejo de la información del paciente queda registrada en un **expediente electrónico**⁸ que se encuentra disponible en todo momento para cualquier área autorizada del hospital que así lo requiera.

En el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" se encuentra instalado un sistema de este tipo (ver Fig. 1.3) al que se le conoce como SIAH (Sistema Integral de Administración Hospitalaria) y que básicamente se encarga de interrelacionar:

- a) Registro de actividades administrativas y médicas relacionadas con el paciente.
- b) Administración del hospital en su operación diaria (finanzas, personal, proveedores, inventarios, almacenes, censo de camas, etc.).
- c) Evaluación del desempeño de las diferentes áreas del hospital (costo-beneficio), así como proyecciones a largo plazo.

⁸ H.K. Huang, PACS Basic Principles and Applications, p.p 303-304

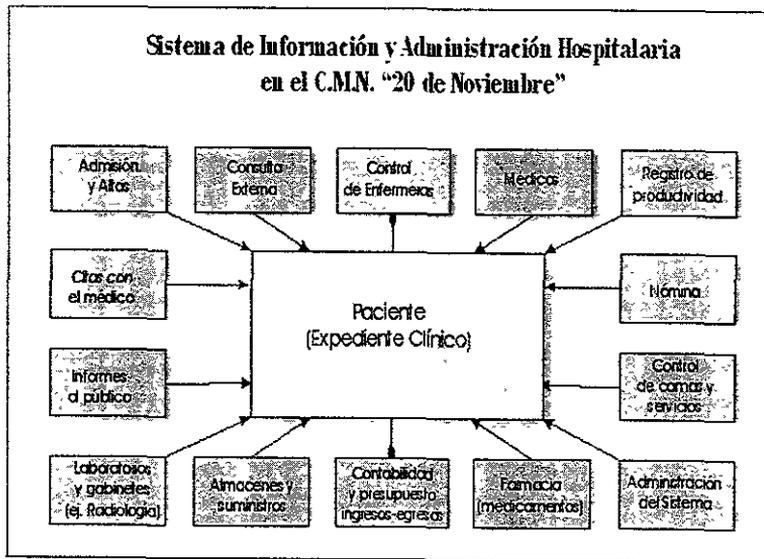


Fig 1.3. Módulos del Sistema Integral de Administración Hospitalaria en el C.M.N. "20 de Noviembre del ISSSTE"

Lo más destacable referente a la tecnología utilizada en el SIAH, es que debido a la magnitud y alcance de este tipo de sistemas, se tienen que emplear equipos más potentes que una simple PC o una estación de trabajo (ver Fig. 1.4), ya que el número de usuarios y transacciones que se tienen que atender en forma simultánea va más allá de un simple usuario.

Por ello la plataforma seleccionada es **Unix** (en su versión **HP-UX** de Hewlett Packard) y como manejador de base de datos (DBMS⁹) se utilizó **Informix** del cual se utilizan dos de sus productos, **Informix 4GL** para hacer la programación de todos los módulos, e **Informix Online Dynamic Server**, producto bajo el cual se administra toda la base de datos y que permite la conexión de hasta 300 usuarios en forma simultánea

⁹ Date C.J., Introducción a los Sistemas de Bases de Datos Vol. 1, p.p. 8-11

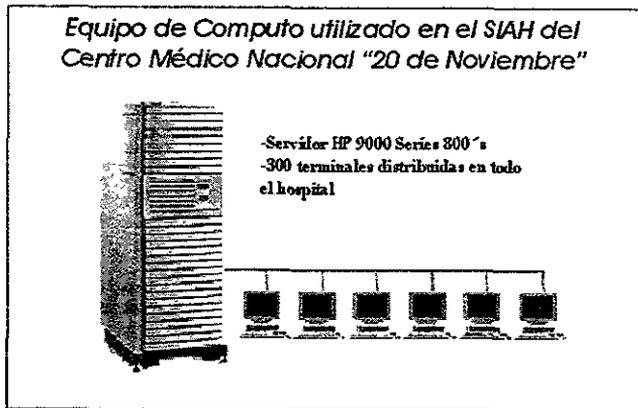


Fig. 1.4 Descripción del tipo de equipo de cómputo que utiliza el SIAH del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" del ISSSTE

Actualmente, la interacción con el usuario se logra a través de pantallas en modo texto, pero las últimas tendencias en el desarrollo de este tipo de Sistemas de Información y Administración Hospitalaria, indican que existe una evolución hacia el desarrollo de sistemas con pantallas gráficas y dispositivos externos como ratones, lectores de código¹⁰ de barras, etc

Otra tendencia a futuro, será la de colocar en Internet algunos datos referentes a la evolución del estado de los pacientes para que los familiares no tengan que asistir al hospital, sino que lo puedan saber informándose a través de Internet.

También será útil para que el paciente se entere de información general como la programación de citas, disponibilidad de cuartos, calendario de cirugías, vacaciones de los médicos, etc

¹⁰ Worthington Data Solutions, A Bar Code Primer

El reto más importante para poner en marcha sistemas de este tipo, es el de promover la aceptación por parte del usuario final (médicos, recepcionistas, personal administrativo, etc), ya que en una institución pública como el ISSSTE los niveles educativos, culturales e incluso la *forma de ser de cada persona así como los intereses personales*, son de lo más variado y pueden impactar en forma determinante en la aceptación o rechazo del sistema.

Telemedicina

La principal fuente de problemas en la práctica médica es la carencia de poder de resolución que hay en gran parte de los hospitales medianos y pequeños del ISSSTE.

Esto trae como consecuencia que diariamente se transfieran pacientes desde los diferentes estados de la república a la ciudad de México, generando costos (como los de transporte, estancia, etc.) así como incomodidades que se podrían evitar si desde su lugar de origen estos pacientes hubieran contado con especialistas que supieran manejar, diagnosticar y controlar la emergencia o enfermedad.

Muchas veces, a pesar de que las consultas a través de conversaciones telefónicas también utilizan sistemas de telecomunicaciones y sistemas de cómputo, no son suficientes para diagnosticar a un paciente en forma remota ya que no permiten que los médicos (el experto y el que solicita la consulta para un paciente) interactúen entre sí a larga distancia junto con el paciente.

Existen dos modelos en la telemedicina¹¹: el primero establece que un médico puede consultar e intercambiar opiniones con otros colegas en diferentes lugares a través de una red, mientras que el otro modelo conocido como el de "Central Experta" establece que todas las consultas se elaborarán desde hospitales que no tienen un grado de especialización muy alto hacia un hospital de alto nivel que cuente con médicos expertos en cada una de las áreas de la medicina.

Es por ello que en 1997, se creó en el ISSSTE la Red Nacional de Tele-Salud (ver Fig. 1.5) siguiendo el modelo de "Central Experta" la cual puede comunicarse vía satélite y/o por fibra óptica desde y hacia el hospital que alberga a los mejores especialistas.

Por el momento gran parte de la transmisión se hace vía satélite (Ver Fig. 1.6a) debido a que en algunos hospitales todavía no cuentan con las instalaciones ni la infraestructura que permitan utilizar enlaces dedicados.

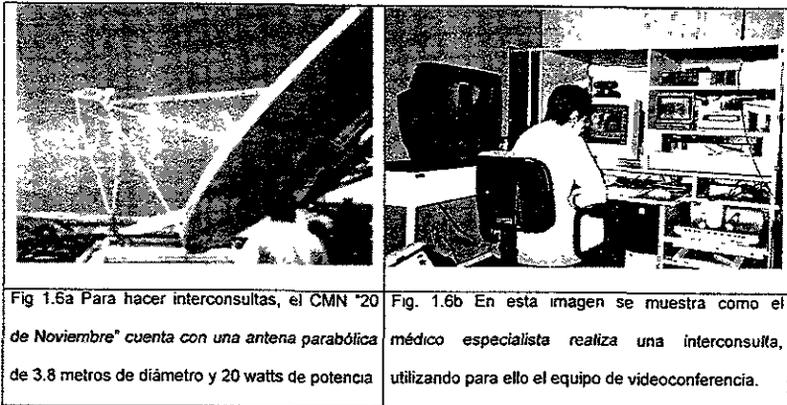


Fig. 1.5. Esquema que muestra los inicios del Sistema de Telemedicina en el ISSSTE (año 1997) contando con 6 estaciones remotas y 2 Centrales Expertas.

¹¹ H K Huang, PACS Basic Principles and Applications, p 367

Día a día el Sistema de Tele-Salud se está extendiendo a toda la república, con el objetivo de que en un futuro se pueda llegar a los lugares más distantes y pobres del país.

Cada una de las estaciones de telemedicina está dotada de estetoscopios, electrocardiógrafos y cámaras digitales los cuales están interconectados junto con el equipo de videoconferencia tal y como se puede apreciar en la figura 1.6b.



El proceso para hacer las interconsultas consiste en que cuando hay un paciente en cualquier lugar de la República Mexicana como candidato a ser trasladado a la ciudad de México, los médicos del lugar de origen primero establecen una cita con el especialista para que se haga una videoconferencia en la cual se externan las dudas y se valora al paciente.

La gran ventaja de este método es que en muchas ocasiones, el especialista puede determinar el tratamiento que se le deberá aplicar al paciente sin la necesidad de que sea trasladado

Equipos de visualización

Los equipos de visualización con que cuenta el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" son los siguientes:

- Tomógrafos
- Ultrasonido
- Medicina nuclear
- Rayos X
- Resonancia Magnética

Sistema PACS

Un sistema PACS es un sistema con comunicación y almacenamiento de imágenes; es decir, se trata de un sistema de información diseñado para almacenar imágenes en computadoras por un periodo largo de tiempo, de tal manera que pueda tenerse acceso a ellas, a través de una red de estaciones de trabajo, en el momento y lugar que se desee.

En el siguiente capítulo se explica más detalladamente las características y funcionalidad de los sistemas PACS.

CAPÍTULO II. SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS EN EL MERCADO

Desde hace más de treinta años se empezaron a conocer los sistemas para el manejo de imágenes médicas. Sin embargo, los conceptos y la tecnología de teleradiología, PACS y administración de imágenes médicas empezaron a existir como tales hace aproximadamente 15 años, durante este tiempo han madurado de manera muy importante. Ha sido un periodo *totalmente experimental y de investigación con fallas y puntos de partida equivocados.*

De manera formal los productos serios y confiables de sistemas de administración de imágenes médicas PACS aparecieron en el mercado hace seis años, ya que después de muchos años de trabajo, finalmente, se logró aprobar el estándar DICOM para esta área médica.

Definición del estándar internacional

El estándar de ACR-NEMA para imágenes digitales y comunicación en medicina, DICOM¹² (Digital Imaging and Communications in Medicine) ha sido desarrollado para conciliar las *necesidades de los usuarios y los fabricantes de equipos de imágenes médicas para interconexión de dispositivos en redes estándar.* Sus diferentes partes proporcionan un medio para crecimiento y actualización.

El diseño del estándar fue concebido para permitir un desarrollo simplificado para todo tipo de imágenes médicas. DICOM también proporciona una forma para que los usuarios finales de

equipos de imágenes médicas puedan determinar si dos o más dispositivos que requieren comunicarse puedan hacerlo fácilmente para intercambiar información confiablemente.

El Colegio Americano de Radiología (ACR) y la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) en la búsqueda de un medio estándar el cual permitiera a los usuarios de equipos de imágenes médicas digitales (tomografía computarizada, resonancia magnética, medicina nuclear y ultrasonido) unificar los dispositivos de visualización o cualquier otro tipo de dispositivos formaron un comité en el año de 1983. La misión de este grupo (Comisión de estándares de imágenes digitales y comunicaciones ACR-NEMA) era encontrar o desarrollar una interconexión entre equipos de imágenes y cualquier otro equipo médico.

El comité revisó los estándares de interfaces existentes, pero ninguno fue de su agrado. No obstante, rescató diversas ideas en estos estándares como el formato estándar para grabación de imágenes en cinta magnética creado por la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM).

De este formato se tomó la parte del encabezado o header (una descripción de la imagen) y los datos de la identificación de la imagen. También se tomó el concepto de utilización de cadenas de datos de longitud variable identificadas por un "tag" o llave

Después de dos años de trabajo, la primera versión del estándar, ACR-NEMA 300-1985 (ARC-NEMA versión 1.0), se distribuyó en la convención anual de la Sociedad Radiológica de Norte América (RSNA) y fue publicada por NEMA. Se siguió trabajando en este estándar, corrigiendo errores y mejorando deficiencias. En 1988 se publicó la versión 2.0 del estándar.

¹² Eliot L. Siegel, et al *Filmless Radiology*, p.p 311-321

En este mismo año muchos usuarios requirieron interconectar los dispositivos de imágenes con su red pero la versión 2.0 no contemplaba esta situación; por lo que, resolver este problema requirió cambios de fondo en el estándar. Luego de la convención anual de la RSNA y de varias reuniones de trabajo de ACR-NEMA en 1992 para completar el estándar, DICOM fue terminado en septiembre de 1993.

Sin duda alguna, DICOM es el proyecto de estándares para imágenes médicas más ambicioso, aceptado por sociedades profesionales e industriales. Éste es un estándar sumamente complejo por el tamaño de su contenido, pero es aplicable y sumamente útil. DICOM ofrece un rápido soporte y da respuesta a necesidades futuras.

PACS disponibles en el mercado.

Como ya explicamos al inicio de este trabajo, un sistema PACS es un Sistema de almacenamiento de imágenes y comunicación. Las principales ventajas que ofrece un sistema PACS son:

- Visualiza imágenes en estaciones de trabajo remotas, para diagnóstico, reportes y consultas.
- Almacena medios ópticos o magnéticos a través de dispositivos de corto y largo plazo
- Utiliza redes locales y remotas para la comunicación.
- Ofrece un sistema integrado para el usuario final, al relacionarse con los sistemas de información departamental.
- Ahorra tiempo en la consulta, ya que evita desplazamientos del médico.
- Por ende, agiliza el diagnóstico.

- Brinda un mejor diagnóstico, debido a que permite cambiar las tonalidades de la imagen y resaltar el posible problema que aqueja al paciente desde diferentes acercamientos.
- Permite disponibilidad de la imagen multiusuario las 24 horas del día, durante todo el año.
- Disminuye los costos, ya que evita el uso de película radiográfica. También se reducen los costos que implican imprimir los estudios más de una vez.
- Reduce el riesgo por manejo inapropiado o pérdida de la película radiográfica, por parte del paciente.
- Elimina las posibilidades de confusión o extravío de estudios.
- Permite la captura, por computadora, de estudios de pacientes externos, con una calidad similar a la obtenida por medios automáticos.
- Se puede enlazar con equipos destinados al cuidado a la salud ofreciendo un solo sistema integrado para el usuario final.

La habilidad para interpretar la información de los dispositivos de imágenes médicas es crítica para un sistema PACS. La adquisición de información implica mucho más que transmitir bits, a través de una simple red. Los datos de las imágenes médicas deben estar asociados con información adicional para permitir al sistema receptor explotar completamente las imágenes (desplegar, reformatear, procesos de análisis, etcétera.).

Aunque la transferencia de una imagen de un dispositivo a un PACS es necesaria, no es suficiente. Un PACS además de estar enlazado a un Sistema de información de radiología debe estar comunicado a un Sistema de información hospitalaria.

La integridad y la consistencia de los datos entre estos sistemas de información es crítica para el funcionamiento de un equipo de tratamiento médico. Las diferentes modalidades de imágenes médicas deben ser capaces de manejar una clave de paciente; así como, información de identificación del estudio, asociar esta información con grupos de imágenes, y después transmitir tanto los conjuntos de imágenes como la información asociada a los dispositivos de almacenamiento.

