

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultades 2 y 7



**Sistemas para la informatización de hospitales,
posible propuesta a aplicar**

**Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

Autores: Dulce Maria López Rodríguez
José Lebastián Quintana Pellón

Tutora: Ms. Martha Yurina Ambruster Crespo

Co-tutor: Ing. Rolando Bonal Caceres

Ciudad de La Habana, julio de 2007

Declaración de Autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los 5 días del mes de Julio del año 2007.

Autores

Dulce Maria López Rodríguez

José Lebastián Quintana Pellón

Tutora

Martha Yurina Ambruster Crespo

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a la Revolución y a nuestro Comandante en Jefe por ser el artífice principal de esta universidad.

A nuestra tutora que tanto nos ha ayudado.

A los profesores Bonal, William y Pura por la ayuda ofrecida en la investigación.

A los trabajadores del departamento de informática del Hospital Amejeiras por toda la ayuda brindada.

Dulce

A mi Mom, por ayudarme siempre que lo necesité y por estar conmigo en todos estos años de estudio.

A Dianin, mi hermanita peleona, que siempre me ayudó a pesar de no estar estudiando lo mismo.

A mi compañero de tesis, por su entrega en todos estos meses de trabajo.

A mis amigos todos, por acompañarme en estos largos 5 años, desde mi primer día. Especialmente a esas chicas que desde hace ya 3 años comparten también mi vida: (por orden alfabético) a Dayanis, Jacque, Karelys, Lily, Mara. Maylen, Roque, Yanelys, Yany, Yara, Yaritza y Yeni.

A todas gracias por soportarme.

También quiero agradecerle a alguien que aunque solo me ha acompañado en este último año, me ha brindado mucha confianza y apoyo en los momentos difíciles. A mi Gato, muchas gracias por estar ahí.

Pepito

A mi mamá, mi papá, mi padrastro, mis hermanos y mi familia por darme siempre el apoyo necesario en mis estudios.

A mis amigos, compañeros de estudio que colaboraron de una forma u otra con este trabajo.

A mi compañera de tesis, Dulce, por compenetrarse en la investigación y la elaboración del trabajo de forma eficaz.

Al compañero General de Ejército Raúl Castro, por tener fe en la juventud, en los jóvenes que merecen ser universitarios, decisión por la que se me fue otorgada la orden 18 por lo que pude estudiar en la Universidad de Ciencias Informáticas.

Dedicatoria

Dulce

Quiero dedicarles este trabajo a todas esas personas que tanto me quieren y que han esperado tanto como yo este gran momento:

Primeramente a mi mamá, que tanto me ha apoyado en todo y ha hecho de mí la ingeniera que hoy soy. “Quiero que siempre te sientas orgullosa de mí”

A mi hermana, mi abuela y a mi cuñado gordo, que además de haberme ayudado en todo, siempre me han brindado su amor.

También a mi papá, que a pesar de no compartir mucho tiempo conmigo se que se siente feliz por tener una hija ingeniera.

Pepito

Dedico este trabajo a mi madre, que tanto amo y siempre tuvo confianza en mí, me dio el apoyo, la oportunidad de cumplir mi sueño de ser un joven universitario, un ingeniero en informática.

A mi papa y mi padrastro, por ser tan buenos padres.

A mis hermanos, mi tía, mis primos que siempre creyeron en esta oportunidad que me dió la vida.

A mis amigos, mis compañeros de estudio que tanto compartimos en estos hermosos 5 años.

Resumen

El presente trabajo se realizó con el fin de presentar una propuesta aplicable en los hospitales cubanos, de sistemas informatizados que mejoren la labor que se lleva a cabo en estos centros.

Para esto se realizó una investigación acerca de las características, historia, experiencias, costos, e integración de los principales sistemas informatizados que existen actualmente; centrandó la investigación en el estudio de el Sistema de Información Hospitalaria (HIS), el Sistema de Información del Laboratorio (LIS), el Sistema de Información de la Radiología (RIS) y el Sistema de Almacenamiento y Gestión de Imágenes (PACS).

Estos sistemas tiene la capacidad de integrarse, lo hacen a través de estándares como HL7 (Health Level Seven) y DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), los cuales también serán abordados en la investigación mostrando sus características, estructuras de mensajes, servicios que ofrecen y principales ventajas.

Concluyendo el trabajo y como resultado del estudio realizado. se presenta una propuesta de aplicación para los hospitales cubanos. Esta aumentaría, sin duda alguna, la calidad de la salud cubana, además de facilitarles el trabajo a los profesionales de este sector.

Índice

Agradecimientos	I
Dedicatoria.....	II
Resumen.....	III
Introducción.....	2
Capitulo 1 Sistemas Informatizados Hospitalarios	5
1.1 Estado del arte	6
1.2 Sistemas de Información Hospitalarios (HIS).....	11
1.3 Sistema de Información del Laboratorio (LIS).....	15
1.4 Sistema de Información de la Radiología (RIS) y Sistema de Almacenamiento y Gestión de Imágenes (PACS)	18
1.5 Conclusiones Parciales	24
Capitulo 2 Interacción entre los sistemas: estándares de comunicación.....	25
2.1 Estándar HL7	27
2.1.1 Intercambio de información de HL7	28
2.1.2 Estructura de los mensajes HL7. Los mensajes ADT (admisión/descarga/transferencia) como ejemplo.....	29
2.1.3 Herramientas de mensajería.....	30
2.2 Estándar DICOM	32
2.2.1 Formato de un archivo DICOM	33
2.2.2 Servicios DICOM.....	33
2.2.3 Librerías que soporta	34
2.3 Integración Central	35
2.4 Conclusiones Parciales	37
Capitulo 3 Propuesta de aplicación para los hospitales cubanos	38
3.1 Estudio de los costos de implantación de los sistemas.....	39
3.2 Propuesta de aplicación. Características.	42

3.2.1 Elección de la plataforma.....	43
3.2.2 Lenguaje de programación a utilizar	46
3.2.3 Sistema de gestión de Base de Datos	46
3.2.4 Herramientas a utilizar	46
3.2.5 Arquitectura.....	48
3.2.6 Interacción.....	48
3.2.7 Organización modular de los sistemas	49
3.2.8 Seguridad.....	49
3.2.9 Flexibilidad	49
3.2.9 Beneficios.....	51
3.3 Conclusiones Parciales	53
Conclusiones	54
Recomendaciones.....	55
Bibliografía.....	56
Glosario de Términos	59

Introducción

Las tecnologías computacionales han evolucionado en todos sus aspectos, de hardware y software. En los aspectos de software específicamente y en relación con los productos que se generan de estos, el hombre se inclinó desde sus inicios hacia los aspectos productivos. Se refiere esto a que intentó desde los orígenes que las computadoras realizaran con facilidad trabajos que a los seres humanos les tomaría mucho mas tiempo y esfuerzo.

Por todo esto y con el surgimiento de las Nuevas Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (NTIC) ha aumentado la tendencia hacia la automatización de procesos y funciones en las diferentes ramas del conocimiento. Los centros hospitalarios y de salud no se han quedado exentos de esto, en la actualidad el uso de las tecnologías en los sistemas de información, reviste importancia crítica en la ampliación del acceso a la atención de la salud de forma eficaz y en función del costo y de una buena calidad; además de mejorar el funcionamiento y la gestión de los servicios

Hoy día, se puede mejorar la calidad de la salud y ahorrar costos con la implantación de sistemas automatizados en los centros médicos. Puesto que la tendencia de desarrollo que tienen estos sistemas va en ascenso a nivel mundial, donde las distintas organizaciones del sector de la salud juegan un papel fundamental tales como la Asociación Internacional de Informática Médica, la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud entre otras.

Este auge en la utilización de los sistemas automatizados en el sector de la salud ha ocupado un importante espacio también en Cuba, ya que es indiscutible la ayuda que estos sistemas les brindan a los profesionales de la salud en su trabajo diario. La utilización de estos sistemas con aplicaciones de medios diagnósticos, técnicas de inteligencia artificial y variados tipos de aplicaciones educativas (multimedia e hipermedia) y de gestión en todas las provincias con una interconexión progresiva a cargo de Infomed (Red Electrónica de Salud) ayudaría considerablemente el desarrollo de la salud pública en el país. El número de profesionales interesados en aplicar esta nueva tecnología crece cada vez más, también es interés de la dirección del estado, del ministerio de salud pública y de los centros de enseñanza médica superior la informatización de todo el sistema de salud con atención especial a la atención primaria.

El tema de los sistemas de informatización hospitalarios es aun incipiente en Cuba, provocando que el sector de la salud presente algunas dificultades que dan origen a la siguiente **situación problemática**: En la actualidad el trabajo manual se hace cada vez más engorroso en los centros de salud, debido a que la cantidad de pacientes va en aumento al igual que la información que estos generan. Provocando, que en ocasiones se pierda información referente al paciente. No se cuenta tampoco con información de consultas previas para un diagnóstico eficiente. Aunque existen algunos sistemas de informatización, estos no cuentan con estándares ni protocolos de comunicación entre ellos, provocando muchas veces redundancia en la información. Tampoco existe ninguna integración entre los diferentes servicios que brindan los sistemas de salud existentes.

Dada estas circunstancias queda concretado el **problema científico** de la investigación en curso como: ¿Qué caracterizan a los sistemas informatizados de un hospital en el mundo para una propuesta aplicable en los hospitales cubanos?

Analizando la situación anterior este trabajo se ha realizado para investigar acerca de los sistemas de informatización hospitalarios utilizados a nivel mundial así como su gestión de interacción y aplicaciones, para luego hacer una propuesta aplicable en los hospitales y centros médicos cubanos. Este estudio se apoyará principalmente en las características de cuatro sistemas hospitalarios considerados de los más importantes dentro de la informática médica actual, estos son: el Sistema de Información Hospitalaria (HIS), el Sistema de Información del Laboratorio (LIS), el Sistema de Información de la Radiología (RIS) y el Sistema de Almacenamiento y Gestión de Imágenes (PACS).

Con esta información se establecerá un análisis acerca del surgimiento, evolución, tendencia y principales características de dichos sistemas, además de determinar estándares y protocolos de comunicación que utilicen, para así lograr resultados que justifiquen la propuesta a aplicar. Por lo tanto los sistemas de informatización hospitalarios existentes, constituyen el **objeto de estudio** de esta investigación y el **campo de acción** en el que se enmarca estará determinado por los sistemas de informatización hospitalarios y su aplicación en los centros médicos cubanos.

Teniendo en cuenta el problema anterior, el **objetivo general** de la investigación estará encaminado a determinar las características de los sistemas informatizados para aplicar en los hospitales cubanos y para lograr desarrollarlo satisfactoriamente se trazaron las siguientes **tareas**:

- Ofrecer un acercamiento teórico sobre el surgimiento, evolución y tendencia de los sistemas informatizados para hospitales.
- Investigar acerca de los principales sistemas y compañías líderes que existe a nivel mundial que intervienen en los procesos de informatización de un Hospital.
- Determinar estándares y protocolos de comunicación utilizados.
- Definir ventajas en la integración de estos sistemas.
- Fundamentar propuesta de aplicación e integración para los hospitales cubanos.
- Estudiar las características de los sistemas informatizados para aplicar en los hospitales cubanos.

Para la investigación de estos sistemas y la posible propuesta de aplicación en los centros médicos cubanos, el principal apoyo ha sido la información obtenida de Internet, así como las entrevistas realizadas en algunos hospitales cubanos. También ha servido de ayuda la información que brindan los distintos proyectos que se vienen desarrollando en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) relacionados con este tema.

Para la solución de las tareas especificadas, se utilizaron, teniendo en cuenta las características de la investigación, los métodos teóricos y empírico. Estos serán de gran utilidad para el desarrollo de esta tesis debido a su importancia en la construcción y el perfeccionamiento de la teoría científica y en el enfoque general para abordar los problemas de la ciencia, además de lograr con su uso un intercambio de criterios mediante entrevistas que proporcionarán una mejor visión de la realidad del tema en cuestión. Dentro de los métodos teóricos y empíricos existentes, se utilizaron los siguientes:

Teóricos:

- 1) Analítico-sintético.
- 2) Inductivo-Deductivo.
- 3) Análisis histórico-lógico

Empíricos:

- 1) Entrevista

Entre los métodos teóricos utilizados tenemos el Analítico-sintético con el cual se logra una mejor comprensión del fenómeno, dividiendo en partes su desarrollo e integrando su solución para obtener un

resultado final, ya que esta es una de las formas más eficientes para lograr entender un problema con todas sus interrogantes. Está también la Inducción-deducción como razonamiento que permite darle solución al problema y así pasar del conocimiento general a otros de menor nivel de generalidad. Por último el Análisis histórico-lógico el cual facilitará el estudio de la trayectoria real de los fenómenos y acontecimientos que se tratarán en el curso de la investigación, así como las leyes generales del funcionamiento y el desarrollo de estos fenómenos.

Este análisis permitirá conocer cómo ha evolucionado el mundo de los sistemas informatizados dentro de la medicina, logrando al final del estudio poder presentar una propuesta a utilizar en los centros hospitalarios del país.

Dentro de los métodos empíricos se utilizó la entrevista, con el objetivo de indagar e intercambiar criterios con algunos centros que en la actualidad tengan implantados sistemas informatizados, con el fin de considerar sus experiencias y utilizarlas en pos de una mejora en este sector.

Este método va a permitir extraer de los aspectos analizados las informaciones que se necesiten y puede influir en determinados aspectos de la investigación por lo que es bastante importante este tipo de estudio.

El trabajo va a estar compuesto por tres partes fundamentales organizadas en capítulos, por lo que la información obtenida producto de la investigación va a quedar estructurada de la siguiente forma:

En el **capítulo 1** se tratará la información referente al acercamiento teórico sobre el surgimiento, evolución, características, mercado y tendencias de los sistemas estudiados.

En el **capítulo 2** se analiza la interacción de los sistemas a través de estándares de comunicación, específicamente los estándares HL7 (Health Level Seven) y DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), así como las ventajas de la integración de los sistemas de estudio.

En el **capítulo 3** Se aborda la situación existente en los hospitales cubanos, fundamentando con esto la propuesta de aplicación de los sistemas estudiados.

Capítulo 1

Sistemas Informatizados Hospitalarios

Desde hace varias décadas las computadoras ayudan a los profesionales de la medicina en su lucha por la salud y contra las enfermedades, así como en la gestión de grandes centros hospitalarios, la investigación científica, la docencia médica, la asistencia a enfermos, el diagnóstico y tratamiento y en el procesamiento de estadísticas médicas en casos de epidemias.

La historia informatizada está ya muy extendida en los centros de asistencia médica en todo el mundo, puesto que la informatización hospitalaria brinda una serie de ventajas para el trabajo en estos centros. La seguridad en el almacenamiento de los datos es una de las principales ventajas, otra sin duda alguna es la rapidez en la elaboración, almacenamiento y recuperación de la información, además de la confidencialidad que brinda de la información contenida.

Todas estas ventajas hacen más simple el trabajo del médico, posibilitando que los datos se introduzcan una sola vez, existiendo menos errores y facilitando utilizar la información desde distintos lugares simultáneamente y por varias personas.

La combinación de la microelectrónica, con las telecomunicaciones y las técnicas para el procesamiento de datos, permite que estas actividades médicas potencialicen sus logros. Para esto en 1970 se creó la Asociación Internacional de Informática Médica muy relacionada con la Organización Mundial de la Salud.

El enfoque adecuado de la Informática Médica, está en utilizar sus recursos para dar exitoso cumplimiento a los objetivos primarios del sistema de salud, con énfasis en la solución de los problemas que pretende resolver dicho sistema en cada caso particular. (García 2004)

1.1 Estado del arte

A nivel internacional el uso de los sistemas médicos está destinado a países que posean recursos y financiamiento, además de avances tecnológicos en la esfera de la salud. Aunque el uso de las tecnologías se ha simplificado y se ha distribuido en el mundo entero, todavía necesita lograr un mayor alcance. Esto le ha posibilitado a las grandes empresas internacionales enriquecerse con la venta de sistemas médicos eficaces, que ofrecen diversas soluciones que facilitan la posible aplicación y utilización de estos avanzados sistemas.

Un ejemplo de la utilización de estos sistemas y la interacción entre ellos radica en España, donde en la capital, específicamente en la ciudad de Sanitas, ha nacido lo que los residentes llaman: "Sanitas La Moraleja, el hospital más ágil y eficiente", ya que actualmente cuenta con los nuevos sistemas de informatización hospitalarios y toda la gama de beneficios que estos traen para cualquier recinto de salud. Este hospital cuenta con la integración de los sistemas HIS, RIS/PACS y TIS.

El sistema de información de este hospital está basado en tres aplicativos: HIS, situado en la central de Sanitas y que permite gestionar citas, urgencias e ingresos. Permite además, entre otras cosas, reducir errores en la receta de medicamentos y no desperdiciar producto farmacéutico. Otro de los aplicativos principales es RIS/PACS, un sistema de gestión de radiología, almacenaje digital de imágenes y valoración de pruebas que: permite a los doctores hacer un diagnóstico más preciso de las dolencias sufridas por un paciente y elaborar informes a mayor velocidad.

Por último, encontramos un TIS, un sistema propio de Sanitas para autorización, prescripción de servicios y facturación de pruebas. Gracias a esta solución, los pacientes no tienen que esperar largas colas para pedir cita o para que les practiquen algún tipo de prueba, es tan sencillo como llamar a los centros de contacto o presentarse en una de las clínicas y pasar su tarjeta de socio.

Estos tres sistemas (HIS, RIS/PACS y TIS) están completamente integrados, de forma que todos los clientes de Sanitas tienen un identificador único. Esto ayuda a evitar errores en la identificación de personas y a simplificar el trabajo administrativo; además, de ser este identificador la llave de la única historia clínica. Pero la integración no queda limitada en este punto, el Hospital de La Moraleja está completamente conectado con el de la Zarzuela y con el resto de los centros de salud de Sanitas, lo que

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

permite que el personal médico puede tener acceso a la historia clínica de cualquier paciente que haya sido atendido en un centro de Sanitas. (Kunzer 2007).

El desarrollo de estos sistemas en Cuba ha sido un poco más ligero debido a los pocos recursos con los que se cuenta. Haciendo un estudio en el hospital Hermanos Amejeiras, uno de los mejores centros en cuanto a recursos y calidad de la salud se refiera en Cuba, considerado además como la cara de la medicina cubana al mundo. Se investigó que cuenta con dos sistemas de información hospitalarios, que hacen posible la automatización de varios procesos en el mismo. Estos sistemas son el "GALEN", que es lo más parecido a un HIS y el "Casandra" un sistema de imagenología que permite almacenar todas las imágenes de pruebas como: ultrasonido, TAC, somatón, etc., que es un PACS.

Como sistema, el GALEN se puede describir como una gran Base de Datos hecha en SQL que cuenta con frecuentes modificaciones y actualizaciones y que está formada por un grupo de módulos como:

- Registro médico.
- Laboratorios.
- Banco de sangre.
- Farmacia.

En la actualidad no todos estos módulos trabajan, solo está cumpliendo su función el de registro médico, que tiene diversas tareas dentro del hospital como son la inscripción, el registro de los pacientes y el movimiento hospitalario. Dicho módulo está desarrollado en una plataforma Windows 32 bits (Windows NT y Windows 98) con una configuración Cliente/Servidor y el uso del gestor de base de dato relacional SQL Server 7.0 como reservorio de la información, a partir del cual se realizan las consultas y los procedimientos.

Para la construcción del sistema de información propiamente dicho, se empleó la tecnología ASP (Active Server Pages), la cual está destinada a la creación de sitios Web. Esta tecnología en sí no constituye un lenguaje de programación sino un marco o plataforma donde se construyen aplicaciones basadas en Internet. Para este caso se utilizaron instrucciones y funciones de Visual Basic Script (VBScript) fundamentalmente y Java Script en menor medida. (RCIM 2006).

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

Por su parte el "Casandra" es un sistema que exige muchos recursos para su uso por lo que en estos momentos no está siendo utilizado, a pesar de que si se ha comprobado su utilidad, pues necesita máquinas mucho más potentes de las que tiene.

Estos dos sistemas no tienen ninguna interacción entre ellos, por lo que cada vez que a un paciente que esté ingresado en el hospital se le indique una prueba que necesite de la ayuda del "Casandra" el paciente tendrá que ser nuevamente registrado. Esto se debe a la falta interacción entre los sistemas, que no permite acceder a los datos que ya se encuentren registrados en el otro sistema. Con esto se puede apreciar cuanto falta todavía en Cuba para lograr la funcionalidad y la integración en los servicios de salud que se desea, aunque ya hay algunos avances y proyectos en curso.

En la actualidad todos estos sistemas informáticos son desarrollados por empresas o instituciones educacionales. En estas para alcanzar un grado óptimo de seguridad y funcionamiento se hace preciso contar con la colaboración de todas las partes que intervienen en el ciclo de vida de estos sistemas médicos. Estas partes son en la mayoría de los casos la administración, los fabricantes, los importadores o distribuidores, los usuarios y la población; todos ellos tienen una función concreta que desempeñar en la gestión del riesgo.

Precisamente una de las instituciones educacionales que ha puesto en marcha el desarrollo de proyectos para la creación de estos sistemas informáticos hospitalarios es la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), específicamente la facultad 7 la cual se dedica a la informática médica. En la misma, actualmente se están desarrollando dos sistemas, un PACS y un HIS con todas las funcionalidades que se necesitan en los hospitales, están divididas en módulos. Incluye además las interacciones necesarias para la comunicación de estos sistemas a través del estándar DICOM. Su entorno de desarrollo se basa en la plataforma .Net, Visual Studio, C#, PostgreSQL para la base de datos, entre otras herramientas. Estos proyectos actualmente se encuentran en curso, pero de ellos se esperan grandes resultados.

Entre las compañías más importantes que intervienen en los procesos de informatización de un hospital, suministrando no solo servicios de software, sino también de hardware, o sea dispositivos médicos, se encuentran:

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

- **Misys Healthcare Systems:** Es una de las compañías de Norteamérica que desarrolla y apoya software confiable, fácil de utilizar y con servicios de calidad excepcional, permitiendo relaciones mejoradas del hospital médico. El grado óptimo de Misys interconecta comunidades médicas permitiendo eficacias crecientes y una mejor toma de decisión.
- **Siemens:** Provee a las organizaciones médicas de una herramienta para crear un sistema electrónico de historias clínicas, que integra la información del paciente en un solo sistema. Las soluciones dan a usuarios autorizados el acceso inmediato a la información y documentación de los pacientes. La solución ofrece también la ayuda de decisión clínica concurrente y retrospectiva.
- **Eclipsys Corporation:** La solución de un registro médico electrónico de Eclipsys Corporation proporciona un cuadro completo de la historia de la salud de un paciente. La información se almacena en una base de datos que se comparte a través de todos los usuarios. La solución ayuda a los clínicos a tener acceso rápidamente a la información del paciente.
- **iMedica Corporation:** Es un pionero de las soluciones electrónicas de los expedientes de la salud. Esta corporación se ha encargado de la realización de un sistema del cual dicen ser la manera más rápida de documentar un encuentro médico. El sistema incluye un agente clínico del conocimiento con información que cubre 24 diversas especialidades y sub-especialidades.
- **Emdeon:** La práctica de Emdeon mantiene ofertas y una amplia gama de la práctica completamente integrada y de los sistemas de gerencias clínicos para las prácticas médicas de todos los tamaños y especialidad, incluyendo la radiología y las soluciones de PACS. (Microsoft 2005)

Para el control de la calidad en la fabricación de dispositivos médicos existe una norma internacional. Esta es la ISO 13485 que se basa en datos científicos, técnicos, experimentales y consolidados. Tiene como meta la obtención del máximo beneficio para la comunidad.