Para cumplir con todos estos requerimientos es necesario que las modalidades de imágenes médicas incluyan una interfaz de comunicación de imágenes digitales.

El estándar DICOM es un documento de nueve partes que especifica tanto un perfil compatible con ISO¹³ como un nivel de protocolo estándar industrial TCP/IP

El nivel de soporte a la aplicación es proporcionado tanto por la función de nivel básico de comunicación de la imagen como por la función de interfaz de sistema de información de alto nivel. El nivel de aplicación de definiciones de servicio está soportado por un modelo de datos orientado a objetos.

El estándar DICOM proporciona un mecanismo para los fabricantes que ofrecen compatibilidad, haciendo muy claro que funciones de DICOM están soportadas.

¹³ International Standard Organization

Proveedores de PACS

Hoy en día, hay en el mercado muchos proveedores de sistemas PACS y de otros equipos de reconocido prestigio. Empresas como: General Electric, Kodak, AGFA, Siemens, etcétera; tienen áreas especializadas en tecnologías médicas de muy alto nivel.

Además de las mencionadas, también son proveedores de PACS empresas como : Medasys, Digital Systems, The Medical Systems Group, MedCom, Gorca Technologies y otras más.

En la actualidad existen 187 proveedores¹⁴ de PACS, agrupados en diferentes especialidades. Las categorías en que se agrupan los proveedores son:

- Sistemas de archivo
- Comunicaciones
- Digitalizadores de imágenes
- Visualización
- Informática
- Soluciones de impresión
- Soluciones de vídeo
- Soluciones de Internet (WEB)
- Telemedicina en general
- Sistemas PACS
- Modalidades PACS
- Consultoría y servicios PACS

¹⁴ Fuente: www.dejarnette.com/efinegan/pacsvend.htm.

- Desarrollo y soporte PACS
- Reclutadores de recursos PACS

De las categorías arriba mencionadas, las que están directamente involucradas con el presente trabajo son la de Sistemas PACS y modalidades PACS.

Operación y funcionamiento

1. El Sistema

No hay que ver el sistema PACS como una suma de aparatos interconectados, sino como un medio, un concepto de intercambio de información con base en imágenes, sonido y datos entre médicos, servicios y hospitales.

PACS es un concepto de integración de la información hospitalaria abierto al mundo de la información mundial y de multimedia aplicado al ambiente hospitalario.

2. RIS = Radiology Information System: Sistema de información radiológica

Este sistema se ubica en el departamento de rayos X e imágenes, comprende una base de datos de pacientes, expedientes, entradas y salidas; así como, la base de datos de las imágenes contenidas en el archivo.

3. HIS = Hospital Information System: Sistema de información hospitalaria

Este sistema consiste en una base de datos de los pacientes: de consulta externa u hospitalizados; además incluye registros de entradas y salidas, estadísticas y expedientes.

4. DIS =Development Information System: Sistema de desarrollo de la información

El sistema establece comunicación con los dos anteriores y está encargado de desarrollar estadísticas, informes, programación hospitalaria, etcétera.

Los sistemas RIS, HIS, DIS y los medios ya existentes en un hospital (de enseñanza, de investigación, de estadística y otros más) tienen conexión con PACS, de esta manera PACS ofrece a los usuarios servicios de adquisición, archivo, procesamiento, sonido, señales biológicas, diagnóstico e impresión de imágenes. Por otro lado, también brinda conexión hacia el exterior del hospital: vía redes locales, nacionales e internacionales a hospitales públicos y privados; así como a consultorios médicos, laboratorios de análisis e instituciones como universidades y escuelas (Ver Fig. 2.1)

Otra ventaja que ofrece PACS es la conexión a la base de datos nacional e internacional de revistas, libros, información jurídica, médica, financiera y científica; además del servicio de correo electrónico mundial vía TCP/IP e Internet

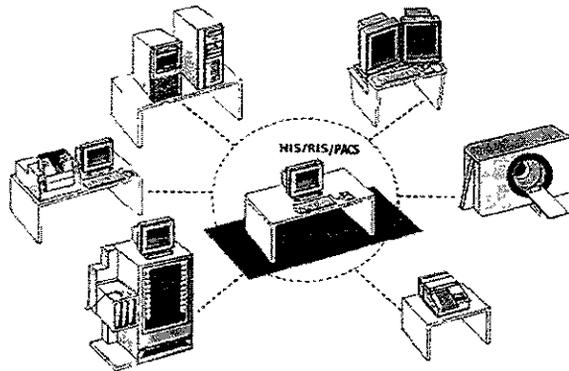


Fig. 2.1 Arquitectura de un sistema hospitalario

El punto fuerte de PACS es el uso de las imágenes. El proceso para utilizarlo es el siguiente:

El primer paso es la digitalización de la imagen a la salida del medio de adquisición (interfaz, digitalizador y otros más).

En el segundo paso, la imagen es transferida hacia un disco duro donde puede permanecer hasta una semana, dentro de un servidor local o dentro de un archivo a mediano plazo. El acceso a estas imágenes tardará algunos segundos.

En el tercer paso, las imágenes son almacenadas en línea dentro de un dispositivo de CD-WORM¹⁵ (tiene mayor capacidad de almacenamiento). El acceso a las imágenes será de algunos minutos.

¹⁵WORM . Write Once, Read Many

En el último paso, los CD-WORM escritos son cambiados dentro del dispositivo por nuevos CD-WORM vírgenes y almacenados en un archivo. Estas imágenes podrán ser consultadas entonces sobre pedido y su tiempo de acceso podrá llegar hasta 24 horas.

5. La Tecnología

Adquisición de las imágenes

PACS como sistema de alta tecnología emplea la tecnología más moderna. La adquisición de datos se puede obtener de diferentes maneras:

Digitalización de placas fotográficas. Es el medio más común en el que la resolución va de 256x256 píxeles en 8 bits hasta 4096x4096 píxeles en 12 ó 16 bits. La velocidad de adquisición puede variar de 2-3 seg. hasta un minuto por placa. Este sistema no es rentable para un hospital; ya que hay que digitalizar una placa ya hecha.

Digitalización vía placas fluorescentes. Es un nuevo medio, introducido hace poco por Siemens y también fabricado por otras marcas. Una placa fluorescente elaborada con metal tratado reemplaza la placa fotográfica en el mismo chasis del aparato. Se toma la placa y luego es leída por un lector láser de alta capacidad, digitalizada por una muy buena resolución (4096 píxeles con 12 bits) con una velocidad de una placa por segundo. Por tal razón, el aparato es caro. No obstante hay una ventaja con este equipo, quita totalmente el uso de placas fotográficas y esto para un hospital representa un ahorro.

Digitalización directa. Muchos aparatos modernos vienen ya con una interfaz digital incluida, lo que permite conectarse directa o indirectamente vía servidor de imágenes a la red de

cómputo del hospital. Esta solución es más barata. Otra opción es tomar la señal directamente desde un monitor de un amplificador de luminancia (o cualquier tipo), a través de una interfaz de adquisición.

Transmisión de las imágenes

En general, las imágenes son comprimidas a la salida de los aparatos y viajan en la red comprimidas. El estándar de compresión y almacenamiento de las imágenes es el ACR/NEMA, dictado por la Sociedad de Norteamérica de Radiología (RSNA).

La tasa de compresión puede variar en función de: la calidad requerida, del tipo de imagen, del aparato que la genera, etcétera. Un buen sistema PACS puede comprimir hasta 1:15 sin perder mucha resolución. La transmisión por la red, casi siempre responde al estándar DICOM 3.0 con TCP/IP.

Por otro lado, considerando el número de usuarios y el tamaño de estas imágenes, se necesita un gran ancho de banda para la red. Lo clásico en uso para PACS es un anillo de fibra óptica FDDI (de 100 Mbps), con ramificaciones UTP (Ethernet de 10 Mbps), lo que permite soportar la velocidad requerida.

Almacenamiento

También debido al número de imágenes y a su tamaño, se requiere una central de archivo muy poderosa. Por lo general, se usa una arquitectura tipo Cliente/Servidor con SuperServidor RISC (SUN, IBM, HP y otros más), acoplado a un dispositivo de 20 a 200 CD-WORM de 1.2 Gb cada

uno; lo que, permite tener hasta 2-3 meses de imágenes en línea. Pasado este tiempo, se almacenan los CD-WORM; no obstante, todavía pueden consultarse las imágenes bajo pedido (información fuera de línea).

Consulta de imágenes

Sobre requerimiento es posible consultar imágenes por medio de una estación de trabajo (desde terminal X hasta estación multiprocesador). La estación debe estar dotada de un paquete de visualización y procesamiento de imágenes.

Una buena estación de trabajo debe permitir procesar las imágenes en tiempo real, con muchas herramientas de software para rotaciones, zoom, contraste, brillo, ROI (region of interest), incrustaciones de imágenes, dibujos y sonidos, coloración de tejidos, impresión, animaciones, reconstrucciones en 3D y 4D (a partir de cortes), cálculo de distancias, ángulos y volúmenes, separación de tejidos, cortes, etcétera.

Entre los comerciantes de este software podríamos citar a: Siemens, CEMAX e ISG; los tres bajo estaciones de trabajo SUN Microsystems. Por otra parte, existen también productos de software que corren en HP e IBM, pero no alcanzan el poder de cálculo de los mencionados porque éstos han sido desarrollados para médicos y hospitales desde el punto de vista ergonómico, capacidad de almacenamiento, de reconstrucciones 3D, de cantidad de herramientas, etcétera.

Conectividad

Un valor adicional importante de los sistemas PACS es la facilidad de conectarse con otros sistemas hospitalarios: HIS, RIS, DIS; es decir, llega a una base de datos distribuida en un hospital. También permite establecer conexiones con Internet o con cualquier otra red internacional de comunicación.

CAPÍTULO III. PACS EN EL CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"

La fuente más común de imágenes radiológicas que se generan en un hospital¹⁶ en un 70 % son los estudios de rayos X. Sin embargo, actualmente se producen imágenes de radiografía computarizada (CR), tomografía computarizada (CT), resonancia magnética (MR), ultrasonido (US), medicina nuclear (NM) y angiografía de sustracción digital (DSA), entre otras, que ocupan el 30% restante (ver fig. 3.1).



Fig. 3.1 Ejemplo de las imágenes más utilizadas en el área de rayos X, de derecha a izquierda: Rayos X, Resonancia Magnética, Reconstrucción 3D y Tomografía Computarizada.

El método tradicional (ver Fig. 3.2) para consultar imágenes médicas consiste en que los diferentes estudios que se le hacen al paciente se realizan en equipos médicos, los cuales cuentan con sus propios medios para generar imágenes. Normalmente por cada equipo médico existe algún dispositivo para extraer la señal (digital o analógica) y mandarla a impresión en placa a través de impresoras que están conectadas directamente a cada uno de ellos.

Además, el proceso de revelado requiere instalaciones adecuadas, así como personal calificado para que realice dicha tarea. Los estudios, una vez impresos, se le entregan al médico para que los evalúe, para ello, todas las placas se deben colocar a contraluz en pequeñas cajas, conocidas como "negatoscopios".

¹⁶ Fuente: ISSSTE Informe anual 98 de la carpeta Informativa del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"

Este análisis, da como resultado que se pueda detectar el posible padecimiento del paciente, así como dar las indicaciones necesarias para su recuperación.

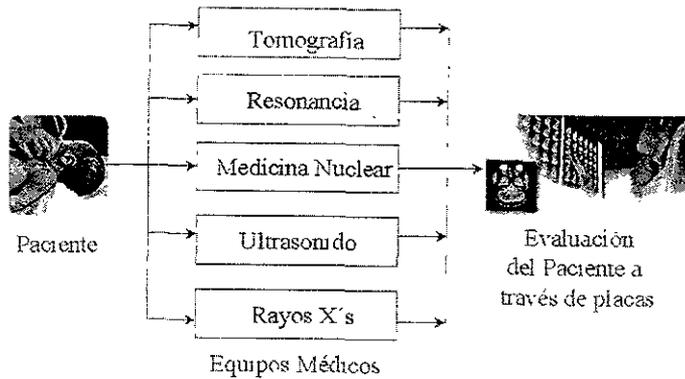


Fig. 3.2 - Esquema tradicional de consulta de imágenes médicas

La gran cantidad de imágenes que se producen para el diagnóstico ha hecho complicado su manejo, principalmente cuando deben imprimirse y archivarse. Una alternativa es el manejo de imágenes digitales a través de dispositivos conectados en red, que en conjunto ofrecen una serie de servicios que dan soporte al trabajo de una área (radiología, en este caso).

No obstante, para obtener una buena aceptación en el medio clínico, debe considerarse la facilidad, la rapidez, la seguridad en el acceso de imágenes y la calidad en su presentación.

Por otro lado, se pueden aprovechar las facilidades de la tecnología actual para ofrecer funciones adicionales, como:

- Mostrar varias imágenes en una misma pantalla
- Procesar imágenes para corregirlas o mejorarlas
- Grabar la voz del médico en la computadora
- Elaboración de diagnósticos médicos por computadora
- Estandarización de la información

Sistema de visualización de imágenes

El *Sistema de Visualización de Imágenes (PACS)* del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" fue creado para funcionar como un sistema de archivo y transmisión de imágenes, el cual trabaja bajo el esquema de arquitectura cliente-servidor¹⁷ (ver Fig. 3.3), lo que permite que los clientes que componen el proyecto, puedan acceder a la Base de Datos del servidor, con lo que se logra que los usuarios en vez de utilizar el esquema tradicional consulten en la misma pantalla de computadora, los datos del paciente, así como los estudios de imagen que se le hayan realizado.

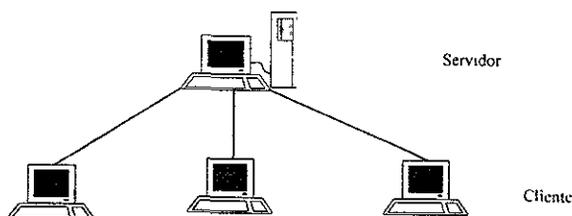


Fig. 3.3.- Configuración cliente-servidor del sistema de visualización de imágenes del CMN "20 de Noviembre"

¹⁷ Tom Sheldon, Enciclopedia de Redes "Networking", p.p. 442-448

Desde el punto de vista médico, la propuesta del Sistema de Visualización de Imágenes consiste en conectar todos los equipos que generan imágenes médicas a la red de cómputo y de ahí hacer la conversión de los formatos propietarios (a través computadoras que trabajan como *intermediarios*) a un formato universal de transmisión de imágenes médicas, conocido como DICOM.

Una vez convertidos se envían a través de la red al servidor principal y se integran al programa de visualización compuesto por un manejador de bases de datos DBMS¹⁸ y un programa llamada **DxMultimodality** de la compañía Medasys¹⁹ (ver Fig. 3.4). La integración de imágenes, se hace de forma automática en el servidor, ya que el sistema cuenta con *programas residentes* en memoria, que constantemente están censando la llegada de datos.

Para el procesamiento de imágenes, el sistema posee herramientas que mejoran la calidad de la imagen; por lo tanto, hay una mejor eficiencia en el diagnóstico. Además permite comparar, analizar y hacer reconstrucciones en tercera dimensión.

Para realizar interpretaciones, permite mostrar automáticamente en pantalla todas las imágenes relacionadas con el estudio de un paciente. Además se facilita la tarea de hacer comparaciones con exámenes previos de diferentes categorías como: medicina nuclear, ultrasonido, tomografía, radiología, resonancia magnética, etcétera.

¹⁸ Korth Henry et all, Fundamentos de Bases de Datos, p.1

¹⁹ Medasys: Compañía que diseñó el Sistema PACS del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", para más información se les puede consultar en la siguiente dirección de Internet <http://www.medasys.com>

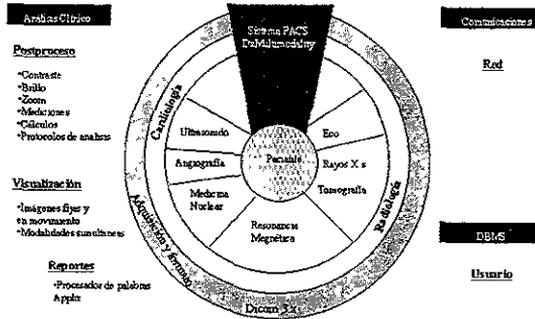


Fig. 3.4 Modelo abstracto del sistema PACS DxMultimodality

El sistema *DxMultimodality* es el encargado de resolver las necesidades de adquisición, procesamiento, almacenamiento, distribución y visualización de imágenes en toda la red (para consulta, interpretación y diagnóstico). También se encarga de realizar las tareas de administración del sistema (respaldos, cuentas de los usuarios, permisos, etc).

Esta combinación, permite que todas las funciones mencionadas anteriormente quedan integradas en la misma pantalla gráfica (ver Fig. 3.5) que se compone básicamente de tres áreas que son:

1. Área de herramientas: es la que permite hacer transformaciones geométricas y de color
2. Área de menús: contiene las opciones para el administrador.
3. Área de negatoscopio: es el lugar en el que se muestran las imágenes.

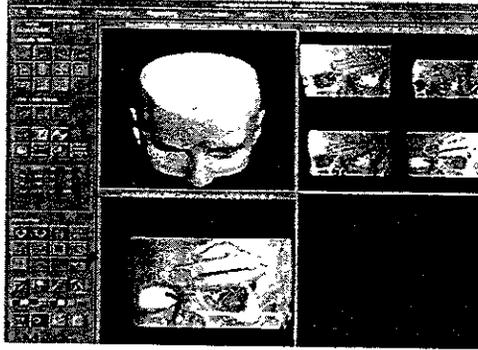


Fig. 3.5 Pantalla principal del programa DxMultimodality

Además, el Sistema de Visualización de Imágenes, integra diferentes recursos informáticos que son estándares en la industria de la computación para sistemas abiertos como (ver Fig. 3.6):

- Unix como sistema operativo
- TCP/IP como protocolo de red
- Oracle/SQL Manejador de la base de datos DBMS

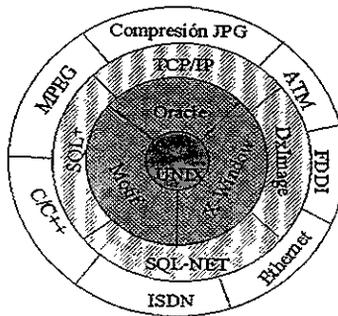


Fig. 3.6.- Estándares de la industria informática que soporta la aplicación

Respecto a cada uno de los equipos que se utilizó para interconectar los equipos médicos, cada uno de ellos cuenta con sus propios programas que son los que permiten comunicarse con el sistema de visualización y enviar los estudios a través de la red. Además de que por sí solos, permiten visualizar imágenes independientemente del Sistema PACS ya que incluyen menús gráficos que facilitan el uso de estos sistemas.

Todos entran dentro de alguna de las plataformas más utilizadas, Macintosh, Windows y Unix, logrando con ello un entorno de computación abierto^{20,21} en el que trabajan juntos el equipo médico, el equipo de cómputo y el equipo de comunicaciones.(ver Fig. 3.7).

En la mayoría de los casos, el fabricante del equipo médico es el mismo que proporcionó el equipo para realizar la interconexión; por ejemplo, Philips, General Electric, SIEMENS, etc. cuentan con sus propias soluciones. En los casos en los que la compañía propietaria no contaba con una solución, se utilizaron soluciones de terceros.

Infraestructura

Como se mencionó en el capítulo anterior, para tener un sistema PACS en operación hacen falta varios componentes: equipo de cómputo, redes y programas de computadora con funciones específicas.

Por tal razón, el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" desde 1993, adquirió los componentes necesarios para crear la infraestructura del sistema tales como. un digitalizador

²⁰ Parker Timothy, *Aprendiendo TCP/IP en 14 días*, p.p 2-4

láser para placas de rayos X, digitalizadores de vídeo, estaciones de trabajo con diferentes características, estaciones de consulta, medios de almacenamiento óptico y magnético, servicios de impresión, infraestructura para servicios de red, servidores de imágenes, un servidor de bases de datos, dispositivos que generan imágenes médicas digitales y servicios de comunicación, entre otros.

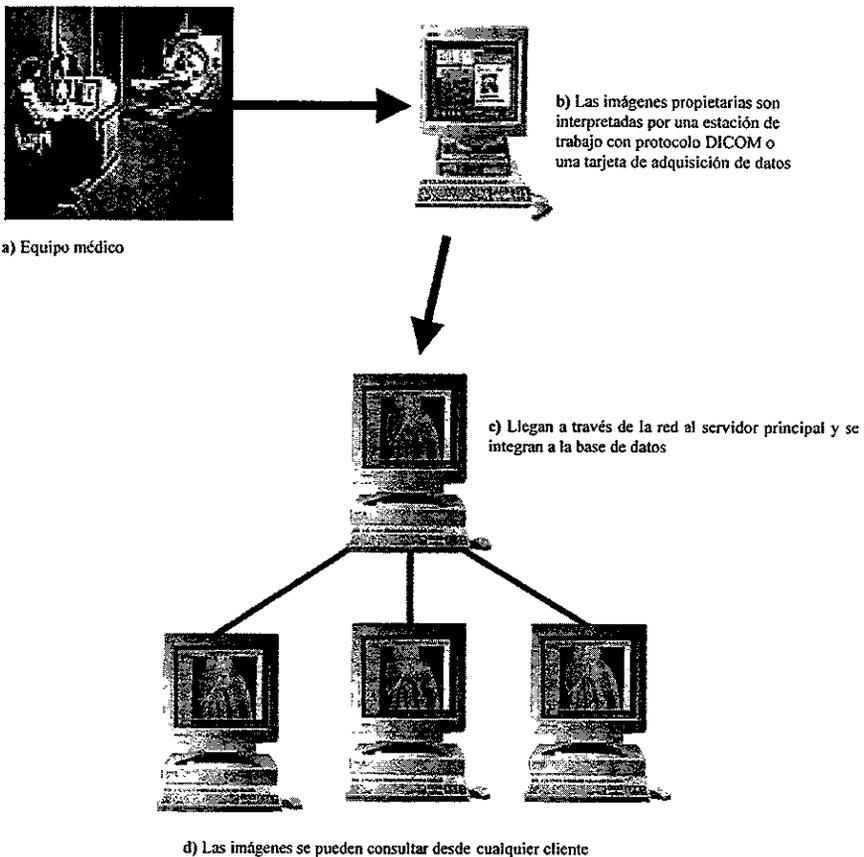


Fig. 3.7 - Esquema de interconexión de equipos médicos al Sistema PACS

²⁾ Tom Sheldon, Enciclopedia de Redes "Networking", p.p. 512-515

En las siguientes secciones explicaremos la infraestructura de PACS en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre".

- La red
- Equipo de Visualización
- Equipos médicos conectados al PACS

La Red

La red constituye la columna vertebral para el buen funcionamiento del sistema PACS, pues sin ella no se podrían compartir imágenes médicas entre las diferentes áreas del hospital.

La red de cableado estructurado²² cuenta con los siguientes recursos:

- Conexión entre edificios a través de fibra óptica
- Distribución horizontal, con par trenzado UTP²³ nivel 5
- Concentradores²⁴ de comunicaciones por piso
- Páneles de parcheo por piso
- Velocidad: Ethernet²⁵ 10 Mbps y FDDI²⁶ 100 Mbps
- Rosetas para conexión directa RJ45

²² Tom Sheldon, Guía de Interoperabilidad, p p. 13-14,42-44

²³ *Ibidem*, p. 15

²⁴ *Ibidem*, p p. 45-48

²⁵ *Ibidem*, p. p. 32-37

En la actualidad, la red del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" es utilizada por:

- El sistema PACS.
- Un sistema de administración hospitalaria que cuenta con 300 usuarios, en el que se lleva el registro del expediente clínico de los pacientes.
- 280 equipos Macintosh conectados a la red y 50 equipos PC.

El sistema PACS no se ha utilizado en su totalidad; por lo tanto, la velocidad de la red no se ha visto afectada. Cuando PACS funcione a su máxima capacidad, el rendimiento²⁷ de los otros sistemas que comparten la misma red puede verse afectado; por lo cual, llegado el momento, será necesario hacer una nueva distribución de los segmentos de red.

Equipo de Visualización

El equipo que utilizan los médicos para consultar imágenes médicas (ver Diagrama de Distribución en el Apéndice "B") consta de:

- 13 estaciones de trabajo HP 9000's series 700's
- 27 terminales gráficas Envizex
- Medios de almacenamiento
- 9 Gb en disco duro
- 1 librería óptica (Jukebox²⁸) con 88 discos ópticos de 1.3 Gb

²⁶ Tom Sheldon, Enciclopedia de Redes "Networking", p.p.486-493

²⁷ Tere Parnell, Guía de Redes de Alta Velocidad, p.p. 3-14

²⁸ Tom Sheldon, Enciclopedia de Redes "Networking", p. 298

Equipo médico conectado al PACS

Los equipos médicos que se integraron al PACS del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" se encuentran descritos en la siguiente tabla:

Equipo Médico	Estudios que maneja	Equipo Médico	Estudios que maneja
1-GE PACS CT	Tomografía	8- Toshiba Xpress	Tomografía
2-GE NM	Medicina Nuclear	9-Shimadzu	Rayos X's
3-Philips Gyroscan MR	Resonancia Magnética	10-Lumiscan	Scanner de Placas
4-Philips Diagnostico	Rayos X's	11-SIEMENS NM	Medicina Nuclear
5-Philips Diagnostico	Rayos X's	12-SIEMENS DSA	Hemodinamia
6-Philips Ultraman	Ultrasonido	13-Toshiba Echo	Ultrasonido
7-GE PACS ETC	Tomografía	14-HP SONOS	Ecocardiografía

Tabla 1 Equipos médicos que se han conectado al sistema PACS desde 1994

CAPÍTULO IV. UTILIZACIÓN DEL SISTEMA PACS EN EL ISSSTE

El proyecto PACS del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" inició a mediados de 1994. Durante ese año se instaló el equipo y se iniciaron las primeras pruebas piloto del sistema.

En esta etapa surgieron varios problemas relacionados con el soporte técnico que necesitaban la intervención de las compañías que vendieron el producto: Medasys en asociación con Hewlett Packard.

En esta etapa, el personal de Informática del Centro Médico, a cargo del proyecto, no podía resolver los problemas por la complejidad de los mismos así que durante la fase de arranque tuvo que recibir asistencia técnica de los vendedores.

El tipo de soporte que se solicitaba a estas compañías se describe en la tabla 2

Compañía	Software	Hardware
HP	Sistema Operativo Unix PACS (básico)	Computadoras HP y sus aditamentos
Medasys	PACS (avanzado)	Equipo para las interfaces

Tabla 2 - Esquema de Soporte Técnico en la fase de inicio del Sistema PACS

En sus inicios, la calidad del soporte técnico no fue satisfactoria, porque en algunas ocasiones, el apoyo era tan complicado, que estas compañías a su vez tenían que solicitar el soporte a sus

matrices en Estados Unidos y Francia; por consiguiente, había retraso en la solución de cada problema.

Principales problemas que provocaron retrasos

Problemas de Software

- **Capacitación:** para realizar el diagnóstico de las fallas, los técnicos especialistas invertían demasiado tiempo por la falta de capacitación en el manejo del sistema.
- **Disponibilidad:** el técnico especializado que conocía a fondo el equipo, en ciertas ocasiones, no se encontraba disponible y era el único que podía resolver el problema.
- **Compañías transnacionales:** estas compañías tienen que esperar instrucciones y soporte desde las oficinas matrices que se encuentran en otros países.
- **Dependencia:** ante la subordinación de unas compañías a otras, los retrasos de unas les pueden ocasionar retrasos a las otras.
- **Soporte externo:** el soporte se da desde otros países, y/o tiene que pasar por terceros, hay una gran cantidad de personal técnico involucrado.
- **Cambio de versión:** la versión original del sistema PACS sufrió una actualización radical que aportó muchas mejoras, pero en la que las pantallas se modificaron, por lo cual se tuvo que volver a capacitar nuevamente al personal ocasionando un serio retraso

Problemas de Hardware

- **Lumiscan:** con el cambio de versión del software, el Lumiscan quedó fuera de servicio debido a una falla que tardó varias semanas en repararse.
- **Disco Duro:** el sistema, en general, ha tenido retrasos por largos periodos de tiempo, a causa de fallas en los discos duros.
- **Velocidad de acceso a través de la red:** cuando el sistema está trabajando al 100% de su capacidad, una serie de imágenes tarda en aparecer de 30 segundos a 1 minuto 30 segundos. Sin embargo, el tiempo de repuesta depende de los siguientes factores:
 - 1 El tráfico en la red
 2. La resolución de las imágenes (tamaño del archivo)
 3. La ubicación de las imágenes, ya que pueden estar en disco duro o en disco óptico (antigüedad mayor a una semana), siendo más rápido para el primer caso y más lento para el último.
- **Refacciones:** ante la falta de piezas en México se solicitaban al extranjero; como consecuencia, había que esperar dos o más días por los trámites administrativos en las aduanas.
- **Refacciones equivocadas:** después de la espera, en algunas ocasiones, la refacción no correspondía al equipo y se tenían que solicitar nuevamente.

Problemas por parte del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"

- **Definición del requerimiento:** el usuario final, desde un principio, no precisó claramente sus necesidades hacia el sistema; ya que, fueron cambiando los requerimientos de interfaces y ubicación de los equipos. Por consiguiente hubo pérdida de tiempo en la instalación y en la configuración de dichas interfaces.
- **Problemas administrativos:** se tuvieron problemas administrativos con los contratos de mantenimiento entre algunas compañías y el ISSSTE.
- **Falta de recursos económicos:** al ser una institución de gobierno, hay carencia de medios para comprar material de consumo como discos ópticos; los cuales se requieren para evitar la sobresaturación del sistema.
- **Desconfianza:** la puesta en marcha del proyecto fue muy larga. Algunos médicos dudaron del éxito del proyecto por los problemas presentados durante el periodo de pruebas, y consideraban una pérdida de tiempo el aprendizaje de éste.
- **Falta de capacitación al personal médico:** el personal médico es renuente a utilizar el sistema, bajo el argumento de que falta capacitación para su utilización y de que se carece de instructivos que permitan un manejo más eficiente. En un inicio, la capacitación se impartió principalmente a los médicos residentes.
- **Independencia de las bases de datos:** las bases de datos que maneja PACS y la de los expedientes médicos (SIAH²⁹) no están unidas, así que se debe entrar por separado.
- **Calidad de algunos estudios:** la calidad de los estudios, en particular de los que utilizan ultrasonido no es la óptima, dado que no existe una interfaz directa hacia el

²⁹ Ver Capítulo 1, p p 10

equipo de cómputo, se usa como intermediario una cinta de video. Esto reduce la calidad en la generación de la imagen recibida en los equipos médicos.