Los dispositivos médicos destinados a un uso mundial deben ajustarse a las normas internacionales [ISO (International Standards Organization) e IEC (International Electrotechnical Commission)]. Una norma puede ser reconocida en parte o en su totalidad, siempre que esté bien definida. También pueden reconocerse varias normas a las que deban ajustarse las especificaciones de un dispositivo determinado.

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

La conformidad de un dispositivo médico puede ser evaluada tanto por entidades independientes acreditadas, como por un organismo notificado. (Devices 2003).

Se puede confirmar que a través de la implementación de aplicaciones médicas, la Informática Médica se ha ido desarrollando cada vez más, alcanzando así una mayor calidad en los servicios hospitalarios, además de facilitar la labor de los trabajadores de la salud, por lo que el uso de estos sistemas requiere gran importancia mundial.

1.2 Sistemas de Información Hospitalarios (HIS)

Los Sistemas Informáticos aplicables a los Cuidados Informatizados de la Salud (especialmente los HIS) se vienen investigando y desarrollando desde la década del 60, por especialistas de distintas partes del mundo.

El respaldo al desarrollo de estos sistemas (HIS), en su comienzo, se debe principalmente al Centro Nacional de Investigación y Servicios de Salud (National Center of Research & Health Services - 1968), el cual perseguía como objetivo crear un organismo que sirviera de base para el desarrollo de un HIS referente al cuidado de pacientes e información administrativa en hospitales. Así se inició el uso de computadores y aplicaciones orientados a labores administrativas en ambientes multiusuarios y multitareas.

Los primeros HIS fueron sistemas que transmitían ordenes de servicio y estudio, suministro de medicamentos, que generaban cargos y consultaban resultados de estudios laboratorios. Eran sistemas diseñados para administrar información clínica, así como para satisfacer “algunos” requerimientos de información para médicos. Su principal objetivo era una vez capturados los datos, utilizarlos en todos los sistemas donde fueran necesario. Esto se debía a que la información era procesada y almacenada en un mismo lugar, pero no era integral, por lo tanto se debían “conectar” todas las partes de un hospital en un único HIS y así la información podría ser integral.

Mientras esto sucedía los HIS eran: “Islas Computarizadas”, un número considerable de sistemas –islas - dentro de la misma organización y sin ninguna integridad de datos entre ellos.

El primer sistema “en línea” usado en un hospital fue: un Sistema Centralizado que se ejecutaba en una computadora muy grande (tamaño) y difícil de utilizar además de tener baja capacidad y rendimiento. El número de terminales que podían ser conectadas era limitado y la economía de este sistema era incierta y dudosa. Las razones para mantener un sistema así funcionando eran para tener acceso a la información con propósitos de planeación y la producción de estadísticas del hospital. Pero la resistencia contra el uso del HIS llegó a ser muy fuerte y la razón principal fue que los requerimientos fueron definidos por el grupo de sistemas y no por los usuarios del hospital. Aquí es cuando surge la idea de recolectar y dar seguimiento a las necesidades del usuario y que además se utilizara la información del HIS para

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

propósitos de enseñanza. La conclusión de estos intentos fue obvia, la investigación y la enseñanza tienen diferentes demandas de información y satisfacer ambas necesidades a la vez implicaba iniciar proyectos especiales y específicos para cada área no de manera integral. Por lo tanto todavía no se lograban los propósitos principales del sistema.

Luego gracias a que floreció la edad de la Computadora Personal, miniaturización de componentes, algunos sistemas especializados por departamentos empezaron a desarrollarse. Ejecutándose así su bien definido conjunto de tareas asociadas a sus áreas. También los costos disminuyeron y se pudieron resolver más problemas. Se generó la necesidad de compartir información, debido a que se tenía resuelto los problemas de manera aislada, pero no se podía compartir información. Surgió así la tecnología de red, la cual motivó a un segundo intento por desarrollar HIS sobre infraestructuras de redes locales.

Las metas que guiaron el desarrollo de los HIS, “sorpresivamente” son las mismas que en la actualidad se persiguen:

- Hacer posible la planeación a corto y a largo plazo para el control de los recursos utilizados en el cuidado de la salud.
- Dar seguimiento a un procedimiento clínico desde el punto de vista administrativo, financiero y médico.
- Reducir los costos.
- Obtener el costo justo y correcto de los tratamientos y cuidados de salud.
- Incrementar la calidad de la información médica, administrativa y financiera.
- Mantener la información relacionada a un paciente de manera conjunta para un uso posterior.
- Incrementar la calidad de servicio a un paciente.
- Mejorar y agilizar los procesos y cambios en la organización. (Farrera. 2005).

En la actualidad los HIS se han dividido en módulos o sistemas dentro de los que se encuentran:

MIS (Management Information System): Sistemas que permiten agilizar y controlar las funciones operativas, además de autorizar la gestión de la información en los diferentes módulos administrativos que apoyan a la organización. Optimizando la productividad y el uso de recursos para apoyar la toma de decisiones.

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

NIS (Nursing Information System): Sistemas de gran actividad e interacción con los diferentes sistemas no solo el Clínico, sino también con el Administrativo y con el de Laboratorio. Es el encargado de integrar al personal de enfermería a la sistematización de procesos agilizando, liberando la carga de trabajo para la atención con calidad al paciente.

CIS (Clinical Information System): El Sistema de Información Clínica, es el módulo del HIS que apoya fundamentalmente las funciones del médico y su entorno. Es una herramienta creada para reducir el tiempo de trabajo e incrementar la eficacia y seguridad de la recopilación. Almacena y consulta la información contenida en el Expediente Clínico y las actividades relacionadas con el cuidado de la salud del paciente, así como el procesamiento de la información para la obtención de reportes y estadísticas que apoyen la administración del hospital. (CIM 2005).

Estos módulos no son los únicos, pueden existir más de acuerdo al producto como tal y a las necesidades de cada hospital.

Entre las múltiples tareas que debe realizar un HIS para su buen funcionamiento se encuentran entre otras:

- Permitir el control administrativo de pacientes hospitalizados durante su internamiento, de pacientes de corta estancia o ambulatorios. Así como el registro de pacientes externos en una unidad hospitalaria.
- Ingresar la información relevante del paciente así como la asignación y control de cuartos dentro del hospital.
- Controlar el acceso del paciente a las diferentes áreas hospitalarias, registrando las prestaciones otorgadas al paciente directamente en el servicio donde se otorgaron.
- Administrar la programación y asignación de quirófanos, así como el registro de las cirugías (tiempos, suministros y medicamentos).
- Controlar la entrada de medicamentos y suministros a las farmacias. Controlar además el despacho de estos artículos a pacientes, a las diferentes áreas hospitalarias y a distintas farmacias dentro del hospital.
- Controlar el egreso del paciente registrando el tipo de egreso y sus diagnósticos.

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

- Hacer posible el control de las transferencias o movimientos de los pacientes entre las diferentes áreas de hospitalización.
- Llevar el control electrónico del expediente médico: diagnósticos, estudios, movimiento del paciente dentro del hospital, notas médicas, etc.
- Controlar en forma completa y detallada la cobranza a las empresas con convenios.

El HIS en su trabajo utiliza estándares generales y específicos. Dentro de los generales están el TCP/IP y el SQL, que son los estándares reales con los que cuenta y a través de los cuales funciona. Dentro de los específicos cuenta con el estándar HL7 que le permite definir formatos de mensajes a alto nivel para interactuar con otros sistemas como el RIS.

Esto ha transformado a través del tiempo al HIS en el sistema principal de un hospital donde muchos otros sistemas se les han integrado tales como: (LIS, RIS, PACS) que han convertido al HIS en la columna vertebral de todo el sistema informático de un recinto de salud.

1.3 Sistema de Información del Laboratorio (LIS)

El LIS maneja la información del laboratorio para todas las disciplinas tales como la química clínica, hematología y de microbiología. Sus inicios se remontan casi a los del HIS, ya que en esas investigaciones llevadas a cabo siempre la integración del laboratorio se desarrollaba también, ya sea como un módulo o como un sistema aparte.

El sistema de información del laboratorio debe conectarse a menudo con instrumentos necesarios para el trabajo en los laboratorios. Esto lo hacen a través de las interfaces múltiples de los instrumentos por lo que estos sistemas deben ser altamente configurables. Los LIS también se comunican con otros sistemas usando estándares clínicos de información como el HL7 y a través del código de clasificación LONIC (Identidades, Nombres y Códigos de la Observación del Laboratorio) se pueden comunicar para intercambiar sus resultados con otros sistemas de laboratorios. (LIS 2006)

En la actualidad existen muchos sistemas de este tipo en el mundo, desarrollados por distintas empresas según las características que se deseen en cada centro hospitalario. A continuación se mostrarán dos de estos sistemas, presentando con ellos sus principales características, tendencias y ventajas. Primeramente tenemos el sistema **CONLAB LIS**: este es un sistema de información y manejo administrativo para Laboratorios Clínicos, de fácil empleo y muy amigable para el usuario final. Está escrito con productos de Microsoft®, lo cual garantiza un constante mejoramiento de la aplicación a costos razonables. Cumple con todas las necesidades de la vida diaria de los Laboratorios Clínicos de Centro América, Sur América y Europa, pues ha sido diseñado luego de un estudio de las necesidades de estas regiones.

Sus principales características son:

- Plataforma en Visual Basic, Access, SQL y Windows NT/2000.
- Crecimiento ilimitado.
- Ingreso de pacientes con ilimitado número de listados de precios, descuentos y recargos.
- Maneja cargos, como pagos, bonos, franquicias y otros.
- Ingreso de pacientes desde sitios remotos como Laboratorios satélites y oficinas de Médicos.

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

- Impresión de recibo de pago para el paciente y etiquetas con código de barra para identificación de las muestras.
- Hojas de flebotomía y recibo de las muestras tomadas o llegadas al Laboratorio.
- Múltiples listados de trabajo, configurables por el usuario.
- Captura de resultados de igual forma a los listados de trabajo.
- Interfases listas para su uso, con más de 400 equipos.
- Verificación de los resultados anormales por filtro automático.
- Firma electrónica de los resultados.
- Envío de resultados por fax, e mail, o a estaciones remotas.
- Múltiples listados internos para asegurar el control de la información dentro del Laboratorio.
- Resumen del final del día, con amplia información científica, estadística administrativa y contable.
- Resúmenes de fin de mes y fin de año, con igual información.
- Formato de facturación configurable.
- Cumple necesidades fundamentales de los sistemas de salud de centro y sur América.
- Interactúa con los otros programas de la serie Conlab® (CONLAB 2007)

El otro sistema es el **xLab**: este es un sistema para el apoyo operacional y el control administrativo integral de un laboratorio de análisis clínicos. Proporciona una herramienta eficiente para el manejo de los pacientes y sus resultados, así como para la administración de las diversas funciones de un laboratorio. Cuenta además con un acceso controlado para compartir la información de los pacientes así como para la transcripción de resultados, la facturación de los cargos del laboratorio y su cobranza en forma expedita. Incluye un control de inventarios para el manejo de los suministros utilizados dentro del servicio. Permite la captura de resultados tanto de tipo numérico como textual con diversas herramientas de ayuda como captura guiada, teclas de función programables, etc.

El sistema **xLab** tiene la capacidad de conectarse a un sistema hospitalario de forma automática o por medio de interfaces. Esto lo hace para acceder o actualizar la información de pacientes, el expediente clínico, así como la información administrativa de facturación y cobranza.

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

Sus principales características son:

- Aprovecha todas las ventajas de una aplicación diseñada y desarrollada para Windows: interfaz de usuario gráfica y amigable, capacidad de compartir la información con otras aplicaciones de Windows como Word, Excel o Access entre otras.
- Permite la utilización de prácticamente cualquier base de datos para el almacenamiento de la información de pacientes y resultados.
- Disponible en versión monousuario o multiusuario (red).

Este sistema representa una nueva generación de sistemas de información de laboratorios (LIS) donde se ha integrado la experiencia de numerosos profesionales y de expertos en tecnología de información. Esto para obtener un sistema flexible, fácil de utilizar, económico y fácilmente expandible. (Virtus 2007)

A través de la ejemplificación de estos dos sistemas se han podido comprobar las ventajas que ofrece un LIS para el buen funcionamiento de un centro de atención médica, así como las mejoras que la integración de este proporcionaría, justificando con esto la importancia del uso de este sistema.

1.4 Sistema de Información de la Radiología (RIS) y Sistema de Almacenamiento y Gestión de Imágenes (PACS)

Remitirse a los antecedentes del RIS y del PACS es referirse a: radiografías, escáneres, resonancias magnéticas, mamografías y un largo etcétera de placas e imágenes médicas que se acumulan a lo largo de la vida de cualquier mortal. El inconveniente de tener tantas de estas imágenes médicas está en el hecho de no saber que hacer con ellas.

En muchos hospitales y clínicas hasta hace poco estos exámenes eran enviados a enormes almacenes donde se acumulaban por años y años y si alguien llegaba a necesitar una radiografía antigua, encontrarla podía ser una hazaña y encontrarla en buen estado, otra hazaña más grande aún. Por todo esto, esos archivos se fueron acabando y se trasladó la responsabilidad de la conservación de las imágenes al paciente, pero usualmente las personas terminan botándolas y eso es crítico. En todas las exploraciones es importante contar con las imágenes previas y los estudios anteriores, que orientan al médico y benefician al paciente, ya que indican si se deben hacer o no otras exploraciones.

Por suerte esa antigua perspectiva cambió, gracias a los nuevos sistemas informáticos hospitalarios, que permiten digitalizar esas placas y convertir los procesos de diagnóstico en sistemas informáticos con respaldo, seguridad y validación de la información del paciente. (Carrasco 2007).

Los primeros RIS fueron utilizados en los años 70 y su primera utilización estuvo centrada en el manejo y almacenamiento de la información de la radiología, aunque es un sistema informático que asiste también la recuperación de la información. (RIS 2006).

Un RIS desempeña generalmente las siguientes funciones: registro y seguimiento de los pacientes; programación de los exámenes, reporte de resultados y generación y almacenamiento de los reportes. Manejo de archivos de películas, administración y conversiones de bases de datos, facturación, contabilidad y envío automático de los reportes a los médicos remitentes por fax. Algunos RIS están dedicados a una modalidad por ejemplo: reportes de mamografías.

Este sistema por lo general consta de uno o más servidores, un sistema operativo (como Microsoft Windows), un sistema de administración de bases de datos (por ejemplo, Oracle), programas de

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

aplicación de *software* con características administrativas, dispositivos de almacenamiento, periféricos (tales como equipos de códigos de barras) y hardware y software de redes.

Uno de los aspectos más importantes de un RIS en la actualidad es su capacidad de interconectarse con otras redes y sistemas hospitalarios. Con esto proporciona la aceptación automática de la información demográfica de los pacientes, la transferencia de datos de los exámenes y la recuperación de la historia de los pacientes. Es por eso que este sistema debe ser capaz de interconectarse con el PACS y el HIS, además de otros sistemas departamentales, de facturación y dictados digitales. Pero como los proveedores adoptan diferentes enfoques para los sistemas de información, se han desarrollado estándares de comunicación para permitir que el RIS sea integrado a estos otros sistemas de información.

Estos estándares son el HL7 y DICOM, por lo que el RIS también debe ser compatible con ellos. Además el sistema debe tener la posibilidad de ser ampliado y de incorporar fácilmente nuevas tecnologías sin afectar su funcionamiento. Debe incluir funciones tales como programación, seguimiento de los pacientes, informes de resultados, archivos para docencia, control de la calidad, inventarios e informes de productividad. Este sistema debe apoyar y resaltar las actividades del departamento de radiología o el centro de imágenes.

Mientras que todos los beneficios del RIS sirven para automatizar ciertos procesos y mejorar el flujo de trabajo de los departamentos, algunos tienen la capacidad de crear un flujo de trabajo sin papeles, mediante la incorporación de solicitudes electrónicas, formularios de consentimiento y otra información que anteriormente se conservaba en el papel.

Se estima que en los próximos años, la tecnología RIS tendrá mucha más prevalencia en el mejoramiento continuo de la calidad y las aplicaciones de manejo de la atención médica. Pondrá énfasis en el acceso inconsútil a las imágenes y a la información acerca de los pacientes, ofrecerá funciones más especializadas para las mamografías y la medicina nuclear y será una parte integral en el funcionamiento eficiente del departamento de radiología de cualquier centro médico.

Los sistemas de archivo y comunicación de imagen (PACS) se han desarrollado como respuesta tecnológica al difícil manejo de la creciente cantidad de información que proviene de los distintos métodos de diagnóstico por la imagen.

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

Los principios de los sistemas PACS fueron discutidos en la década de los 80, surgiendo así estos sistemas que tienen la capacidad de proporcionar un acceso entregado, eficiente y oportuno a las imágenes, a las interpretaciones y a los datos relacionados a través de la organización. Esto ayuda a facilitar consultas entre los médicos que pueden ahora, tener acceso simultáneamente a las mismas imágenes sobre redes, conduciendo a un proceso mejor del diagnóstico de los pacientes.

Estos sistemas han sido muy beneficiosos para los médicos en situaciones de la emergencia, pues no necesitan esperar períodos largos para ver las imágenes radiológicas de un paciente porque estas se pueden encontrar disponibles en la red de forma inmediata. Otro de sus beneficios está dado por la capacidad digital de realzar las imágenes, proporcionando imágenes detalladas y más agudas. Esto proporciona una mejor capacidad de diagnóstico en los exámenes radiológicos. (PACS 2006).

Un sistema de esta naturaleza está compuesto por módulos de adquisición para todas las modalidades de imagen: Radiografía Computada (RC), Ecografía, Tomografía Computada (TC), Fluoroscopia Digital (FD) y Resonancia Magnética (RM), un ordenador central, un archivo automático de discos ópticos, y una red de estaciones de visualización y diagnóstico las imágenes.

Un sistema completo de PACS debe proporcionar un solo punto de acceso para las imágenes y sus datos asociados, es decir debe apoyar modalidades múltiples, además de poder interconectarse con otros sistemas. Las imágenes son adquiridas, archivadas y recuperadas sobre una red para el diagnóstico y la revisión por los médicos. Estas imágenes se pueden interpretar y ver en los puestos de trabajo, que pueden a la vez funcionar como estaciones del archivo para el almacenamiento de las imágenes.

Los requisitos de una estación de trabajo que utilice un sistema PACS son:

- Comunicación totalmente basada en estándares DICOM
- Alto desempeño del hardware para el manejo de imágenes.
- Protocolos específicos de impresión y seguridad.
- Software con herramientas específicas en radiología: mediciones, y contraste. (Siemens 2007)

Los sistemas PACS ofrecen una alternativa en el manejo de imágenes digitales en forma eficiente y a gran escala, a través de dispositivos conectados en red. El conjunto de estos dispositivos ofrecen una serie de servicios que dan soporte a la operatividad de un área (radiología en el caso de aplicaciones médicas).

Capítulo 1: Sistemas Informatizados Hospitalarios

Entre las características que los sistemas PACS deben ofrecer para obtener una buena aceptación en el medio clínico, se deben considerar: la facilidad de uso, rapidez, seguridad en el acceso de imágenes y la calidad en su presentación. Además, se pueden aprovechar las facilidades de la tecnología computacional para ofrecer funciones adicionales.

El PACS cuenta con una pieza central denominada "archivo digital de imágenes e informes". Es gracias a este archivo que las imágenes e informes están disponibles en cualquier momento y en cualquier sitio. El archivo digital es por esencia un archivo ordenado y clasificado, permite toda clase de búsquedas: por fecha, estudio, modalidad, nombre, número, código, etc., en tiempos brevísimos. Además, pueden crearse archivos especiales de acuerdo a necesidades e intereses de los médicos, ya sea por región anatómica, patología o tipo de estudio, y para utilizarlos en protocolos de investigación o enseñanza.

Salvo catástrofe electrónica, en el archivo digital no hay pérdidas de estudios ni de imágenes. Las imágenes pueden exportarse a otros medios, por ejemplo, a correo electrónico, a Power point, etc. El archivo puede también crecer y compartirse en forma remota con otras instituciones en la misma ciudad o país.

La arquitectura con la que cuentan estos sistemas puede variar según los desarrolladores, generalmente está compuesta por una red que consiste típicamente en un servidor central que almacena una base de datos que contiene las imágenes. Este servidor está conectado a uno o más clientes a través de redes LAN o WAN que proporcionen o utilicen las imágenes. El software se carga vía ActiveX, Java, o .NET Framework y los sitios de trabajo del cliente van a poder utilizar los periféricos locales para las películas de la imagen de la explotación en el sistema. (Jimenez 2006).

Resumiendo las ventajas que posibilitan el uso del PACS tenemos:

Accesibilidad

- Adquisición y manejo estándar de las imágenes.
- Estaciones de trabajo localizadas donde se necesitan.
- Imágenes disponibles siempre.

Visualización múltiple

- Visualización de una misma imagen en distintos lugares al mismo tiempo.
- Acceso a todos tipos de información adicional.
 - Conexión con el sistema de información radiológica.
 - Conexión con el sistema de información hospitalaria.
 - Disminución del tiempo de espera en un factor de 10.

Facilidad de Almacenamiento

- Formatos estándar para todas las imágenes.
- Agrupamiento de la manera más conveniente.
 - Por patología.
 - Por paciente.
 - A distintas resoluciones según la necesidad.

Seguridad

- Reducción al mínimo del riesgo de pérdida de los archivos.
- Acceso restringido si se desea asegurar la privacidad.
- Disminución de la exposición del paciente a radiaciones ionizantes.
 - Evitar estudios duplicados
 - Rescate de imágenes "malas" por medio del procesamiento digital de las mismas.

Economía

- Reducción de los costos
 - Espacio físico
 - Personal
 - Productos químicos
 - placas y productos
- Incremento en la velocidad de obtención de datos relevantes.
- Aprovechamiento de la información disponible pero nunca antes empleada.

Empleo de Bases de Datos

- Seguimiento de pacientes a largo plazo
- Comparación entre poblaciones.
- Comparación entre procedimientos terapéuticos.
- Comparación con imágenes "típicas".
- Enlace entre sistemas de información hospitalaria.

Las ventajas adicionales que proporciona un sistema PACS permiten ver que en un futuro próximo todos los fabricantes internacionales de equipos de imagenología propondrán cada vez más insistentemente soluciones 100% digitales.

La introducción de las tecnologías de la proyección de imagen digital mejorada y de la red de ordenadores, junto con el adelanto de los estándares DICOM y HL7 han puesto a los sistemas RIS y PACS como solución ideal para manejar información e imágenes radiológicas. (Hospital 2007)

Desde los años 90, las organizaciones han tomado las medidas para integrar completamente PACS con RIS, así cuando las características básicas se adaptan a la adquisición, el proceso y el almacenaje de la información radiológica, se convierte en la responsabilidad del RIS y el resto, por supuesto, del PACS.

El reconocimiento de la importancia de la integración ha conducido a un número de surtidores a desarrollar sistemas completamente integrados de RIS/PACS. Estos pueden ofrecer un gran número de características avanzadas. Estos supersistemas llamados RIS/PACS van inevitablemente acompañados. El RIS maneja los procesos informatizadamente y el PACS archiva y maneja las imágenes de los pacientes.

El PACS es hoy una herramienta fundamental para la investigación y para la enseñanza de la radiología. Gracias a la riqueza que representa tener en disponibilidad inmediata un archivo clasificado, donde no hay pérdidas y que está a disposición general de los médicos residentes, de los médicos especialistas en imágenes y de los médicos de la institución, se convierte en una fuente inagotable para la educación y la investigación. Las revisiones de estudios, la educación, los protocolos prospectivos de investigación, los cursos y sesiones y las publicaciones encuentran en el PACS un singular apoyo. (Stoopen 2007).