- **Rechazo al proceso de captura de video:** el personal médico técnico no acepta el procedimiento para capturar video; ellos comentan que se pierde tiempo y no cuentan con ayuda en la captura de la información, lo cual implica un trabajo extra en vez de simplificarlo.
- **Desconocimiento del manejo de equipo de cómputo:** un alto porcentaje del personal médico no está familiarizado con el uso de computadoras y prefiere no tener problemas con el manejo del equipo.
- **Resistencia al cambio:** aproximadamente un 50% de los médicos se niegan a utilizar el sistema, son médicos que están en contra de la tecnología y prefieren los métodos tradicionales, ya dominados por ellos.

Evolución del Sistema

La operación del sistema PACS en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" ha pasado por diferentes etapas, las cuales mencionaremos brevemente:

1. Instalación física de los equipos del proyecto original PACS.

En julio de 1994 se levantó información de cada uno de los equipos involucrados y se comenzaron los trabajos de cableado de la red de radiología.

En esta etapa se instalaron las 12 estaciones de trabajo y las 27 estaciones terminales gráficas con las que contaba el proyecto original. Se hizo una distribución de equipo pensando en

satisfacer las necesidades del mayor número de usuarios (dejando abierta la posibilidad de reubicar a futuro algún equipo, dependiendo de las necesidades de los médicos)

2. Instalación del software de Medasys.

Una vez concluida, la instalación física de la mayoría de las estaciones de trabajo y de las terminales, Medasys inició la segunda etapa del proyecto con la instalación y configuración de su software en cada una de las estaciones de trabajo.

La primera interconexión que realizó Medasys, fue el scanner Lumiscan³⁰, éste permitió la captura de una gran cantidad de placas; así como, la instalación de una tarjeta de adquisición de video para el equipo ATL de ultrasonido (ver Fig. 4.1)



Fig 4 1 - Lumiscan primer equipo médico que se conectó al Sistema PACS en 1994

³⁰ Scanner de placas creado por la compañía Lumisys (www.lumisys.com)

3. Capacitación técnica para el manejo del sistema al personal de la coordinación de informática.

Tanto en la etapa uno como en la etapa dos del proyecto, que comprendió las visitas de Medasys y Hewlett Packard, el personal de la coordinación de informática estuvo al tanto en cada una de las instalaciones realizadas por los ingenieros de ambas compañías

En un futuro, será necesaria una capacitación formal al personal de la Coordinación de Informática por parte de ambas compañías, que cubra aspectos de Software y Hardware.

4. Instalación y conexión de los equipos de las interfaces.

La interconexión de los equipos médicos fue muy complicada ya que era preciso hacer transparente el proceso a los ojos del usuario, para lo cual había que traducir el lenguaje de los equipos médicos a lenguaje de las computadoras, a fin de que los equipos pudieran compartir la información que generaran, sin importar marca, modelo ni plataforma donde trabajaran

Cuando se inició el proyecto, aún no entraba en funcionamiento un lenguaje estándar para el manejo de imágenes entre equipos médicos y de cómputo, esta situación, por desgracia, no fue considerada desde un principio, lo que suscitó un problema de incompatibilidad, que a su vez, constituyó también un punto crítico, debido a que el proveedor se había comprometido a tener el proyecto funcionando en un año, a partir de la fecha de entrega del equipo.

Afortunadamente, el proyecto pudo llevarse a cabo gracias a la salida al mercado del protocolo estándar para manejo de imágenes médicas DICOM³¹, un estándar sumamente complejo por el tamaño de su contenido, pero sumamente útil, ya que ofrece un correcto balance para los productos actuales y un fundamento sólido que asegura la habilidad para evolucionar en respuesta a las necesidades futuras.

El sistema PACS pertenece a la tecnología de punta; por lo tanto era de esperarse que se presentaran este tipo de problemas; sobre todo, cuando el sistema tratara de integrar información de diferentes equipos y diferentes marcas en un solo sistema.

Los principales problemas a los que se enfrentó este proyecto al tratar de interconectar los equipos médicos fueron:

1. Falta de colaboración entre algunas compañías que venden equipos médicos por:
 - Secretos tecnológicos
 - Rivalidad
 - Desinterés
 - Lucro

2. La tecnología para enlazar algunos equipos no estaba disponible al inicio del proyecto:
 - Por tratarse de tecnología innovadora, no se contaba en México con personal altamente capacitado para instalar los equipos de una manera rápida y confiable.
 - Falta de disponibilidad por parte de los ingenieros para atender los problemas técnicos.

³¹ Ver Capítulo 2

Creación del Comité del Sistema PACS

Desde el inicio del proyecto se consideró necesario que este proyecto necesitaba un equipo *multidisciplinario*, fue así como se creó el Comité del sistema PACS, para dar seguimiento al avance del proyecto y para normar el uso del sistema, formándolo con:

- Representantes del personal médico de diferentes áreas
- Personal de la Coordinación de Informática
- Personal de la compañía Hewlett Packard

CAPÍTULO V. CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN.

Utilizar la computadora como elemento de trabajo constituye un adelanto inquietante, para algunos. Por una parte, encierra una gran promesa la gama de actividades instructivas disponibles; por otra parte surgen dificultades obvias antes que podamos darnos cuenta de sus beneficios.

Son muchos los beneficios por obtener, pero resulta difícil darse cuenta de su potencial porque la comunicación entre el médico y la computadora es limitada.

Generalmente, el médico obtiene la información de un paciente en modo secuencial mediante entrevista, examen físico y pruebas médicas. Es preciso integrar estos elementos para tener la historia clínica en la computadora.

Dentro del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"; así como, en el mundo de la medicina, los sistemas de cómputo abarcan una extensa parte de los elementos para el diagnóstico de los padecimientos de los pacientes, pero el número de los casos que se pueden relacionar con una revisión de sistemas hombre-computadora es limitado.

En los diagnósticos médicos es fundamental la toma de decisiones, puesto que los médicos tienen que escoger tratamientos y han de elegir la prueba más apropiada para clarificar su propia comprensión de los problemas del paciente

La estrategia a seguir es muy importante debido a la discriminación de las hipótesis generadas. Así, la secuencia de pruebas o tratamientos que componen una estrategia se pueden modificar a medida que se dispone de nueva información.³²

Por lo antes expuesto, el hecho de que los médicos aprendan a usar el sistema PACS, les brindará un elemento más para poder medir las ventajas y desventajas de una decisión y el resultado sea benéfico para el paciente.

A continuación, se explica el proyecto de capacitación propuesto para el aprendizaje del sistema PACS.

Capacitación del personal

Se debe realizar un curso de capacitación para el personal involucrado con el uso del sistema. Es necesario desarrollar un calendario de trabajo donde se indique lugar, fecha de inicio y término, medios disponibles y personas que impartirán y recibirán la capacitación³³.

Los principales aspectos a mostrar en la formación del usuario son los siguientes :

- Estructura general del sistema
- Listados e informes que se obtienen
- Imágenes que se obtienen
- Documentos de entrada de datos

³² Bares Michel, La búsqueda documental en el contexto telemático

³³ Anas Galicia, Fernando, Capacitación para la competitividad y la colaboración

- Utilización del manual del usuario
- Utilización del tutorial de capacitación

Es necesario proporcionarles la información correcta y eficaz del sistema a los médicos.

Nuestra propuesta de los temas que deben integrar el curso de capacitación del sistema PACS se presenta a continuación.

Temario

El temario que se propone para el curso de capacitación es el siguiente :

Introducción

I. Definiciones generales

1. Concepto PACS
2. Beneficios
3. PACS en el hospital Centro Médico 20 de Noviembre
4. Conceptos básicos de computación

II. Uso del sistema

1. Seguridad de acceso
2. Definición de la pantalla principal
3. Consulta de estudios
 - a) Opciones de consulta
 - b) Clasificación de estudios
4. Las herramientas del sistema

- a) Presentación de las imágenes
- b) Ajustes de brillo y contraste
- c) Movimientos de las imágenes
- d) Opciones avanzadas
- 5 El área de trabajo
 - a) Funciones
- 6 El área de menús
 - a) Opciones
 - b) Estadísticas
- 7. Salir del sistema
- III. Laboratorio de prácticas
 - 1. Diagnóstico con una imagen normal
 - 2. Diagnóstico con una imagen con movimiento
 - 3. Diagnóstico utilizando coloreado o contraste
- IV. Uso del tutorial
- V Evaluación y conclusiones

También debemos evitar las críticas más comunes sobre los cursos de capacitación³⁴, que son :

- Están mal organizados,
- Existe dificultad en el manejo del sistema,
- Falta de claridad en la exposición del sistema,
- No cubre o contempla las necesidades del usuario,
- No se explica la utilidad y comprensión de la documentación del sistema.

³⁴ Castro Herrera, Benjamín. Capacitación

Además del curso de capacitación, es necesario crear un manual de usuario, así como un tutorial de capacitación (software de ayuda) para el aprendizaje del sistema PACS.

El tutorial se desarrolló con herramientas que permiten que pueda ser utilizado a través de Internet. El curso de capacitación, el tutorial y el manual del usuario son el complemento del sistema.

Manual del usuario

Los manuales son documentos de carácter organizacional muy comunes, con los cuales la mayoría de las personas ha tenido contacto. El manual del usuario expone los procesos que se pueden realizar con el sistema implantado. Por tal razón es necesario que se detallen todas y cada una de las características de los sistemas y la forma de acceder e introducir información³⁵.

El manual del usuario debe contener al menos dos partes:

I. Descripción funcional del sistema

Describe las posibilidades del sistema mediante pequeños ejemplos. La descripción funcional no debe entrar en detalles, ni necesita cubrir todas las características del sistema, sino que debe proporcionar una visión general

³⁵ Fairley Richard, Ingeniería de software

II. Manual de referencia

Es el documento definitivo y de cara al usuario, debe ser completo. Este manual parte de que el usuario ya conoce la parte anterior. Describe con detalle las cualidades del sistema y su utilización. Es un importante soporte para el uso diario del sistema.

Importancia del manual del usuario

Al usuario no le sirve de mucho tener un buen sistema informativo si no sabe cómo aprender a manejarlo³⁶.

El manual del usuario resuelve este problema, ya que facilita el conocimiento de:

- Los documentos o datos a los que se puede dar entrada por computadora
- Los formatos de los documentos de entrada y salida de datos
- Las operaciones que realiza la computadora con los datos introducidos
- La forma en que se debe solicitar una operación deseada.

En ocasiones, el usuario no sigue los pasos indicados por el manual porque considera que el proceso es largo y tedioso. Esta situación se produce cuando el manual no explica al usuario cuáles pueden ser las ventajas de cumplir las normas establecidas y cuando el manual es muy detallado y desarrollado, ya que puede producir cansancio y desinterés en el usuario.

³⁶ Hartman, W , Manual de los sistemas de información

Un manual de usuario debe conseguir, principalmente, los siguientes objetivos.

- Que el usuario sepa preparar los datos de entrada.
- Que el usuario aprenda a obtener los resultados y los datos de salida
- Servir como manual de aprendizaje.
- Servir como manual de referencia.
- Definir todas las acciones que deba realizar el usuario
- Informar al usuario de la respuesta adecuada a cada mensaje

Al elaborar el manual deben de tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Dependiendo del tamaño del sistema, los documentos destinados al usuario se pueden proporcionar por separado o reunidos en uno o más volúmenes.
- Los sistemas de ayuda en línea, que contienen información breve acerca del sistema evitan que el usuario pierda tiempo en consultar manuales.
- Es muy importante tomar en cuenta a quién va dirigido, es decir, el manual puede ser manejado desde el director de la empresa hasta el introductor de los datos. Por consiguiente, debe redactarse de forma clara y sencilla para que lo entienda cualquier tipo de usuario.
- Tener a una persona o a un grupo de personas responsables de la producción y del mantenimiento, así como de su actualización.
- Recordar que un buen manual se utiliza como referencia

Estilo de redacción de los manuales

- Es conveniente redactar los manuales con un enfoque directo y estandarizado
- Utilizar formas gramaticales activas en vez de pasivas.
- No emplear frases largas que presenten hechos distintos
- No citar a una información solamente con el número de referencia
- Si determinada descripción es compleja, debe repetirse
- Ser concreto, lo importante no es la cantidad de información, sino la calidad
- Ser preciso y definir los términos utilizados, si se escribe para lectores con poco o ningún conocimiento de la terminología de computación, se debe proporcionar un glosario con dicho documento
- Utilizar párrafos cortos, es conveniente que un párrafo no contenga más de siete frases
- Utilizar títulos y subtítulos
- Usar construcciones gramaticales y ortografía correctas.

CAPÍTULO VI. TECNOLOGÍA EMPLEADA PARA LA REALIZACIÓN DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN

En la propuesta original de la presente tesis, planteamos la idea de que los médicos pudieran consultar el tutorial desde cualquiera de los 40 equipos del proyecto PACS, es decir, se instalaría un navegador (para Unix) en cada una de las estaciones de trabajo para que en forma simultánea al Sistema de Visualización de Imágenes médicas, se fuera consultando una serie de páginas Web instaladas en cada uno de los discos duros de los servidores principales.

Además, en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" se cuenta con sistemas de cómputo que corren bajo diferentes plataformas como son UNIX (40 estaciones de visualización del proyecto PACS), Macintosh (280 equipos) y PC (50 Computadoras Personales).

Partiendo de este hecho y de que las actualizaciones al Tutorial serían demasiado complejas si se dejaban copias de éste en cada una de las estaciones de trabajo, se concluyó que para un mejor aprovechamiento de los recursos, las herramientas más adecuadas, deberían ser aquellas que pudieran integrar un ambiente multiplataforma de una forma sencilla, tal y como se hace en Internet

La decisión respecto al uso de la tecnología WEB para el desarrollo de nuestro sistema de capacitación, se basó en las siguientes consideraciones:

- Acceso Global .- Permite tener acceso al tutorial desde cualquier lugar de una red global bajo TCP/IP, como Internet, o bien en una red privada.
- Facilidad de uso .- Los diferentes temas son accesados al presionar solamente un botón, a través de una liga de hipertexto.

- Flexibilidad - Los usuarios pueden acceder varios tipos diferentes de servidores y pueden reconocer cualquier tipo de archivo.
- Comunicación multiplataforma - Los navegadores (browsers) de web corriendo sobre plataformas UNIX, Windows NT, Mac o PC, pueden acceder y leer los mismos datos de forma idéntica, sin necesidad de crear una versión diferente para cada plataforma.

La principal herramienta para formatear y presentar documentos en un browser de web es un lenguaje llamado HTML (Hypertext Markup Language), el cual proviene de otro lenguaje llamado SGML (Standard Generalized Markup Language), el cual ha sido usado como un medio abierto de intercambio de documentos por la industria y el gobierno³⁷.

HTML proporciona una forma relativamente simple de marcar los componentes del formato de un documento, de modo que pueda ser visualizado apropiadamente por una herramienta de visualización, como Netscape o Windows Explorer.

Servidor de páginas Web

El análisis de tecnologías, nos llevó a proponer un Servidor de Páginas Web Apache 1.2.4 (ver Fig 6.1) corriendo bajo sistema operativo Linux (Red Hat 6.0).

Seleccionamos el Sistema Operativo Linux debido a que actualmente es uno de los sistemas operativos más versátiles y estables, además de ser ideal para proyectos que cuentan con bajo

³⁷ Lemay Laura, Aprendiendo HTML 4 para WEB en una semana

presupuesto, pero que persiguen un nivel de desempeño igual o mejor al que podría brindar, por ejemplo, Windows NT.

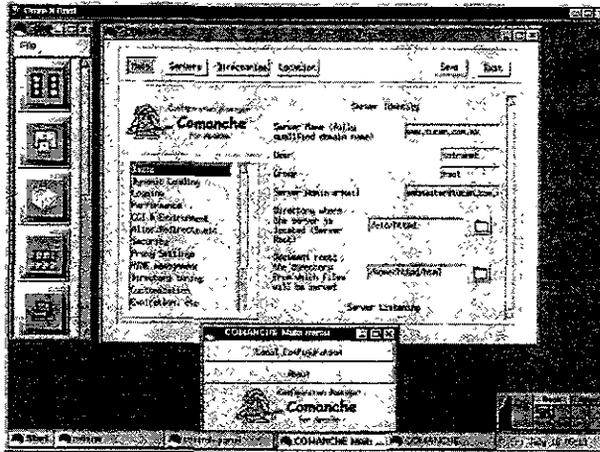


Fig 6.1 Pantalla de Configuración del Servidor Web Apache corriendo bajo Linux

El servidor de páginas Web, es el encargado de proporcionar a los usuarios la información contenida en las páginas del tutorial desarrolladas en lenguaje HTML al que pueden acceder desde sus diferentes equipos, a través de un Navegador como puede ser Netscape o Internet Explorer.

El intercambio de información entre el servidor de páginas web y los Navegadores se lleva a cabo gracias a la utilización del protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). De esta manera, automáticamente extendimos el alcance de las consultas a más de 40 equipos, ya que ahora se pueden incluir los equipos PC y Macintosh mencionados anteriormente, incluyendo los

usuarios potenciales de internet ya que el Servidor Linux quedó configurado como ruteador utilizando enmascaramiento³⁸ de direcciones IP.

El ruteo y el enmascaramiento es una forma muy utilizada cuando se quiere conectar una red (LAN³⁹) hacia Internet. En un escenario típico para un servidor Linux, el principal requisito es contar tanto con una tarjeta de red como con un módem instalados en el mismo equipo.

De esta forma el servidor Linux trabajará como una compuerta entre la red local y el proveedor de servicios de internet.

Clientes X para visualización del Sistema de Imágenes Médicas

El desarrollo de la presente tesis (además de la información proporcionada por el Tutorial) nos llevó a tratar de ampliar un poco más el alcance del Sistema PACS, esto se pudo lograr debido a que es una aplicación completamente orientada a imágenes médicas trabajando bajo Sistema Operativo UNIX y que cumple con el estándar gráfico X Window/Motif.

Actualmente, existen en el mercado, programas de cómputo que se conectan como clientes X desde plataformas Mac y PC logrando de esta forma, que el usuario común y corriente, pueda ver desde su computadora personal (cliente X), exactamente lo que podría ver en una sofisticada estación de trabajo UNIX, sin necesidad de estar frente a la pantalla del servidor.

³⁸ Barkakati Naba Red Hat Linux Secrets, p p 572-573

³⁹ LAN: Local Area Network

De entre los muchos Clientes X elegimos el programa Omni-X para PC y eXodus para Macintosh, en las figuras 6.2 y 6.3 se muestran ejemplos de ambos clientes corriendo una sesión típica Linux de Xfree86 (versión X Window para Linux).

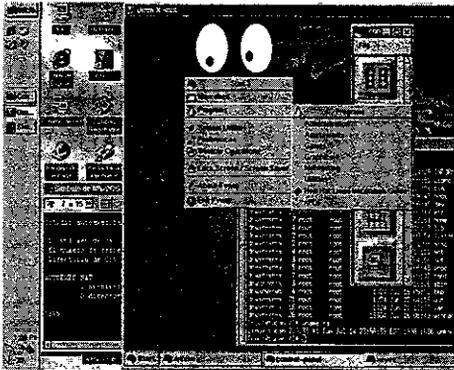


Fig. 6.2 Sesión Linux desde Windows 95 con el cliente Omni-X⁴⁰

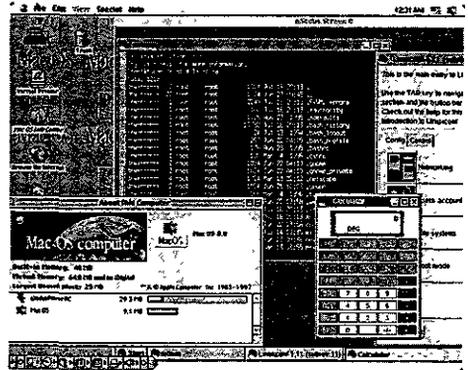


Fig. 6.3 Sesión Linux desde Mac OS 8.1 con el Cliente eXodus⁴¹

Herramientas para mejorar el Sitio Web

Conforme va creciendo la demanda de páginas Web para Internet e Intranets, el desarrollo de los sitios Web ha ido creciendo en nivel de complejidad interna, pero por otra parte, a la vista del usuario deben ser amigables y fáciles de usar. Es en este momento en el que muchos Ingenieros, deben reconocer la necesidad de apoyarse en una área de Diseño Gráfico para darle una presencia más atractiva a su sitio Web, cuestionable o no, es una realidad de la que no podemos escapar.

⁴⁰ Para más información sobre Omni-X: <http://www.xlink.com>

⁴¹ Página Web del Sitio Web para descargar y/o comprar exodus: <http://www.wpine.com>

Las páginas Web se pueden crear usando un editor de textos (basta con WordPad de Windows, Simple Text de Mac o Vi de Unix) y un navegador para ver el resultado final. El desarrollo inicial del Tutorial siguió este enfoque, en el que programamos directamente archivo por archivo en los lenguajes HTML, JavaScript , Java, etc., creando las ligas necesarias y verificando los resultados en nuestros navegadores.

Esto nos llevo a obtener un resultado completamente aceptable en términos técnicos pero que necesitaba un toque de diseño gráfico, de ahí que hayamos tenido que conjuntar la programación directa junto con herramientas de diseño de páginas Web WYSIWYG (*What You See It What You Get*), que más que la programación, lo que se aprovecha es la serie de herramientas de diseño gráfico con las que cuenta para hacer las páginas Web, sumamente atractivas para el usuario final y que son muy útiles cuando no se cuenta con presupuesto para pagar un equipo de diseñadores gráficos.



NetObjects

La herramienta seleccionada como parte del "equipo de apoyo gráfico" para nuestro proyecto, fue el producto NetObjects Fusion 4.0 para Windows 95 (ver figura 6.4)

Además de que permite integrar los módulos que ya se tenían programados en HTML cuenta con plantillas y botones que producen resultados muy atractivos a la vista, logrando que el resultado final además de ser funcional, sea llamativo para el usuario final.

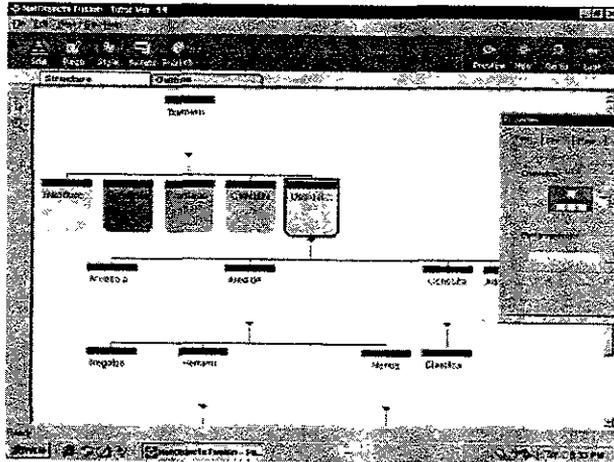


Fig. 6.4 Vista general del Sitio Web desde NetObjects

En las figuras 6.5 y 6.6 hacemos un comparativo de antes y después de usar la herramienta NetObjects.

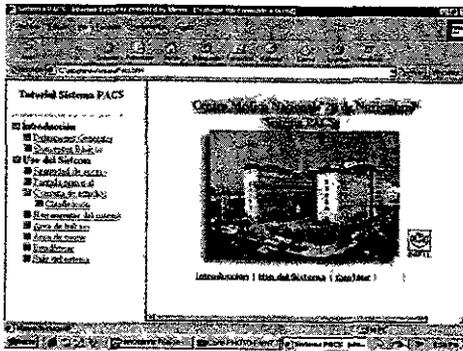


Fig. 6.5 Antes - Sitio Web programado directamente con HTML y un editor de texto

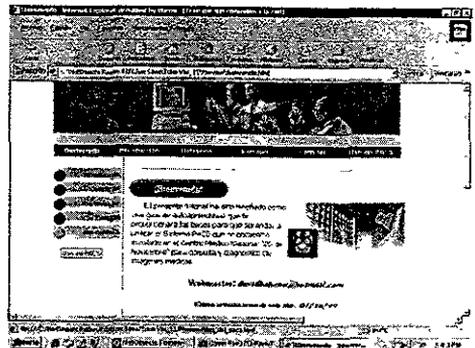


Fig. 6.6 Después - Sitio Web mejorado visualmente con la herramienta NetObjects Fusion 4.0

Nótese que en la figura 6.5, se muestra el sitio Web construido con un editor de texto simple (WordPad) en el que lo más destaca es el uso de Frames.

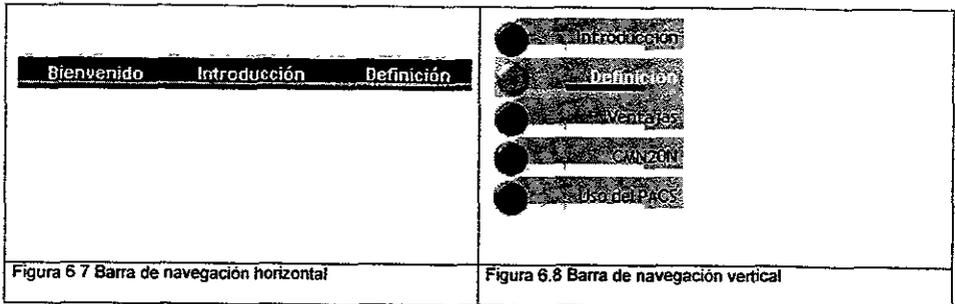
En uno de los recuadros aparece en todo momento un menú desplegable en texto simple (con subopciones, para los casos en los que había submenús) desde el que se elegían las diferentes ligas de interés, mientras que en el otro recuadro iba apareciendo la descripción de la página Web seleccionada.

Uno de los principales problemas que representó este enfoque (uso de frames), fue el de la navegación, ya que a pesar de ser funcional, la respuesta de los usuarios no siempre era la deseada ya que dependiendo del nivel de cultura informática, el uso de los menús y submenús no siempre lograba ser obvio para el usuario.

Por otra parte, en la figura 6.6 se puede ver el resultado final obtenido después de utilizar el programa NetObjects, aunque visualmente se sigue teniendo el esquema de uso de frames, lo más destacado es que ya no se utilizan.

En lugar de menús en forma de texto se utilizan botones cuyo uso tiende a ser más natural (incluso para los usuarios inexpertos) además de que visualmente son más llamativos.

Para la navegación el tutorial se apoya con dos barras de navegación, una horizontal (ver figura 6.7) que representa a las opciones más generales y que no cambian, y otra vertical (ver figura 6.8), que dependiendo del contexto va cambiando y se va adaptando al contenido de la página Web.



Editor de código HTML

Otra herramienta de apoyo utilizada para el desarrollo del sitio Web, fue un editor de HTML, que ha diferencia de un editor de texto normal, incluye herramientas que facilitan la programación de páginas Web. La herramienta utilizada fue el programa HOMESITE de la compañía Allaire, la cual permite detectar errores de programación en HTML y JavaScript, muy parecido a los editores de código para Visual C++, Visual Basic, etc. Una de los aspectos más destacadas es que se puede acceder a las páginas Web de interés a través de la red, desde otro equipo y modificar el código directamente en el Servidor Web, logrando que los cambios, pruebas y resultados se puedan ver desde el punto de vista del usuario final (Fig 6.9).

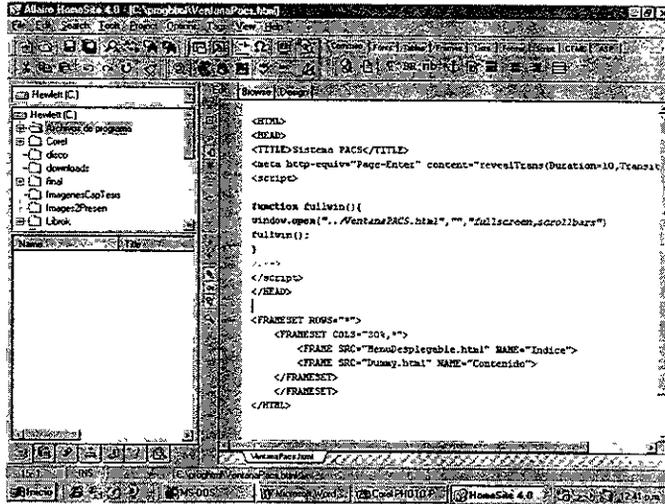


Fig 6 9 Pantalla del editor de código HTML HOMESITE

Módulo de auto-evaluación.

Cuando el usuario termine su recorrido por el tutorial, tendrá la opción de realizar un examen de auto-evaluación, para medir su aprendizaje, a través del cual deberá llenar un cuestionario referente al sistema.

Esto se desarrolló a través de formularios ya que son una de las estructuras más populares para coleccionar información en Internet⁴², ya que se pueden hacer formas con simples preguntas de Si/No, o bien registrando información más completa.

⁴² Surfas, Brown & Jung et al . Using Intranet HTML, pp 514

Después de que el usuario llena su examen (formulario), los datos se envían a un script, el cual es un programa corto que está escrito específicamente para evaluar el contenido del formulario y regresar un resultado o calificación al alumno.

Para el desarrollo de estos scripts se utilizó CGI (Common Gateway Interfase), que es una herramienta para ejecutar programas con funciones específicas⁴³. En nuestro caso, su función es la de evaluar las respuestas del examen y proporcionar una calificación (ver Fig. 6.10)

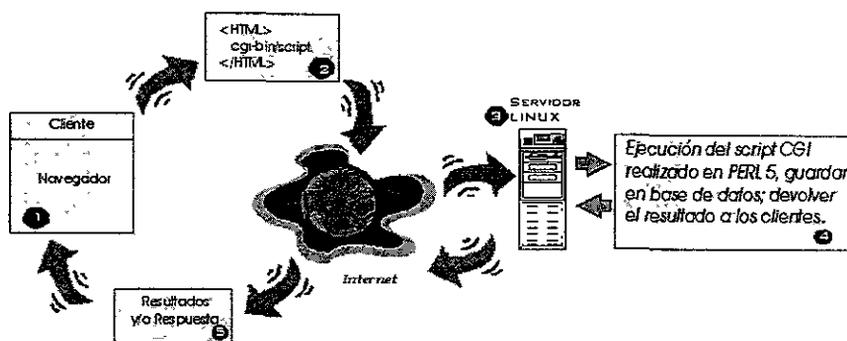


Fig. 6.10 Diagrama de la forma en la que se procesan los Scripts CGI

Para desarrollar los programas a ejecutar bajo CGI, se puede elegir entre diversos lenguajes de programación, que pueden ser : C, C++, Perl, Visual Basic, etc.

Para el desarrollo de nuestro programa de evaluación, elegimos Perl, ya que es compatible con Unix y Linux, y tiene herramientas de conectividad con bases de datos, como Oracle, Informix, Sybase, por mencionar algunas..