1.5 Conclusiones Parciales

En este capítulo la investigación se ha centrado en la experiencia nacional e internacional del uso de los sistemas de estudio (dígase el HIS, LIS, RIS y PACS) a través de ejemplos de los mismos, así como la actualidad del mercado, las normas de calidad, las características de cada uno, la arquitectura, etc. Comprobando así la importancia de la implementación de estos sistemas en el ámbito mundial de la salud, debido a las ventajas que ofrecen de organización, trabajo, calidad, recopilación de información e integración, ventajas las cuales ya han sido probadas en numerosos centros de atención médica del mundo con mucho éxito en los mismos.

Capítulo 2

Interacción entre los sistemas: estándares de comunicación

En muchos de los hospitales que cuentan hoy día con sistemas informatizados, que ayudan a los profesionales de la salud a mejorar sus servicios haciéndolos más rápidos, eficaces y seguros, no existe ningún tipo de interacción; o sea cada uno se desarrolla por su lado sin ninguna relación con los otros.

Los datos de los pacientes, necesarios en cada sistema, son muchas veces diferentes debido a que cada especialista introduce estos datos cuando sea necesario y de la forma que mejor entienda. Por lo que los identificadores del paciente pueden ser diferentes en cada sistema. Sin contar que muchas veces se hace imposible acceder a la historia clínica que pueda tener un paciente en otro hospital.

De todo esto surge un gran problema: los sistemas implantados en los hospitales (HIS, RIS, LIS, PACS) son islas de información dentro de la empresa de salud y tanto los Centro de Atención Primaria como los Hospitales Generales, los Hospitales Terciarios y la Administración Sanitaria son islas de información entre administraciones de salud.

Esto provoca que, por ejemplo: cuando un paciente requiera de una prueba que utilice imágenes, para introducir los datos en el equipo a manipular necesitará utilizar DICOM para la transferencia de imágenes, pero estas imágenes no contarán con los datos del paciente que típicamente se encuentra en el RIS y que para enviarla quizás pueda utilizar el DICOM, pero sino será preciso introducirlos manualmente. Ahora de donde obtiene estos datos el RIS, evidentemente del sistema de admisiones que está en el HIS y que con suerte podrá obtener si este sistema entiende el HL7, estándar con el que trabaja el RIS, de lo contrario habrá que utilizar una integración a medida o introducirlos nuevamente a mano.

Toda esta falta de interoperabilidad entre los Sistemas de Información de la Salud induce a una redundancia de información que lo que trae es un mayor gasto a la hora de implantar estos sistemas en los centros hospitalarios, pues es necesario mas recursos de memoria para guardar todos estos datos muchas veces repetido en todos los sistemas; la clave está en hallar soluciones comunes.

Capítulo 2: Estándares de Comunicación

Estas soluciones pueden estar centradas en la utilización de IHE (Integrating the Healthcare Enterprise: Integrando la Empresa Sanitaria) que establece una coordinación de estándares: HL7 y DICOM. Esta es una iniciativa para mejorar la integración de los sistemas de información sanitarios, eliminando las barreras de acceso a la información de los pacientes, mejorando la calidad y el coste de los servicios sanitarios. Para los gestores sanitarios este estándar facilita la tarea de toma de decisiones a la hora de adquirir diferentes sistemas, gracias los Certificados de Integración. Por lo tanto, contribuye a disminuir los gastos, aumenta la eficiencia del personal, minimiza los problemas de integración y, en definitiva, mejora la atención para la salud.

Estas siglas no nombran un estándar, pues el IHE es mas bien una recomendación de uso de estándares existentes, creada como una organización cuya misión es el desarrollo y la promoción de los estándares médicos en general. Compuesta por un conjunto de especificaciones organizadas en un grupo de Perfiles de Integración, es una magnífica respuesta a la gran problemática de la integración de los Sistemas de Información Sanitarios.

El proceso para la adopción coordinada de estándares tiene como objetivo fundamental:

- Acelerar la adopción de soluciones de integración basadas en los estándares DICOM y HL7 aplicados de forma concreta.
- Promover la cooperación y comunicación entre la industria, usuarios y organizaciones sanitarias.
- Mejorar la disponibilidad de información médica para la toma de decisiones en la atención al paciente.
- Mejorar la eficiencia y eficacia de la práctica clínica. (Stoopen 2007).

2.1 Estándar HL7

El HL7 es un estándar para el intercambio electrónico de datos de sanidad introducido en 1987 y propuesto por la organización Health Level Seven, que permite la interoperabilidad entre aplicaciones de sistemas de salud en distintas partes del mundo.

Este estándar surge en un intento por simplificar la facturación y estandarizar la información que tenían los sistemas hospitalarios. El número siete del HL7 se refiere a la capa 7 del modelo OSI (Sistemas Abiertos de Interconexión) la cual es la capa de aplicación. Por lo tanto, esta es una norma de aplicación que trata la comunicación de datos capaces de generarse en las aplicaciones médicas para compartir elementos clave de la información de los pacientes. Esta capa soporta una variedad de funciones incluyendo chequeos de seguridad, negociaciones de mecanismos de intercambio, identificación, disponibilidad, y por supuesto, la estructura de intercambio. (Alarcón 2005)

HL7 Estandariza los protocolos y estructuras de datos a nivel de aplicación, proporcionando un framework básico para la integración de sistemas de salud manejando funciones HIS, tales como órdenes de ingreso, registros, admisión/descarga/transferencia (ADT); facturación e informes de resultados, así como un intercambio de información clínica entre el HIS y otros sistemas de información. Define además una estructura de datos por posiciones y es comúnmente utilizado para compartir datos de un paciente. Utiliza para el intercambio de mensajes entre sistemas o aplicaciones un protocolo de transporte basado en TCP/IP denominado Minimal Lower-layer Protocol (MLLP). (Siemon 2007)

El HL7 permite interconectar e integrar información entre HIS, RIS y otros sistemas de información, como el de laboratorios, siempre y cuando todos se comuniquen a través del lenguaje HL7.

La utilización de HL7 se destaca por:

- Ser un estándar independiente de la tecnología y de la plataforma.
- Posibilita el intercambio de información entre aplicaciones desarrolladas por diferentes proveedores.
- Reduce los costos de programación en el desarrollo y mantenimiento de interfaces.

- Es Flexible, porque es posible desarrollar aplicaciones en diferentes entornos tecnológicos y conectarlas entre si.
- Está ampliamente probado, HL7 ya fue implementado en varias partes del mundo: Canadá, Estados Unidos, Japón, Australia, y varias regiones de Europa.
- Es versátil, da respuesta a las necesidades de los distintos servicios de salud, independientemente del nivel (hospital, municipal o provincial) o área (administración de pacientes, laboratorio, farmacia, etc.).
- Es abierto, HL7 es un estándar no-propietario desarrollado por usuarios, proveedores de software y demás interesados en los sistemas de información para el área salud.
- Es reconocido, HL7 tiene alianzas formales con otras organizaciones desarrolladoras de estándares, y está representada en las iniciativas de estándares internacionales, como el Comité Técnico de Información para Salud de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO)

2.1.1 Intercambio de información de HL7

HL7 ha desarrollado un **Modelo de Información de Referencia (RIM)** que es la base del intercambio de información del nuevo estándar.

El RIM es un modelo de información del dominio de la salud, construido con la metodología UML (Unified Modeling Language) de modelado del Object Management Group, desarrollo en el que se ha involucrado a decenas de expertos. Incluye un modelo formal de vocabulario, consistente con el **UMLS (Unified Medical Language System)** de la Biblioteca Nacional de Medicina.

La estructura de mensajes se deriva estrictamente de la estructura de información expresada en el RIM, y ciertos tipos de datos predefinidos, que conjuntamente enfrentan las semánticas para describir cantidades definidas e indefinidas, completas o parcialmente codificadas. Esto permite una descripción semántica más rigurosa de los campos de datos, reduciendo la necesidad de análisis específicos por sitio, y por lo tanto, disminuyendo los costos de implementación.

2.1.2 Estructura de los mensajes HL7. Los mensajes ADT (admisión/descarga/transferencia) como ejemplo

El conjunto de mensajes ADT transmite datos que contienen información demográfica sobre pacientes, así como información sobre los eventos de resignación, admisión, derivación interna y externa, alta y visitas de los mismos. Dado que virtualmente todos los programas de aplicación asimilados a una red hospitalaria requieren información sobre pacientes, esta variedad de transacciones es una de las más frecuentemente observadas. Generalmente, la información que identifica al paciente y a los motivos de su acceso al sistema es ingresada a través de un sistema específico de registro, y trasladada desde allí a otros sistemas: de historia clínica, de registro de servicios auxiliares - laboratorio, radiología. etc.

El conjunto de mensajes ADT codifica 37 eventos diferentes (Anexo 1)

Los segmentos obligatorios corresponden al encabezado del mensaje (MSH), al codificador de evento (EVN), al segmento que contiene información sobre el paciente (PID) y al que codifica los datos correspondientes al proceso de visita (PV1).

- El segmento de encabezamiento del mensaje (MSH -Message Header-).

El segmento de encabezamiento del mensaje define el propósito del mismo, a su remitente y destinatario, y a los detalles de sintaxis de la totalidad del mensaje. Al igual que la totalidad de los segmentos que componen el HL7, en MSH se identifica como tal por presentar el código de tres caracteres que lo identifica al principio del mismo.

- El segmento de Evento del mensaje (EVN -Event-).

El segmento de Evento del mensaje, indicado por la aparición de EVN al comienzo del segmento, comunica información sobre un evento particular en un proceso de atención de la salud referenciado por el mensaje y siempre señala una variedad de alguno de los mensajes del HL7

- El segmento de Identificación de Paciente del mensaje (PID -Patient Identification-).

El segmento de referencia contiene información demográfica acerca del paciente, y es utilizado por virtualmente todos los sistemas de una red hospitalaria para transmitir la información que permite identificar al mismo.

- El segmento de Visita de Paciente del mensaje (PV1 -Patient Visit-).

El segmento en cuestión contiene la información referente a una o más visitas del paciente a la institución.

Como habrá podido observarse, el mensaje tiene una estructura sumamente sencilla en términos electrónicos, y es fácilmente transportable e interpretable por virtualmente cualquier sistema o aplicación. HL7 solo busca ofrecer un formato de datos que todos los sistemas puedan conocer, evitando así la necesidad de trabajar sobre una nueva interfase toda vez que una nueva aplicación se suma a los recursos informáticos compartidos por un sistema de atención de la salud.

(BIOCOM 2007)

2.1.3 Herramientas de mensajería

El uso de HL7 también implica que se cuente con varias herramientas, frameworks y soluciones que faciliten la calidad en la comunicación, además del trabajo de implementación del estándar.

Mirth Mith es una de esas soluciones, este es un motor con interfaz HL7 de plataformas cruzadas de código abierto que permite el envío bidireccional de mensajes HL7 entre sistemas y aplicaciones sobre múltiples capas de transporte.

Utilizando un bus framework de servicio empresarial y una arquitectura orientada a canales, Mirth permite el filtrado de mensajes, el transformado, y el enrutamiento de los mismos en base a una regla definida por el usuario.

Para integrar los servicios con los sistemas HL7, se debe implementar una capa de adaptación para transformar los mensajes entre el dominio de la aplicación y el del dominio de HL7. Mirth hace que este paso sea fácil proporcionando el framework para la conexión de sistemas dispares con los protocolos establecidos en los adaptadores y las herramientas de transformación de mensajes.

Mirth utiliza una arquitectura basada en canales para conectar los sistemas con otros sistemas HL7, además de que permite generar mensajes HL7 a partir de una fuente de datos.

Chameleon es otra de las herramientas de mensajería HL7, especialmente diseñada de forma sencilla de utilizar y sin perder todo tipo de prestaciones, su uso ofrece:

- Compatibilidad con cualquier sistema (ej. LIS, HIS, etc.).
- Integración total con las funciones de HL7 a través de interfaces sencillas.
- Documentación excepcional de ayuda.
- Es escalable, de configuración sencilla, eliminando necesidades de recodificación.
- Control total sobre el código.
- Soporta todos los sistemas operativos importantes incluyendo la familia del Microsoft Windows de sistemas operativos así como OS X del Unix, de Linux, de Solaris, del Mac, y muchos más
- Es multilinguaje, apoya interfaces nativas en cada lenguaje de programación importante: Java, C++, C#, básico visual, Delphi, .NET, y más.
- Prevé la dirección intuitiva de los formatos de encargo del mensaje HL7.