⁴³ Zimmerman, Scott, Kit de construcción de sitios WEB para Windows 95, pp 140

Perl tiene la fuerza y flexibilidad de un lenguaje de alto nivel como C⁴⁴. Además, no requiere compilarse ni ligarse para producir un código ejecutable. Todo lo que se tiene que hacer es escribir el programa y decirle a Perl que lo ejecute. Esto significa que es ideal para producir soluciones rápidas para pequeños problemas de programación.

Otra característica importante es que Perl es gratuito. La versión de Perl que utilizamos es la 5.

Los programas CGI corren en el servidor al ser invocados por el navegador mediante el código HTML, al momento en que el usuario presiona un botón de la página WEB. En el tutorial, el programa CGI se ejecuta cuando el usuario presiona el botón de "Evaluar".

Integración de Tecnología

En el Apéndice "C" muestra como se integro toda la tecnología descrita en este capítulo.

⁴⁴ Till, David. Perl 5 in 21 days pp. 4,5

CONCLUSIONES

Para evaluar el sistema de capacitación se tomó un espacio muestral de 20 médicos del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre".

Aunque el centro cuenta con un planta de aproximadamente 800 doctores, un elemento importante es que actualmente se tienen instalados 40 equipos que pueden acceder al sistema PACS, distribuidos estratégicamente en 40 áreas del hospital, y en cada área están asignados 2 ó 3 médicos de planta, lo cual nos da una población total de entre 90 y 110 usuarios potenciales del sistema PACS. Por esta razón, el espacio muestral de 20 médicos es razonable para la evaluación del sistema de capacitación.

Los resultados obtenidos de la evaluación se resumen en la siguiente tabla:

El sistema de capacitación ...	Sí	No
Es fácil de entender	18	2
Es fácil de usar (amigable)	16	4
Es una herramienta útil para aprender a utilizar el sistema PACS	17	3
Tiene una secuencia ordenada de pasos	18	2
Es agradable a la vista	19	1
Tiene suficiente información respecto a lo que trata de enseñar	18	2

CONCLUSIONES

Utiliza términos simples, no ambiguos y claros	18	2
Tiene buena calidad en las imágenes que presenta	16	4
Proporciona confianza para empezar a utilizar el sistema PACS	19	1
Es innovador	20	0
Considera que es más fácil aprender a utilizar el sistema PACS por medio del sistema de capacitación que directamente en la terminal de PACS?	18	2

De los resultados mostrados en la tabla anterior, podemos concluir lo siguiente :

De 11 puntos evaluados, el porcentaje promedio de resultados a favor del sistema de capacitación es del 89.54 %.

El último punto que se evaluó , el cual es el punto medular de esta tesis, tuvo una aceptación del 90%.

Finalmente podemos decir que la tecnología informática nos proporciona herramientas que, empleadas correctamente, son de gran utilidad para las personas que no están familiarizadas con el cada vez más amplio y dinámico mundo de la computación.

Utilizando Internet, HTML, JavaScript, NetObjects, fotografía y videos digitales, hemos desarrollado un sistema de capacitación, con el cual logramos que un grupo de médicos tengan al menos los conocimientos básicos para utilizar el sistema PACS del Centro Médico Nacional

"20 de Noviembre". Nos dirigimos tanto a médicos que no conocían el sistema, como a médicos que ya había tenido algún contacto con él, pero les parecía difícil la utilización del mismo.

Con el sistema de capacitación desarrollado en esta tesis, logramos que un 83.64% de ellos se sienta cómodo con la utilización del PACS, y al menos un 35% del total de los capacitados ya lo utiliza como una herramienta en su ejercicio profesional cotidiano.

Utilizando este sistema como eje central de un plan de capacitación para todos los médicos de este hospital, esperamos que en un plazo no muy largo el uso del PACS en Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" sea algo tan natural como el uso de un termómetro.

Sabemos que el sistema de capacitación es perfectible, se puede mejorar y debe mantenerse en constante actualización, tanto en su contenido como tecnológicamente.

Sin embargo, el objetivo principal de esta tesis, es el de proporcionar un sistema de capacitación que facilite al personal médico del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" el aprendizaje del sistema PACS, se ha cumplido, ya que el sistema desarrollado es en verdad una herramienta que logra este objetivo.

Es importante destacar que un factor crítico para el éxito de cualquier desarrollo incluyendo el de este tutorial, es la selección de las herramientas adecuadas, considerando tanto equipos de cómputo disponible, software con que se cuenta o que se puede adquirir, presupuesto del proyecto, tiempos de entrega, compatibilidad entre las partes, etc. Por ello el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis fue la selección de las herramientas adecuadas.

El reto de los Ingenieros en Computación es tan dinámico como la computación misma, ya que cada día debemos estar muy alertas a lo que sucede en nuestro alrededor, para estar al día y poder ofrecer a las demás áreas de la ciencia las herramientas más modernas y/o amigables para coadyuvar en el mejor desempeño de sus labores.

GLOSARIO

ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR: La arquitectura cliente-servidor es una forma específica de diseño de aplicaciones, aunque también se conoce con este nombre a los equipos de cómputo en los que se estas aplicaciones son ejecutadas. Por un lado, el cliente es el computador que se encarga de efectuar una petición o solicitar un servicio

El cliente no posee control sobre los recursos, sino que es el servidor el encargado de manejarlos.

Por otro lado, el equipo remoto que actúa como servidor evalúa la petición del cliente y decide aceptarla o rechazarla consecuentemente

Una vez que el servidor acepta el pedido la información requerida es suministrada al cliente que efectuó la petición, siendo este último el responsable de proporcionar los datos al usuario con el formato adecuado.

Finalmente debemos precisar que cliente y servidor no tienen que estar necesariamente en computadores separados, sino que pueden ser programas diferentes que se ejecuten en el mismo equipo

GATEWAY, ROUTER: Varias redes pueden conectarse entre sí formando una red lógica de área mayor. Para que la transmisión entre todas ellas sea posible se emplean los routers, que son los sistemas que conectando físicamente varias redes se encargan de dirigir la información por el camino adecuado.

Cuando las redes que se conectan son de diferente tipo y con protocolos distintos se hace necesario el uso de los gateways, los cuales además de encaminar la información también son capaces de convertir los datos de un protocolo a otro.

Generalmente los términos router y gateway se emplean indistintamente para referirse de forma general a los sistemas encargados del encaminamiento de datos en Internet.

HOST. Exceptuando a los routers cualquier ordenador conectado a Internet y, por tanto, capaz de compartir información con otro ordenador se conoce con el nombre de host (anfitrión) Un host debe identificarse de alguna manera que lo distinga de los demás para poder recibir o enviar datos.

Para ello todos los ordenadores conectados a Internet disponen de una dirección única y exclusiva.

Esta dirección, conocida como dirección de Internet o dirección IP, es un número de 32 bit que generalmente se representa en cuatro grupos de 8 bit cada uno separados por puntos y en base decimal (esto es así en la versión número 4 del protocolo IP, pero no en la 6). Un ejemplo de dirección IP es el siguiente: 205.198.48.1.

INTERFAZ: Un interfaz, sin embargo, es el encargado de la conexión física entre los equipos, definiendo las normas para las características eléctricas y mecánicas de la conexión.

INTERNET. Lo que se conoce como Internet es en realidad una red de redes, la interconexión de otras redes independientes de manera que puedan compartir información entre ellas a lo

largo de todo el planeta.

Para ello es necesario el uso de un protocolo de comunicaciones común, el protocolo que proporciona la compatibilidad necesaria para la comunicación en Internet es el TCP/IP.

LAN (Local Area Network): Son las redes de área local. La extensión de este tipo de redes suele estar restringida a una sala o edificio, aunque también podría utilizarse para conectar dos o más edificios próximos.

PROTOCOLO: Los protocolos de comunicaciones definen las normas que posibilitan que se establezca una comunicación entre varios equipos o dispositivos, ya que estos equipos pueden ser diferentes entre sí.

TCP/IP: Es el protocolo común utilizado por todos los ordenadores conectados a Internet, de manera que éstos puedan comunicarse entre sí.

Hay que tener en cuenta que en Internet se encuentran conectados ordenadores de clases muy diferentes y con hardware y software incompatibles en muchos casos, además de todos los medios y formas posibles de conexión.

Aquí se encuentra una de las grandes ventajas del TCP/IP, pues este protocolo se encargará de que la comunicación entre todos sea posible. TCP/IP es compatible con cualquier sistema operativo y con cualquier tipo de hardware.

TCP/IP no es un único protocolo, sino que es en realidad lo que se conoce con este nombre es un conjunto de protocolos que cubren los distintos niveles del modelo OSI

Los dos protocolos más importantes son el TCP (Transmission Control Protocol) y el IP (Internet Protocol), que son los que dan nombre al conjunto.

WAN (*Wide Area Network*): Son redes que cubren un espacio muy amplio, conectando a ordenadores de una ciudad o un país completo.

Para ello se utilizan las líneas de teléfono y otros medios de transmisión más sofisticados, como pueden ser las microondas. La velocidad de transmisión suele ser inferior que en las redes locales

BIBLIOGRAFÍA**Creando una página WEB con HTML ¡fácil!**

McFedries, Paul
México, Prentice-Hall, 1997.

Aprendiendo HTML 4 para WEB en una semana

Lemay, Laura
México, Prentice-Hall, 1998.

Programación en JavaScript

González Moreno, Oscar
España, Ediciones Anaya Multimedia, S.A., 1997

A fondo Dynamic HTML

Isaacs, Scott
España, Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U., 1998

Ingeniería de software

Morales Peake, Ernesto
México, Addison-Wesley Iberoamerican, 1989.

Informática, educación y psicología del niño

Dufoyer, Jean-Pierre
Barcelona, Herder, 1991.

Computadoras en la educación

Calderón Alzati, Enrique
México, Trillas, 1988.

Manual de los sistemas de información

Hartman W., Matthes H. y Proeme A.
Madrid, Paraninfo S.A.1979.

Capacitación para la competitividad y la colaboración

Arias Galicia, Fernando
México, Instituto Internacional de Capacitación y Estudios Empresariales, 1994.

La valoración y formación del personal

Randell G., Packard p. Slater J
Madrid, Deusto S.A., 1992.

Manual de formación de personal

Rae, Leslie,
Madrid, Díaz de Santos, 1991

Capacitación. Diseño tecnológico de cursos

Castro Herrera, Benjamín

México, Limusa, 1990.

Ingeniería de software

Fairley, Richard E.

México, McGraw-Hill, 1987.

La magia de multimedia

Jamsa, Kris

México, McGraw-Hill, 1995.

Prácticas de informática

García de Sola, Juan F.

Madrid, McGraw-Hill, 1989.

La búsqueda documental en el contexto telemático

Bares, Michel

Madrid, Ediciones de Santos, S.A., 1989.

El hombre y los ordenadores inteligentes

Smith H.T. y T.R.G. Green

Barcelona, Mitre, 1982.

Estudios sobre la enseñanza programada

Calvin, Allen D.

México, Limusa-Wiley, 1971.

PACS Basic Principles and Applications

Huang, H.

E.U., Wiley-Liss, 1999

Filmless Radiology

Siegel, Eliot L., et. all

E.U., Springer, 1998

Teach yourself Perl 5 in 21 days

Till, David

E.U., SAMS Publishing, 1998

Fundamentos de Bases de Datos

Korth, Henry F. et. all

México, McGraw Hill, 1993

Introducción a los sistemas de bases de datos Vol. I

Date, C J

México, Addison Wesley Iberoamericana. 1990

Guía de Interoperabilidad

Sheldon, Tom

México, Osborne-McGraw Hill, 1995

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Guía de Redes de Alta velocidad

Parnell, Teré
México, Osborne-McGraw Hill, 1997

Enciclopedia de Redes, "Networking"

Sheldon, Tom
México, Osborne-McGraw Hill, 1997

Red Hat Linux Secrets Second Edition

Barkakati, Naba
E.U., IDG Books WorldWide, 1998

Kit de Construcción de Sitios Web para Windows 95

Zimmerman, Scott et. all
México, Prentice Hall 1996

Apéndices

Apéndice A "Manual del Usuario".

Apéndice B. "Diagrama de Distribución de Equipos del Sistema PACS"

Apéndice C. "Diagrama de la Tecnología utilizada por el Tutorial"

Información sobre el manual

El Sistema PACS tiene una gran cantidad de funciones que te ayudarán a mejorar la forma en la que puedes visualizar las imágenes médicas.

Pero si al estar frente a una terminal del PACS te preguntas:

- ¿Ahora qué?
- ¿Temes presionar el botón equivocado?
- ¿Olvidaste cómo usar algunas funciones?

No te preocupes, ya que hemos preparado este manual para explicarte paso a paso cada una de las características del Sistema de Visualización de Imágenes PACS

Conceptos Básicos

El significado de los términos empleados en este manual se describen a continuación:

Ratón (Mouse). Es un dispositivo del tamaño de una mano que se utiliza normalmente para ambientes gráficos y funciona a base de pulsos eléctricos enviados a la pantalla mediante un apuntador .

Apuntador. El cursor del mouse puede tomar diferentes formas dependiendo de las acciones realizadas o del lugar en donde se encuentre apuntando. Algunas formas son:

- *Reloj de arena*: esta forma del cursor indica que el usuario debe esperar a que se ejecute un comando o una acción.
- *Flecha simple*: generalmente toma esta forma para poder señalar a un objeto o comando de la pantalla.
- *Flecha de doble sentido*: significa que se esta apuntando al borde de una ventana e indica que estamos en posibilidad de cambiar su tamaño
- En ocasiones cuando nos encontramos en un área para escribir texto toma la forma: I

PACS es un sistema de comunicación y almacenamiento de imágenes (Picture Archiving Communications System)

Servidor Principal: Computadora de gran capacidad que recibe y manipula todos los datos enviados por los servidores.

Servidor: Computadora de gran capacidad de procesamiento de datos y de almacenamiento de información, en la que recaen todas las solicitudes de otras computadoras de menor capacidad conectadas a éste

Terminal: Computadora de poca capacidad que al conectarse a un servidor, aprovecha los servicios que ofrece éste (procesamiento de información, almacenamiento, comunicaciones, etc.). De tal forma que si un usuario se conecta a través de una terminal casi todas las características del servidor se verán reflejadas en la terminal.

Pulsar (Click). La palabra pulsar o hacer click, es utilizada normalmente cuando se habla del ratón (mouse), significa que se debe presionar una vez el botón izquierdo o derecho del ratón soltándolo inmediatamente.

Doble click. Presionar dos veces el botón izquierdo del mouse para ejecutar un comando.

Arrastrar. Cuando se hace mención a esta palabra significa que se debe mantener presionado el botón izquierdo del ratón y desplazar el cursor hasta donde se requiera mover algún elemento.

Icono. Representación gráfica de una aplicación En un icono tenemos una ventana minimizada.

Ventana. Una ventana es el área de la pantalla delimitada por un rectángulo la cual tiene ciertas características que hacen posible realizar algunas operaciones sobre ella como por ejemplo cambiar su tamaño. En la parte superior derecha se tienen los botones de control de la ventana que nos permiten minimizarla (convertirla en icono), maximizarla (ocupar toda la pantalla) o cerrarla.