2.2 Estándar DICOM

Las necesidades de almacenamiento y manipulación de imágenes médicas surge a partir de los años 70's como consecuencia del nacimiento de la tomografía computarizada (CT Computed Tomography) como medio de diagnóstico basado en imágenes digitales. Desde entonces, se han desarrollado diferentes técnicas en la obtención de imágenes como la medicina nuclear (NM Nuclear Medicine), la resonancia magnética (MR-Magnetic Resonance), la radiografía computarizada (CR- Computed Radiography) y la angiografía por sustracción digital (DSA-Digital Subtraction Angiography), entre otras. Estas técnicas han contribuido a la generación de diferentes tipos de imágenes médicas digitales para diagnóstico, junto con el consecuente incremento en la producción de las mismas. Con el fin de facilitar el uso efectivo de estos equipos y sus imágenes, se desarrolló una norma: la "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Standard".

DICOM es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de estas imágenes, además de facilitar el intercambio de información digital entre los dispositivos médicos.

Este estándar fue desarrollado en 1983, donde el Colegio Estadounidense de Radiología (ACR) y la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) formaron un comité cuya misión era hallar o desarrollar una interfaz entre el equipamiento y cualquier otro dispositivo que el usuario quisiera conectar. Este estándar define protocolos que permiten la comunicación de imágenes digitales e información asociada. Provee también interfases de comunicación con otros sistemas y la especificación de los datos a guardar en los distintos tipos de archivos Imágenes.(Telecom 2004)

Debido a restricciones de red, las imágenes DICOM pueden ser comprimidas en forma lossy o lossless. En un esquema de compresión lossy, parte de las imágenes se pierde cuando la imagen se descomprime. La pérdida puede ser por información redundante o información que no tiene un efecto adverso en la calidad de la imagen para el ojo humano. En una compresión lossless, la imagen entera se recupera sin pérdidas de bits adicionales. Ambos esquemas de compresión son necesarios debido a las redes más lentas y demandas de almacenaje. (Siemon 2007)

DICOM está basado en conceptos que son habituales en el entorno de la Programación Orientada a Objetos (POO), por lo que define objetos que incluyen imágenes, refiriéndose siempre a los mismos a través de las distintas operaciones que soporta.

En la actualidad el desarrollo de DICOM marcha lentamente, ya que este se utiliza solamente para el tratamiento de imágenes, lo cual constituye una aplicación muy particular comparada con otros estándares, esto por supuesto, afecta también el estudio y comprensión del mismo, ya que no existen muchos tutoriales y documentos para su aprendizaje lo que constituye un reto.

2.2.1 Formato de un archivo DICOM

El estándar describe el formato de archivos y la especificación de los datos primordiales de un paciente en la imagen así como el encabezado requeridos, describiendo un lenguaje común a distintos sistemas médicos. De esta forma las imágenes vienen acompañadas de mediciones, cálculos e información descriptiva relevante para diagnósticos. Utiliza archivos con extensión .dcm

Un solo archivo de DICOM contiene una cabecera que almacena la información sobre el nombre del paciente, el tipo de exploración, imagen dimensiona, etc. así como todos los datos de la imagen que pueden contener la información en tres dimensiones. El formato genérico del archivo de DICOM consiste en dos partes: el Header seguido inmediatamente por un Data Set de DICOM. El Data Set de DICOM contiene la imagen o las imágenes especificadas. El Header contiene la sintaxis de transferencia UID (identificador único) que especifica la codificación y la compresión del Data Set. (Stoopen 2007)

2.2.2 Servicios DICOM

DICOM tiene un conjunto muy amplio de servicios, la mayoría de los cuales implica transmisión de datos sobre la red, y el formato de fichero en que se sustenta es en realidad la ampliación posterior y de menor importancia del estándar. Estos servicios permiten mandar imágenes a la red o a una estación de trabajo (*Store*), almacenarlas permanentemente en un dispositivo (*Storage*), enviarlas y recibirlas (*Send*), imprimirlas (*Print*), buscarlas y recuperarlas (*Retrieve*), asociarlas a una lista de trabajo (*Worklist*) o a otra información (*Query*), entre otras funciones. (Ballesteros 2004)

2.2.3 Librerías que soporta

DICOM cuenta con un conjunto de librerías que le proporcionan a los desarrolladores que utilicen el estándar una mejor tolerabilidad.

- Librerías DCMTK

DCMTK es una colección de librerías y aplicaciones que implementan partes del estándar DICOM. DCMTK incluye el software necesario para el examen, la construcción y la conversión de archivos de imagen DICOM, manejando los medios de comunicación, enviando y recibiendo imágenes sobre la conexión network, así como la demostración de almacenaje de imágenes y bases de datos. Estas librerías son un completo código fuente y han sido escritas en una mezcla de ANSI C y C++.

- Librerías JDT

Java DICOM Toolkit es la ayuda para un programador en JAVA para construir una aplicación que siga lo marcado por el estándar DICOM 3.0. Combina las ventajas y la fuerza de DICOM y JAVA en una API muy fácil de usar. Proporciona numerosas clases y métodos que simplifican la programación de aplicaciones DICOM.

JDT es el primer equipo de desarrollo de software DICOM que está implementado totalmente en JAVA. Con esto, los desarrolladores DICOM pueden beneficiarse de las numerosas ventajas del lenguaje de programación JAVA y desplegarlo en DICOM applets, aplicaciones independientes JAVA y en software de servidor. JDT posibilita hacer más accesible para los desarrolladores la estructura compleja del estándar DICOM.

2.3 Integración Central

En la actualidad la meta que se persigue es la integración de todos estos sistemas de información hospitalarios investigados, para así de esta forma facilitar el manejo íntegro de la información.

Los HIS, RIS y otros sistemas dentro del hospital u otros centros médicos ahora cuentan con medios para comunicarse, HL7 comunica la información del paciente y el PACS también almacena la información del paciente. Los dispositivos de conversión de HL7 a DICOM están también en un lugar común. Existen dispositivos adicionales que comunican entre modalidades DICOM y Sistemas de Información lo que hace que un registro de paciente pueda ser usado por varios practicantes así como por las oficinas de negocio.

La integración de todo un hospital permite una transmisión de alta velocidad de los informes, pruebas, imágenes y ordenes, facilitando así de ese modo, el intercambio de información en todo el hospital. Por lo tanto, la integración del HIS con el RIS, LIS, PACS, entre otros sistemas mejora de forma significativa la comunicación entre los departamentos y el seguimiento de los pacientes, para optimizar definitivamente la eficiencia y calidad de la atención de los pacientes en un hospital.

Actualmente los RIS están siendo integrados cada vez más a los PACS. La combinación de estos sistemas permite una menor duplicación de los datos y disminuye la necesidad de conectar y desconectar dos sistemas separados. Los radiólogos pueden ver las imágenes de los pacientes y tener acceso a los perfiles médicos al mismo tiempo.

Debido a la necesidad de integrar/interconectar varios sistemas en radiología (por ejemplo, modalidades RIS/PACS), algunos proveedores están ofreciendo ahora productos únicos, integrados (por ejemplo, RIS/PACS/reconocimiento de voz). Estos productos eliminan la necesidad onerosa, consumidora de tiempo y con frecuencia difícil, de mantener interfaces mediante la incorporación de RIS, PACS y otras características en un solo producto.

La utilización de la integración PACS-RIS-HIS sin duda es un impacto favorable y directo en el médico tratante y en su paciente.

Para el médico, la atención de su paciente se hace expedita, sin tener que esperar varios días a que se realice el estudio solicitado y a que regrese con el resultado. La información inmediata que recibe por

Capítulo 2: Estándares de Comunicación

medio del PACS hace más eficiente el manejo clínico y permite instaurar el tratamiento con prontitud. Cuando el paciente regresa al consultorio, proveniente del Departamento de Imagenología donde acaban de realizarle, por ejemplo, una tomografía computada o un ultrasonido, y al pasar el umbral de la puerta del consultorio se encuentra a su médico tratante revisando las imágenes en su PC, no puede menos que pensar que está en un lugar moderno, donde se ocupan con profesionalismo de su problema.

El efecto es aún mayor cuando ve a su médico estudiando detenidamente las imágenes de su radiografía, haciendo nuevas medidas ante sus ojos y dándole explicaciones, tal vez incluso imprimiendo una imagen en una hoja de papel ordinario para mostrarle el problema que presenta y explicándole la forma en que se puede abordar, por ejemplo, el tratamiento quirúrgico.

El médico tratante tiene, además, otras opciones, como la de seleccionar imágenes y enviarlas por e-mail a otro colega con fines de consulta, de enseñanza o para su conocimiento, si el paciente fue referido.

El trinomio PACS-RIS-HIS tiene un impacto favorable en la relación entre médicos y pacientes, así como en la atención de éstos últimos y con seguridad tiene aún un campo muy grande por desarrollar.

Debido al énfasis reciente en el desarrollo de registros computarizados de los pacientes y las redes de información de la salud comunitaria, la disponibilidad y el éxito de las configuraciones de sistemas de arquitectura abierta, la implementación de redes e integración de sistemas continuarán aumentando durante los próximos años sin duda alguna.

2.4 Conclusiones Parciales

En este capítulo la investigación se ha centrado en la interacción e integración de los sistemas en estudio, a través de los estándares HL7 y DICOM, estudiándose así las características de cada uno, los servicios que ofrecen, la estructura, etc. Llegándose a la conclusión de que si la implementación de los sistemas es importante, la integración de estos lo es mucho más, ya que las ventajas que ofrecen mejoran las comunicaciones y la calidad hospitalaria de forma significativa. Además hacen posible que se puedan "entender" diferentes aplicaciones, facilitando una integración de comunicación que permite que no exista duplicidad en la información.

Con esto se logra, teniendo un HIS como principal sistema, que el resto de los sistemas que interactúen con él obtengan la información con la que este cuenta. Siempre y cuando la comunicación la hagan con el estándar indicado, o sea, en caso de los sistemas como el LIS y el RIS la hagan a través del HL7, dejando al DICOM solo para la comunicación entre el RIS y el PACS.

Capítulo 3

Propuesta de aplicación para los hospitales cubanos

Actualmente existen muy pocos centros de salud que incorporan métodos informatizados en su trabajo diario y es un hecho que estas nuevas tecnologías favorecen cada día más el trabajo en estos recintos. Por esta razón la idea de proponer la implantación de sistemas informatizados en los hospitales cubanos ha sido desde el principio el objetivo fundamental de este trabajo.

Siguiendo este objetivo, la investigación en esta etapa se encaminó a determinar las condiciones necesarias que van a hacer posible la implementación de los sistemas que se proponen implantar en los centros médicos cubanos. Dentro de este estudio se tendrán en cuenta aspectos como: plataforma, lenguaje, herramientas de desarrollo y seguridad entre otros, muy necesarios a la hora de desarrollar un sistema informatizado. Siempre teniendo en cuenta las características precisas que deben cumplir cada uno de estos sistemas.

Es importante señalar además que todo Sistema Informático Hospitalario que se pretenda desarrollar e implementar, ya sea por un "equipo especializado" que forme parte de una Institución, o especialmente los desarrollados por Empresas Comerciales, debe cumplir con una serie de exigencias derivadas de los resultados de las experiencias anteriores. Además de la funcionalidad que asegure su calidad sobre la base de un manejo de conocimientos en la especialidad actualizados y ya comprobados.

De forma general, para llevar a cabo un proceso de este tipo, lo primero a determinar es qué hay que informatizar. Pues la magnitud de las inversiones que implica dicha informatización es un tema que se debe estudiar con mucho cuidado. Primero, hay que documentarse lo suficiente para ver si vale la pena; luego aún más, para sustentarlo, y después más para poderlo aprovechar.