Barras de desplazamiento vertical y horizontal. Las barras de desplazamiento están ubicadas en la parte derecha y/o en la parte inferior de la ventana y aparecen cuando el contenido de la ventana no se puede mostrar completamente en la pantalla, contienen pequeños cuadros con flechas que sirven para mover el contenido de la ventana en el sentido que marcan las puntas de las flechas

Barra de menú (Menú horizontal) . La barra de menú consta de una serie de opciones que aparecen en la parte superior de una ventana, abajo del título de la misma, para ejecutar cualquier opción del menú hay que apuntar y pulsar la opción del menú deseado.

Ventana activa. Se pueden tener varias ventanas abiertas pero sólo trabajar en una a la vez, la cual se denomina ventana activa. Esta tiene la barra de título y el marco de un color o intensidad diferente a las ventanas que no están activas.

La ventana activa siempre está sobrepuesta a todas las ventanas abiertas y es sobre la cual se ejecutan los comandos.

Ahora que ya estas familiarizado con los conceptos básicos de computación, comenzaremos con el tutorial de PACS el cual ha sido diseñado como una guía de autoaprendizaje que te proporcionará las bases para que aprendas a utilizar el Sistema que se encuentra instalado en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" para consulta y diagnóstico de imágenes médicas.

Introducción.



La fuente más común de imágenes radiológicas que se generan en un hospital en un 70% son los estudios de Rayos X's. Sin embargo, actualmente se producen imágenes de radiografía computarizada (CR), tomografía computarizada (CT), resonancia magnética (MR), ultrasonido (US), medicina nuclear (MN) y angiografía de substracción digital (DSA), entre otras, que ocupan el 30% restante

La gran cantidad de imágenes que se producen para el diagnóstico ha hecho complicado su manejo, principalmente cuando deben imprimirse y archivarse. Una alternativa es el manejo de imágenes digitales a través de dispositivos conectados en red, que en conjunto ofrecen una serie de servicios que extienden los servicios que brinda el área de Rayos X's e Imagenología hacia todo el hospital evitando los cuellos de botella al hacer que las imágenes queden más accesibles para su consulta.

Definición de PACS.



El acrónimo **PACS** (de las siglas inglesas *Picture Archiving and Communications System*) hace referencia a un sistema computarizado diseñado para formar un archivo de imágenes médicas que se almacenan en dispositivos magnéticos de computadora con el fin de tenerlas disponibles en todo momento y permitir la consulta de éstas desde diferentes lugares e incluso de

forma simultánea. A medida que veas los beneficios que puede brindarte tratarás de aprender más ya que es una herramienta sumamente útil y se puede explotar al máximo para obtener mejores resultados.

El sistema **DxMultimodality** de la compañía **Medasys** es un ejemplo de este tipo de sistemas y se encuentra instalado en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" del ISSSTE en la Ciudad de México.



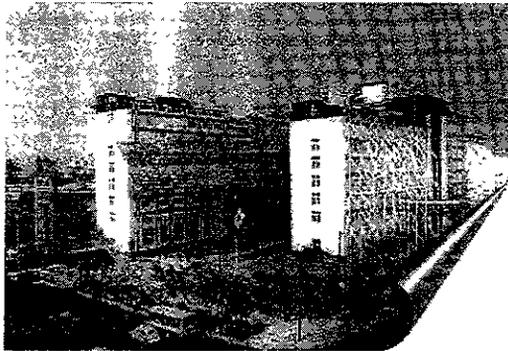
Beneficios.

Al utilizar un Sistema PACS en los centros hospitalarios se obtienen los siguientes beneficios:

- **Ahorro de tiempo...** Evita la necesidad de desplazarse de una área a otra en busca de los estudios del paciente.
- **Incremento de la velocidad en el diagnóstico...** Al manipular las herramientas de brillo, contraste, rotación, etc., que ofrece el sistema.
- **Disponibilidad de la información...** Las imágenes pueden ser accedidas desde cualquier terminal las 24 hrs. del día los 365 días del año.
- **Integridad de las imágenes...** Al evitar la posibilidad de pérdida o errores por confusión de estudios

PACS en el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"

El Sistema PACS del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" del ISSSTE es uno de los pocos sistemas de este tipo que se encuentra instalado en Latino América.



Uso del Sistema PACS.

A continuación, aprenderás a utilizar el Sistema PACS del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", este tutorial te guiará con ejemplos prácticos para que aprendas a utilizar el sistema lo más pronto posible, recuerda que si te quedan dudas podrás repasar las lecciones una y otra vez hasta que te sientas seguro.

Te recomendamos que de preferencia vayas siguiendo el tutorial en el orden que se presenta, aunque si así lo deseas, puedes variar el orden y tener un panorama general y enfocarte a los temas que sean más de tu interés.

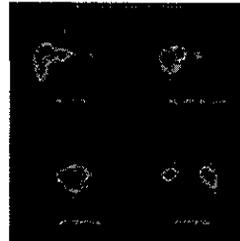
No tengas temor de acceder a cada una de estas opciones para que te hagas un experto en el manejo del Sistema PACS.

Clasificación de Estudios.

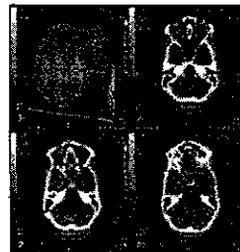
Todos los equipos médicos que tienen interacciones con equipos de cómputo, necesitan codificar el tipo de estudios siguiendo una codificación determinada por el equipo médico.

Para poder realizar una consulta específica con mayor rapidez, los estudios se encuentran organizados de acuerdo a la clasificación que aparece del lado izquierdo del mismo como sigue:

NM.-Nuclear Medicine: Estudios provenientes de las cámaras de medicina nuclear (SIEMENS y General Electric)



CT.-Computed Tomography: Estudios provenientes de las Salas 11 (Toshiba) y 14 (General Electric) de las áreas de Tomografía



MR.-Magnetic Resonance: Estudios generados en el equipo de resonancia magnética Gyroscan



LS.-Laser Scanner: Estudios capturados en el área de archivo de Rayos X's por medio de un scanner.



US.-Ultrasound: Estudios provenientes de equipos que generan video como los de Hemodinamia, Ultrasonido, y Ecocardiografía.

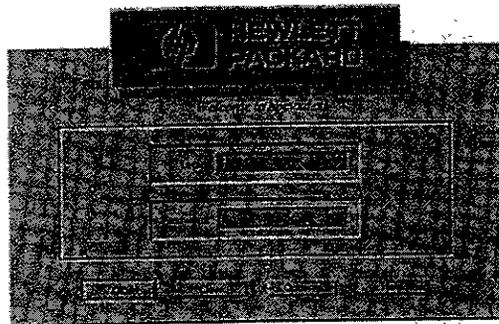


Acceso al Sistema.

El sistema PACS contempla un esquema de seguridad de acceso a la información por medio de claves de usuario (Login) y claves personales de seguridad(Password).

Para entrar el sistema, realiza lo siguiente

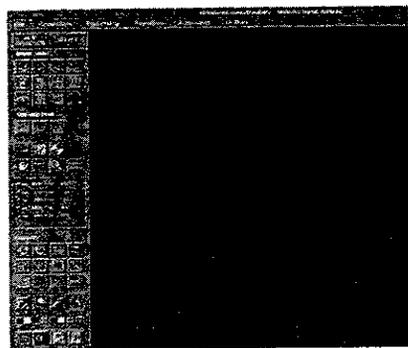
- En la imagen que aparece a continuación, coloca el cursor del mouse en el recuadro **Login**
- Escribe la letra **p** (minúscula)
- Presiona la tecla **Enter** o dá un clic sobre el botón **OK**



Estas claves son asignadas y administradas por el area de sistemas del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" si no puedes entrar al sistema, consulta al experto más cercano para que te proporcione la nueva clave. Una vez que se proporcionó la clave de acceso (Login) y la contraseña (password), el sistema te muestra la Pantalla principal.

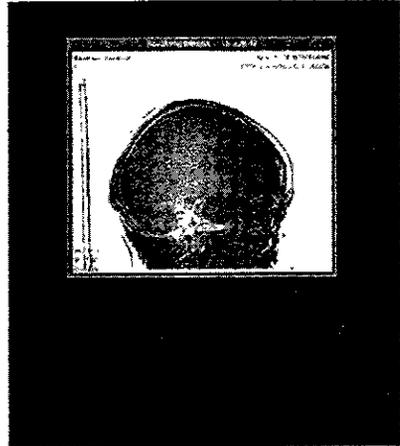
Pantalla Principal.

Es la primera pantalla que aparecerá después de introducir tu clave de acceso. Esta pantalla es el área de trabajo, la cual consta de tres áreas principales



Negatoscopio

El área de negatoscopio es la región oscura de tu pantalla y ahí es donde aparecerán las imágenes que genera el área de Rayos X's, por ejemplo, para que puedas consultar y manipular los estudios realizados a tus pacientes.



Herramientas.

La columna de herramientas situada al extremo izquierdo de la pantalla, contiene una serie de opciones a través de las cuales, podrás manejar la imagen para mejorarla, controlar su posición, así como modificar parámetros de tamaño, color, brillo, contraste, etc.

A la columna de herramientas, la dividimos en cuatro grupos: presentación, movimiento, ajustes y geometría. Posteriormente te describiremos brevemente todas ellas.



Menús.

El área de menús la vas a encontrar en la parte superior de la pantalla y ésta permanecerá durante todo el tiempo que se use la computadora, tiene funciones equivalentes a las del área

de herramientas, así como otras que son específicas para adquirir estudios desde los equipos médicos, pero no tendrás que preocuparte por aprender a usarlas ya que el sistema se puede manejar sin ningún problema desde las dos primeras áreas.

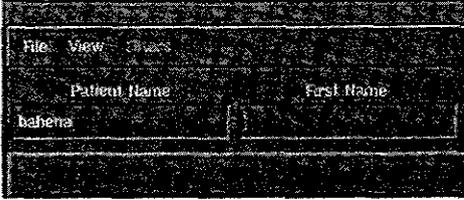
A continuación te sugerimos un ejemplo con el que te puedes ir guiando para tener una mejor percepción de lo que encontrarás en el sistema PACS.



SELECT

Para poder consultar un estudio, presiona el botón "SELECT" que se encuentra en el área de trabajo, el cual te mostrará la pantalla de consulta (PatientSelection), de esta manera podrás obtener la información solicitada

Supongamos que queremos consultar los datos de un paciente: Bahena Bahena Juana, lo que tendrías que hacer es escribir el apellido paterno "BAHENA" en el recuadro con la leyenda "Patient Name".



File View Query

Patient Name First Name

bahena

Da un click sobre el botón "SEARCH" o presiona la tecla Enter para que se ejecute la búsqueda

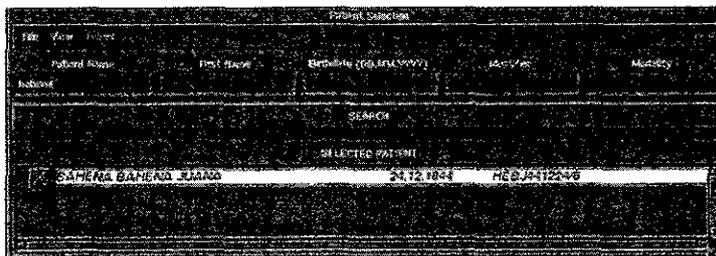


SEARCH

Si el apellido es encontrado, despliega los nombres de todos los pacientes cuyo Apellido Paterno es Bahena.

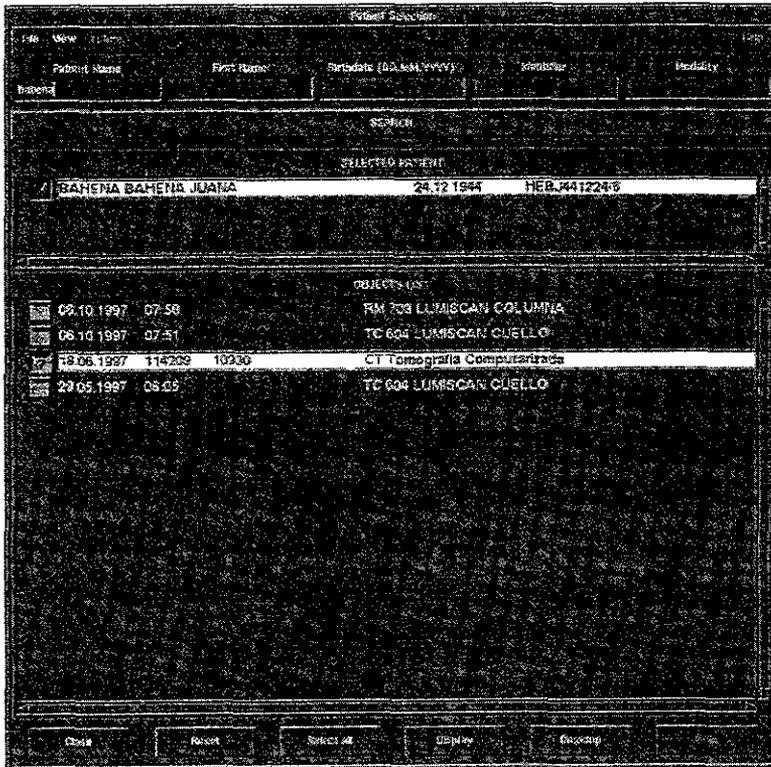


Dale doble click al paciente "Bahena Bahena Juana".



Aparecen todos los estudios que se le han realizado a este paciente.

De los estudios, selecciona el de Tomografía Computarizada (TC) dándole doble click al tercer renglón

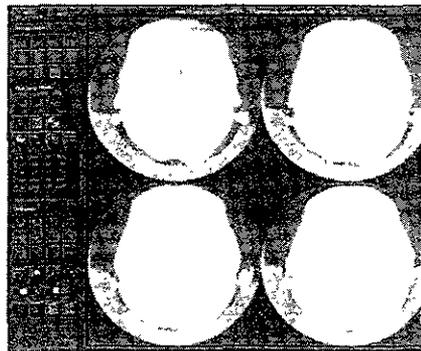


Como se observa en la imagen, del lado izquierdo, aparece una clave de clasificación como guía del tipo de estudio.

De los estudios sobre Tomografía que se le han practicado a este paciente, selecciona el que contiene una serie de 14 imágenes dándole doble click.



Cuando le das doble click a la selección se presenta la imagen del estudio solicitado, en este caso la imagen que obtendrías sería la siguiente:



Recuerda que cada renglón es un estudio diferente (que a su vez puede contener muchas

imágenes) aunque tenga la misma clasificación.



Para realizar la consulta de estudios de otro paciente, es necesario presionar el botón "New Selection"

Una vez que se ha seleccionado el estudio deseado éste puede ser manipulado por las Herramientas del sistema (que a continuación se describen) para lograr una mejor apreciación de la imagen.

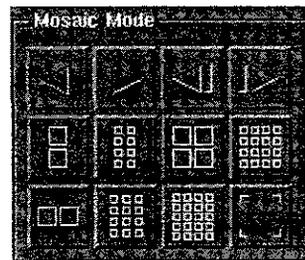
Herramientas.

Como se mencionó en la descripción de la pantalla principal, la barra de herramientas te ayudará a mejorar y manipular las imágenes de los estudios que este consultando.

Dependiendo de las funciones de cada grupo, la barra de herramientas queda dividida en cuatro secciones o grupos que son:

Presentación.

Debido a que un estudio realizado en el área de Imagenología se compone de más de una imagen, con estas opciones lo que podrás hacer será colocar las imágenes de un estudio en forma ordenada para que las puedas visualizar en grupos de 2, 4, 8, 12, etc.



En el Sistema PACS a las herramientas para presentar imágenes las podrás encontrar en la columna de Herramientas etiquetadas con la leyenda "Mosaic Mode".