3.1 Estudio de los costos de implantación de los sistemas.

Producto de la investigación se ha obtenido un estudio acerca de los costos que demanda la implantación y utilización de los sistemas tratados. Esta ha revelado datos importantes a tener en cuenta a la hora de formular una propuesta de aplicación para los hospitales cubanos.

De los sistemas tratados en la investigación, los menos costosos podrían ser el HIS y el LIS, ya que la decisión de compra de alguno de estos sistemas a pesar de incluir los costos de aspectos como: recursos de hardware de gran capacidad, protocolos determinados para comunicarse con otros sistemas e interfaces de hardware para conectar los instrumentos utilizados en los laboratorios, en el caso del LIS, no necesitarían elementos más específicos que sistemas como el RIS y el PACS utilizan y que son mucho mas costosos.

Una decisión de compra de un RIS debe basarse en asuntos tales como costo del ciclo de vida, los beneficios no relacionados con el precio, el uso de redes de alta velocidad, protocolos especiales de comunicación para imágenes médicas, interfaces hardware, monitores de alta resolución, aplicaciones de software para visualización de imágenes, entre otros, además de la facilidad con la cual el sistema puede ser integrado a los equipos existentes en el departamento u hospital.

Por consiguiente, antes de tomar una decisión de compra basada exclusivamente en el costo de adquisición del RIS, los compradores deben considerar los costos operativos durante el tiempo de vida del sistema. Además, la implementación de un RIS a gran escala puede alcanzar la cifra de un millón de dólares o más en costos de adquisición, instalación y mantenimiento tales como:

- Actualizaciones del hardware o del software, que no están incluidas en la garantía o en las cuotas de mantenimiento.
- Servicios, incluyendo los costos de transmisión de datos sobre líneas digitales.
- Dispositivos adicionales de copia dura y almacenamiento y suministros relacionados, tales como medios de almacenamiento (por ejemplo, cintas magnéticas, discos ópticos), carretes y cartuchos para impresoras y papel.
- Salarios para el personal adicional, como los administradores de sistemas adicionales (por ejemplo, para una red multisitio) y/o personal en entrenamiento.

- Costos de instalación (por ejemplo, montaje, cableado).
- Contribuciones a gastos generales fijos.

En cuanto al PACS los resultados obtenidos a nivel mundial, demuestran que este sistema aporta una serie de ventajas funcionales, especialmente a nivel de archivo y recuperación de imágenes. A pesar de ello, el elevado coste actual de adquisición y mantenimiento, junto con algunos problemas técnicos debidos a su complejidad, harán que su implantación como sistema de uso generalizado para todas las modalidades de imagen no pueda ser una realidad a corto plazo en la mayoría de centros.

Estos sistemas tienen una utilización compleja, especialmente en las tareas no rutinarias, y requiere la presencia de operadores bien entrenados y motivados para las tareas administrativas de mantenimiento de bases de datos y de distribución de imágenes.

La implementación de un PACS depende en gran medida del estado actual del establecimiento considerado. Para ello es importante investigar diferentes aspectos vinculados al Diagnóstico por Imágenes dentro de la Institución. Respecto a las aplicaciones que coexisten en el centro médico, se debe analizar si existe un HIS o un RIS, y si está prevista la integración del PACS a éstos, lo cual es aconsejable. Además, es necesario conocer el equipamiento informático que posee la institución, la forma de utilización del mismo y si está presente algún tipo conectividad.

Otro paso importante en el desarrollo de un PACS es la evaluación y análisis de sistemas ya instalados en otros centros y de las experiencias de sus usuarios. La forma elegida para llevar a cabo esta evaluación es la utilización de relaciones de productividad y eficiencia basadas en distintos datos y parámetros. Entre los datos necesarios para evaluar un PACS ya instalado se pueden enumerar los siguientes:

- Finalidad del PACS
- Tipo de Centro de Salud
- Departamentos Integrados
- Número de modalidades.
- Cantidad de estudios realizados por día.
- Cantidad de imágenes por estudio.
- Costo promedio por estudio.

- Volumen promedio de las imágenes.
- Capacidad de almacenamiento en línea.
- Capacidad de almacenamiento histórico.
- Velocidad y tecnología de red.

Una etapa que no puede ser omitida en la implementación de un PACS, es el estudio pormenorizado de la tecnología actual. Las características que se analizan para cada componente están relacionadas con la determinación de cuál es la opción que brindará una mayor vida útil y una relación costo/beneficio óptima para el sistema.

La forma de trabajo para lograr este objetivo es obtener detalles de las características técnicas y costo de cada uno de los componentes, lo cual se logra, contactándose en forma directa con diferentes proveedores y/o fabricantes. Una vez obtenida la información solicitada se confeccionan tablas comparativas de la tecnología de distintos proveedores. A partir de estas se seleccionan los parámetros de mayor relevancia para la función a cumplir por el dispositivo y, utilizando un método de valoración ponderada, se determina la mejor elección. Así, también se analizan en esta etapa las formas de pago, garantía, servicio de posventa, disponibilidad de repuestos, servicio técnico, entrenamiento del personal por parte del vendedor, así como cualquier otra característica que diferencie a un proveedor de otro.

Por otro lado, antes de encarar un diseño de PACS es oportuno conocer los recursos que se disponen. Estos incluyen tanto recursos económicos (planificación de inversión en el tiempo, formas de compra, etc.), como recursos humanos (personal dedicado a al diseño e instalación).

Los costos globales de un PACS dependen en gran medida de la tecnología seleccionada para soportar las comunicaciones. Por este motivo es importante elegir de forma objetiva entre las distintas alternativas, para de esta forma no comprometer la financiación del mismo.

Teniendo en cuenta estos resultados se puede concluir que una propuesta de compra de sistemas de este tipo para implantarlos en los hospitales cubanos no sería la mejor opción.

3.2 Propuesta de aplicación. Características.

Teniendo en cuenta los resultados del estudio anterior, la propuesta óptima de aplicación para los hospitales cubanos va a estar centrada en el desarrollo y la implementación de los sistemas de estudio. Para esto Cuba cuenta con material humano suficiente y condiciones de producción satisfactorias, un ejemplo de esto es la UCI, donde se ha seguido la política de desarrollo de proyectos productivos en los que se han obtenido los mejores resultados. Por lo tanto la propuesta estaría basada en el desarrollo de los cuatro sistemas analizados con su debida interacción e integración, a través de estándares, y todo esto guiado por la documentación ofrecida en esta investigación.

Es bueno mencionar que desde el año 2003 el Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba (MINSAP) ha definido como una prioridad su informatización convocando para ello a un grupo de instituciones del sector de la salud y del Ministerio de Informática y Comunicaciones para, de manera conjunta definir los proyectos a desarrollar, tomando como punto de partida en algunos casos los sistemas ya desarrollados en el país, por lo que a través de la investigación realizada en este trabajo se estaría dando cumplimiento a las necesidades actuales del país que no se han podido fomentar aun.

El desarrollo de la propuesta se llevaría a cabo en uno o varios proyectos según determine la institución a cargo de la tarea. Eso si, siempre manteniendo relación entre la tecnología usada en cada proyecto para así garantizar la compatibilidad e integración de los sistemas.

Cada proyecto de desarrollo estaría constituido por un conjunto de módulos y aplicaciones independientes que se interconectarían según las necesidades del flujo de información, posibilitando así combinar la información de los diferentes módulos que lo componen. De esta forma se obtendría una información integral en tiempo real para la toma de decisiones en los diferentes niveles de dirección, investigación y gestión de salud. Quedando conformada la solución informática integral para la Salud Pública acorde con los objetivos de la informatización de la sociedad cubana.

Para definir la implementación de estos sistemas, el apoyo fundamental ha sido el estudio obtenido de diferentes sistemas hospitalarios que se vienen desarrollando tanto en el ámbito nacional, específicamente en la UCI dentro de la facultad 7, como en el ámbito internacional. Estos sistemas son:

Ámbito nacional

Registro Informatizado de Salud: cumple las mismas funciones de un HIS.

Ámbito internacional

Xhospital: el cual es un sistema de información hospitalario para el apoyo operacional y el control administrativo integral de un hospital o clínica.

XLab: sistema para el apoyo operacional y el control administrativo integral de un laboratorio de análisis clínicos.

CONLAB: sistema de información y manejo administrativo para Laboratorios Clínicos.

CONRAD: sistema de información y manejo para departamentos de radiología o consultorios radiológicos.

Kaneron PACS: sistema de almacenamiento y gestión de imágenes.

De estos sistemas se han seleccionado las características, arquitectura y funcionalidades que han sido consideradas idóneas para el desarrollo de los sistemas propuestos, los cuales utilizarían tecnología, plataforma y herramientas similares, diferenciándose solamente en las funcionalidades específicas de cada uno. La interacción también sería diferente ya que el HIS, LIS y RIS se comunicarían a través del estándar HL7, mientras que el uso de DICOM sería para el PACS.

3.2.1 Elección de la plataforma

A la hora de abordar un estudio con el fin de decidir la plataforma de desarrollo a utilizar para implementar los sistemas que se proponen, es preciso tener en cuenta dos de las plataformas más utilizadas actualmente que facilitar y simplificar el desarrollo de aplicaciones, estas son: .Net y J2EE. La plataforma escogida fue .Net, aunque es importante mencionar que en dependencia de las preferencias de los desarrolladores y teniendo en cuenta las necesidades de los sistemas también cabe la posibilidad de que se desarrolle el software en la otra plataforma.

La plataforma escogida para el desarrollo fue **.NET**, ya que esta posee las herramientas y tecnologías factibles para el proceso que se quiere, además de soportar los estándares sobre los cuales se basan los servicios Web. Esta tecnología es una más en el mundo de desarrollo, que ofrece nuevas posibilidades a los desarrolladores. Reúne en una misma plataforma un conjunto interesante de características, como independencia de plataforma, independencia de lenguaje, soporte de bases de datos, soporte para XML, servicios Web y aplicaciones Web, entre otras. De todas estas, quizás las más importantes sean las dos primeras, referentes a la independencia tanto del lenguaje como de la plataforma.

Esta independencia de lenguaje posibilita que se puedan desarrollar aplicaciones en múltiples lenguajes dentro de la misma plataforma, además de que una aplicación pueda tener diferentes partes desarrolladas en diferentes lenguajes, y todas estas puedan comunicarse entre sí. En cuanto a la independencia de plataforma **.NET** cuenta con el Common Language Runtime (CLR), que se encarga de ejecutar el código intermedio o Common Intermediate Language (CIL), que es el código en el que se compila independientemente de la plataforma.

Esta plataforma reúne además todo un conjunto de servicios que simplifican enormemente el desarrollo de aplicaciones, ofreciendo así un entorno de ejecución altamente distribuido que permite crear aplicaciones robustas y escalables. Permite desarrollar programas en diferentes lenguajes, estos lenguajes pueden ser: C# (su lenguaje estrella), Visual Basic, C++, Cobol y Delphi, entre otros. **.NET** además de soportar estos lenguajes, también ofrece plena interoperabilidad entre ellos.

Los principales componentes del entorno **.Net** son:

- Lenguajes de compilación.
- Biblioteca de clases de **.Net**
- CLR (Common Language Runtime) núcleo de **.Net**, entorno de ejecución en el que se cargan las aplicaciones desarrolladas en los distintos lenguajes.

Presenta también una serie de ventajas tales como:

- **Código administrado:** El CRL realiza un control automático del código para que este sea seguro, es decir, controla los recursos del sistema para que la aplicación se ejecute correctamente.
- **Interoperabilidad multilenguaje:** El código puede ser escrito en cualquier lenguaje compatible

con .Net ya que siempre se compila en código intermedio (MSIL).

- **Compilación just-in-time:** El compilador JIT compila el código intermedio (MSIL) generando el código máquina propio de la plataforma. Se aumenta así el rendimiento de la aplicación al ser específico para cada plataforma.
- **Garbage collector:** El CLR proporciona un sistema automático de administración de memoria denominado recolector de basura (garbage collector). El CLR detecta cuándo el programa deja de utilizar la memoria y la libera automáticamente.
- **Seguridad de acceso al código:** Se puede especificar que una pieza de código tenga permisos de lectura de archivos pero no de escritura. Es posible aplicar distintos niveles de seguridad al código, de forma que se puede ejecutar código procedente del Web sin tener que preocuparse si esto va a estropear el sistema.
- **Despliegue:** Por medio de los ensamblados resulta mucho más fácil el desarrollo de aplicaciones distribuidas y el mantenimiento de las mismas, mejorando así el rendimiento y asegurando el funcionamiento correcto de todas las aplicaciones.