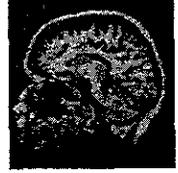
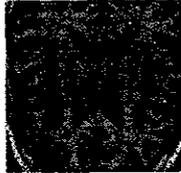
La primera línea de iconos, sirve para desplazar la secuencia de imágenes dentro del área de trabajo, en caso de que se encontraran varios estudios, en nuestro caso de Juana Bahena, con estos botones puedes efectuar un barrido de todas ellas:



Si se presiona este icono el desplazamiento se efectúa de 2 en 2

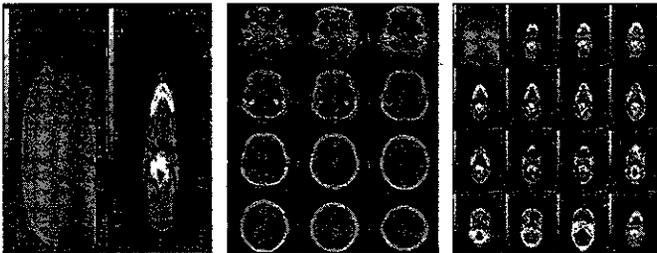
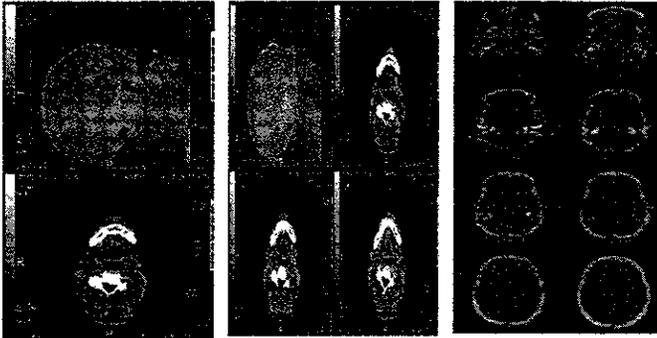


Mediante este icono el desplazamiento es de 1 en 1



Las siguientes dos líneas de iconos te ayudan a comparar las diferentes placas del estudio. por ejemplo al seleccionar alguno de ellos se muestra como se vería el estudio del paciente "Bahena Bahena Juana" en el sistema PACS.

Como podrás observar mediante estos botones tendrás tantas placas como tú lo decidas, esto es muy útil cuando desees hacer comparaciones entre diversos tipos de estudios.



Movimiento.

Dentro de la clasificación de estudios que se pueden consultar en el Sistema PACS se encuentran los estudios cuyas imágenes están comprendidas en una secuencia de video.

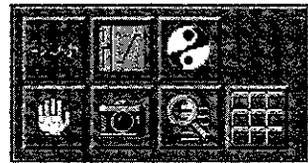
En el área de herramientas existe una zona de botones (Cine Loop Mode) que te permitirá visualizar una secuencia de imágenes en movimiento



Este conjunto de opciones te permitirá visualizar videos de Ultrasonidos, estudios de Hemodinamia y Ecocardiografía, al igual que una videocassettera o lector de discos compactos te permitira avanzar y retroceder, así como aumentar y disminuir la velocidad en la que se presentan las imágenes.

Ajustes.

El siguiente bloque de herramientas, sirve para modificar las características de brillo y contraste, así como para facilitar el diagnóstico médico.



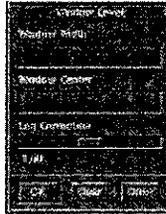
La función de los iconos se describe a continuación:



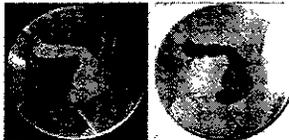
Función. Restaura la imagen a su estado original después de haberle hecho modificaciones de brillo y contraste.



Función: Muestra una ventana para ajustar manualmente el brillo y el contraste de acuerdo al valor que sea ingresado .

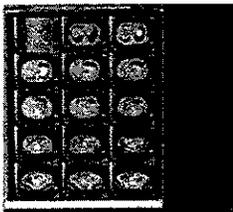


Función: Muestra el positivo o negativo de una imagen como se muestra en el siguiente ejemplo.:

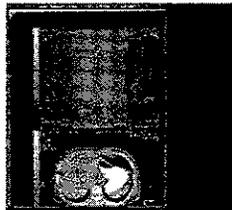


Función: Además de hacer un acercamiento cuando la imagen sobrepasa el área del negatoscopio, también permite arrastrarla.

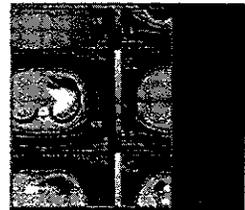
Imagen Adaptada a Pantalla



Tamaño Real



Arrastre de Imagen

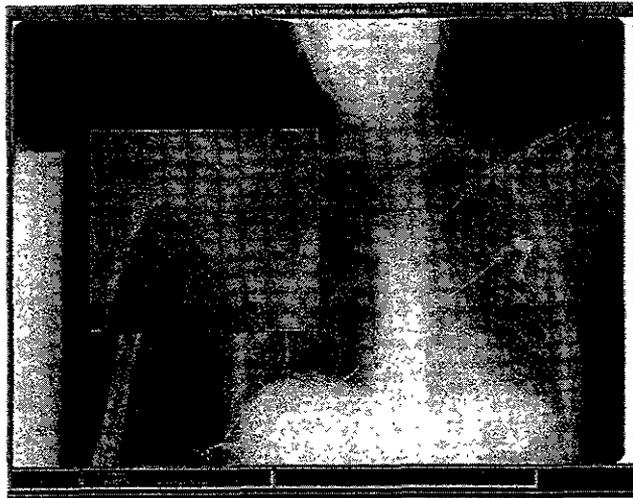




Función: Omite toda el área de menús dejando únicamente la imagen de interés



Función: Permite realizar un acercamiento de la parte seleccionada

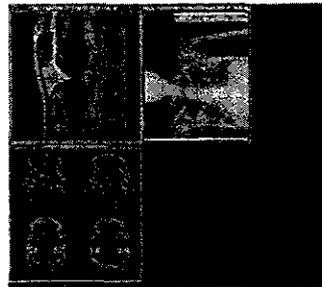
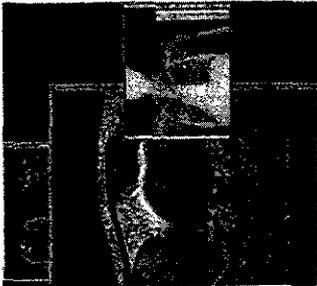




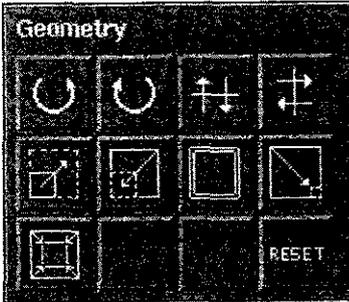
Función: Para los casos en los que las ventanas se llegan a encimar unas con otras, esta opción, muestra en forma ordenada todos los estudios abiertos..

Antes

Después



Geometría.

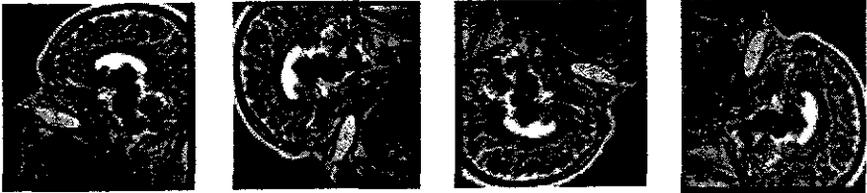


Estas funciones permiten realizar transformaciones geométricas sobre las imágenes tales como giros, espejos, aumento y reducción de tamaño, etc.

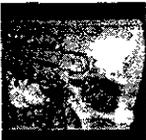
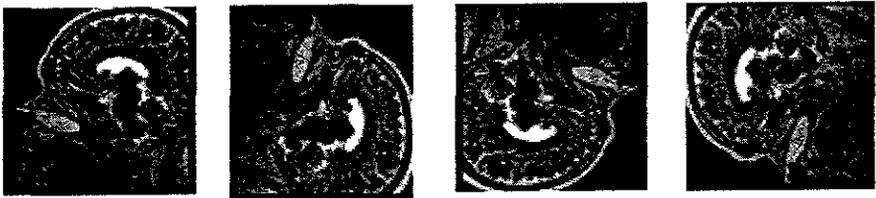
Esto con el fin de que al igual que en la vida real, poder acomodar la imagen para obtener un mejor punto de vista y realizar un mejor diagnóstico.



Función: Una vez que se tiene seleccionada una imagen es posible efectuar un giro en sentido contrario a las manecillas de reloj.



Función: Al igual que el icono anterior es posible rotar la imagen en sentido de las manecillas del reloj.



Estudio Original

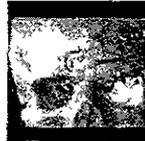
Ahora revisaremos las funciones de espejo, supongamos que se tiene el siguiente estudio, mediante estas opciones se obtendrían las siguientes imágenes:



Función: Permite rotar la imagen seleccionada sobre su propio eje en forma horizontal.



Función: Permite rotar la imagen seleccionada sobre su propio eje en forma vertical.



La función de este grupo de iconos es de maximizar/minimizar paulatinamente la imagen en caso de los dos primeros botones, los últimos dos son para hacerlo en un solo paso



La función de estos iconos es de restaurar los estudios a su formato original después de haberlos manipulados con diversas funciones.



Como se mencionó en un principio del área de menú la opciones que muy frecuentemente se utilizan son las siguientes:

Estadísticas:

Este módulo realiza consultas de los estudios existentes, de acuerdo al criterio o identificador de paciente que proporciones. Además presenta el número de estudios realizados según la elección. Para usar esta opción del sistema realiza los siguientes pasos:

1. Haz click en el menú de barra

En la opción Utilities Statistics. Aparecerá la siguiente pantalla:

2. Dentro de la pantalla anterior puedes indicar la información a buscar en los campos de FECHA, NOMBRE DEL PACIENTE, SEXO, TALLA, PESO, MODALIDAD(US, CT, MR, LS, NM,RF) Lo cual hará una búsqueda según el campo o los campos que hallas indicado y te solicitará:

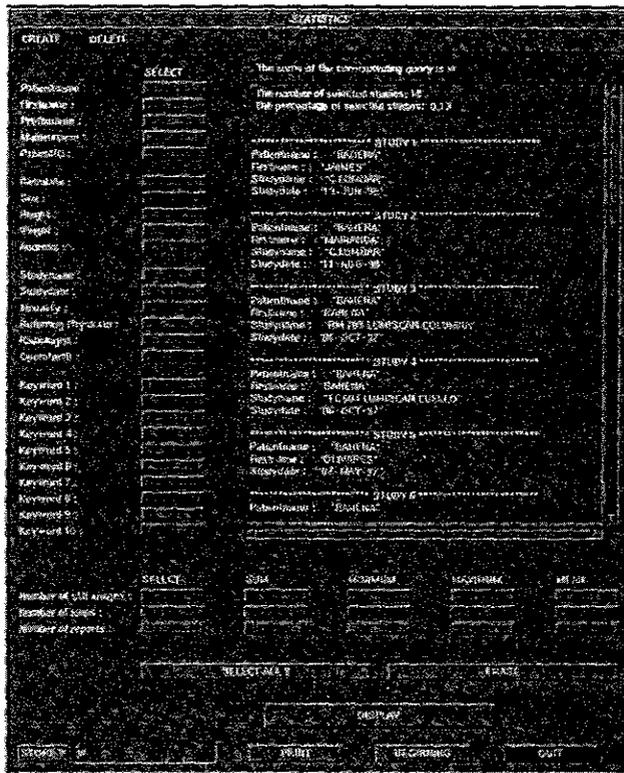
3. Hacer click sobre el botón de:



4. Después aparecerá el siguiente botón:



Y aparecerá tu consulta.



7. Para salir de esta opción haz click en el botón



Print Window.

1. Haz click en el menú de barra

En la opción File.Print Window te permitirá guardar las imágenes que desees en el servidor de informática para que el personal que ahí labora las pueda transferir desde el Sistema PACS hacia computadoras personales Macintosh y/o PC para que las puedas utilizar para hacer presentaciones en diapositivas, procesadores de palabras, etc.

Otras funciones del mouse



Para utilizar el sistema PACS se utilizan en cada uno de los cuarenta equipos de cómputo dispositivos señaladores, (mejor conocidos como ratones) con tres botones a los que llamaremos de izquierda a derecha botón 1, botón 2 y botón 3 respectivamente

- **Botón 1:** Generalmente se utiliza para seleccionar objetos sobre la pantalla
- **Botón 2:** Se utiliza para modificar el brillo y contraste de una imagen, con solo presionar el botón en forma sostenida y moviendo el mouse en forma horizontal (para modificar contraste) o en forma vertical (para modificar brillo)
- **Botón 3:** Esta opción se utiliza para cancelar la acción previa que se haya elegido

Distribución de equipos del Proyecto PACS Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"

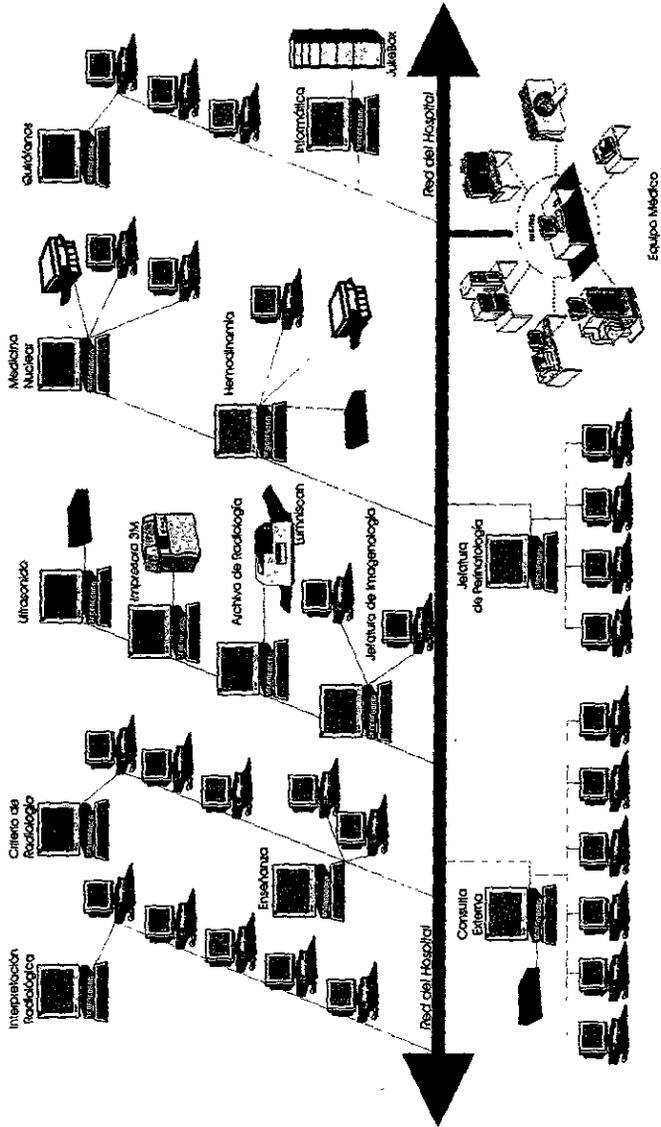


Diagrama de la Tecnología Propuesta para crear el Tutorial del Sistema PACS