.Net no es una plataforma libre, pero actualmente está desarrollando su versión Open Source con un proyecto denominado "Mono". Este proyecto de implementación utiliza código libre y contiene un Entorno Integrado de Desarrollo gratuito, el MonoDevelop. Este está diseñado primordialmente para C# y otros lenguajes de .Net. Su IDE (*Integrated development environment*, es decir, entorno integrado de desarrollo) incluye manejo de clases, ayuda incorporada, completación de código, Stetic, soporte para proyectos, y un depurador integrado. Aunque este entorno no es ejecutable en Windows existe un IDE denominado SharpDevelop que facilita la compilación de aplicaciones Mono sobre ambiente Windows.

Es bueno mencionar que además de todas las ventajas que soporta la plataforma .NET, en la actualidad se utiliza en el desarrollo de dos sistemas hospitalarios (HIS y PACS), por parte de la facultad 7 obteniéndose buenos resultados, además de una buena aceptación por parte de los programadores.

3.2.2 Lenguaje de programación a utilizar

Ya decidida la plataforma de desarrollo, la elección del lenguaje se hace en dependencia de esta. .Net da la posibilidad de programar en diferentes lenguajes, pero su lenguaje estrella, como bien se especifica anteriormente, es el **C #**, por lo que este sería el mas indicado. Este es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET. Visual C# .NET proporciona soporte de primera clase para componentes con propiedades, métodos, indizadores, atributos, control de versiones y eventos, a la vez que proporciona un soporte sólido y eficaz para la plataforma .NET. Su sintaxis básica deriva de C/C++ y utiliza el modelo de objetos de la plataforma .NET incluyendo mejoras derivadas de otros lenguajes (más notablemente de Delphi y Java). (CSharp 2007)

3.2.3 Sistema de gestión de Base de Datos

El sistema de administración de base de datos sería **PostgreSQL**, este es un sistema de bases de datos avanzado de código abierto, entre las múltiples ventajas que ofrece se encuentran: instalación ilimitada, mejor soporte que los proveedores comerciales, estabilidad y confiabilidad, es extensible, multiplataforma, posee una amplia variedad de tipos nativos, alta concurrencia, herencia, uso de triggers (disparadores), amplia variedad de funciones, etc. Utilizándose además Npgsql, este es un .Net Data Provider para el servidor de bases de datos PostgreSQL que permite a una aplicación .Net (Console, WinForms, ASP.NET, Web Services) usar un servidor PostgreSQL para mandar y recibir datos.

3.2.4 Herramientas a utilizar

Las herramientas a utilizar en el desarrollo de la propuesta, es considerable que estén relacionadas con la plataforma decidida.

Una de las herramienta a utilizar para el desarrollo de los sistemas propuestos en caso de utilizar esta plataforma sería el **Visual Estudio .Net** ya que la misma permite a los programadores generar con rapidez aplicaciones orientadas a cualquier dispositivo y que se integran en cualquier plataforma. Pueden reutilizar fácilmente código a través de diferentes proyectos e, incluso, generar soluciones multilenguaje que satisfagan con mayor eficacia sus necesidades empresariales, se pueden incorporar fácilmente cualquier número de servicios Web XML, proporcionando una base fuerte de servicios y lógica empresarial para sus aplicaciones por lo que ayuda a los programadores a sentirse cómodos durante el diseño de soluciones

complejas basadas en el Web.

Visual Studio .NET proporciona además características de Mobile Internet que permiten generar una única interfaz Web móvil compatible con una amplia gama de dispositivos.

Otra herramienta muy poderosa que se utilizaría sería el **Microsoft Visual Source Safe**, este es un sistema de control de versiones en el nivel de archivos, que permite a muchos tipos de organizaciones trabajar en distintas versiones de un proyecto al mismo tiempo. Esta funcionalidad es especialmente ventajosa en un entorno de desarrollo de software, donde se usa para mantener versiones de código paralelas. Sin embargo, el producto también se puede utilizar para mantener archivos en cualquier otro tipo de equipo.

Esta herramienta admite el desarrollo multiplataforma al permitir la edición y el uso compartido de los datos. Se ha diseñado para controlar los problemas de seguimiento y portabilidad que implica mantener una base de control de código fuente, como una base de código de software, en varios sistemas operativos, facilitando el seguimiento de las aplicaciones que utilizan módulos de código concretos.

Visual SourceSafe incluye, como mínimo, las siguientes funciones:

- Ayuda al equipo a evitar la pérdida accidental de archivos.
- Permite realizar un seguimiento de las versiones anteriores de un archivo.
- Admite el uso compartido, la combinación y la administración de versiones de archivos.
- Realiza el seguimiento de las versiones de proyectos completos.
- Realiza el seguimiento del código modular.

Evidentemente esta herramienta es muy útil a la hora de desarrollar estos sistemas, ya que las funcionalidades que incluye ayudan a obtener un software de buena calidad. Además teniendo las dificultades que podría tener la implementación de aplicaciones como estas, por las características que estas requieren, es bastante aconsejable utilizar esta herramienta.

3.2.5 Arquitectura

En cuanto a la arquitectura y patrones podría variar según cada sistema y lo que se defina por los desarrolladores, teniendo siempre en cuenta la **arquitectura cliente-servidor** como principal referente, ya que los accesos, recursos y la integridad de los datos son controlados por el servidor de forma que un programa cliente defectuoso o no autorizado no pueda dañar el sistema, se puede aumentar la capacidad de clientes y servidores por separado. Facilita además la integración de nuevas tecnologías y el crecimiento de la infraestructura computacional, favoreciendo así la escalabilidad de las soluciones. El esquema Cliente/Servidor presenta la ventaja de que no es siempre necesario transmitir información gráfica por la red pues esta puede residir en el cliente, lo cual permite aprovechar mejor el ancho de banda de la red.

Las aplicaciones serían de tipo Web, debido a las enormes facilidades que ofrece la plataforma, además de que este tipo de aplicaciones ofrece una serie de ventajas tales como: interoperabilidad entre aplicaciones de software independientemente de sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen, fomentan los estándares y protocolos basados en texto, que hacen más fácil acceder a su contenido y entender su funcionamiento, actualización, inmediatez de acceso, menos requerimientos de memoria, menos bugs, múltiples usuarios concurrentes.

3.2.6 Interacción

La capacidad de interconectarse con otros sistemas a través de los estándares HL7 y DICOM se apoyaría en herramientas tales como:

MyDICOM.Net, un framework muy eficiente, que cumple con todas las funciones del estándar DICOM, además de poseer interfaces sencillas y entendibles.

Chameleon, el uso del Chameleon sería factible también ya que es una herramienta de mensajería HL7, especialmente diseñada de forma sencilla de utilizar y sin perder todo tipo de prestaciones, su uso ofrece: compatibilidad con cualquier sistema, integración total con las funciones de HL7 a través de interfaces sencillas, documentación excepcional de ayuda, configuración sencilla eliminando necesidades de recodificación, control total sobre el código, multiplataforma, etc.

Siempre teniendo en cuenta que esta interacción va a estar especificada en dependencia del sistema,

puesto que el estándar HL7 es más recomendable para la comunicación del HIS, el LIS y el RIS, mientras que el DICOM se usa en el PACS y en su interacción con el RIS.

3.2.7 Organización modular de los sistemas

En cuanto a la definición de los módulos de cada sistema, estos se obtendrían después de un análisis en la fase de desarrollo, donde todas las partes estén de acuerdo y dichos módulos satisfagan las necesidades y funcionalidades de los sistemas. Además siempre se tendría en cuenta los considerados "módulos más importantes" en cada sistema en donde se destaca el Registro Electrónico de Pacientes que vendría siendo el principal servicio del HIS y de donde el resto de los sistemas obtendrían la información necesaria de cada paciente. Una propuesta de algunos de los módulos sería la siguiente:

HIS: registro electrónico de pacientes, transferencia y egreso de pacientes, censo y control de cuartos, programación y control de quirófanos, estado de órdenes, resultados de estudios, etc.

LIS: ordenes de pacientes, resultados de análisis, resúmenes de estudio, etc.

RIS: ordenes de pacientes, transcripción de estudios, resúmenes de estudio.

PACS: ordenes de pacientes, almacenamiento de imágenes, transferencia de imágenes, resultados de estudios, etc.

3.2.8 Seguridad

Por supuesto todas estas aplicaciones soportarían una variedad de medidas de carácter físico de seguridad, tanto desde el punto de vista software como hardware (cortafuegos, routers), como también desde el punto de vista de los locales como el uso de doble circuito de electricidad, respaldo eléctrico alternativo, sistemas de aire acondicionado, protección física contra intrusos, incendios, etc. Que posibiliten una disponibilidad, confidencialidad e integridad de la información.

3.2.9 Flexibilidad

El desarrollo de esta propuesta no es de sentido obligatoria, teniendo en cuenta las características de cada sistema, así como el entorno de desarrollo mas adecuado que se pueda aplicar en el momento de la decisión de implementación de estos sistemas, podría ser flexible en cuanto a el uso de otra

plataforma, tal como la plataforma **J2EE** (Java 2 Platform Enterprise Edition), que como se conoce cumple con los requisitos del software libre, política que va tomando un futuro primordial en el país. Además de que por supuesto es una plataforma tan potente como .NET para el desarrollo de aplicaciones, que utiliza el lenguaje de programación Java, además de arquitectura de n niveles distribuidos, basándose ampliamente en componentes de software modulares que se ejecutan sobre las aplicaciones. La misma permite al desarrollador crear una aplicación portable entre plataformas y escalable, a la vez que integrable con tecnologías anteriores. Otros beneficios añadidos son, por ejemplo, que el servidor de aplicaciones puede manejar transacciones, la seguridad, concurrencia y gestión de los componentes, etc. (J2EE 2007).

El uso del lenguaje java propio de la plataforma también proporciona seguridad y confiabilidad ya que es un lenguaje de alto nivel, orientado a objetos, distribuido, dinámico, robusto, multitarea y portable.

Si se decidiera el uso de la plataforma J2EE, se aconsejaría utilizar herramientas tales como:

Hibérnate: herramienta de mapeo objeto-relacional para la plataforma Java que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) que permiten establecer estas relaciones, además ofrece facilidades para recuperación y actualización de datos, control de transacciones, repositorios de conexiones a bases de datos, consultas programáticas y declarativas, y un control de relaciones de entidades declarativas.(Hibernate 2007).

Spring: es un framework de Java que facilita la creación de aplicaciones de empresa. Diseñado en módulos, con funcionalidades específicas y consistentes con otros módulos, facilita el desarrollo de funcionalidades específicas, facilita la manipulación de los objetos, elimina la necesidad de usar distintos y variados tipos de ficheros de configuración, mejora la práctica de programación, además de ofrecer mucha libertad a los desarrolladores en Java y soluciones muy bien documentadas y fáciles de usar. Se utiliza fundamentalmente para la capa de presentación. (Spring 2006).

Java DICOM Toolkit: herramienta que combina las ventajas y la fuerza de DICOM y JAVA en una API muy fácil de usar. Proporciona numerosas clases y métodos que simplifican la programación de

aplicaciones DICOM, además de una documentación diseñada para hacer que la estructura compleja del estándar sea más accesible para los desarrolladores.(Ballesteros 2004).

Eclipse: herramienta que está ganando adeptos entre los desarrolladores Java de forma espectacular como una plataforma de código abierto que se puede utilizar para diseñar programas de primer nivel, componentes, sitios web y muchos otros elementos, este potente entorno de desarrollo de Java proporciona que las tareas de programación, prueba, depuración e implementación de aplicaciones resulten mucho más sencillas. Tanto si se inicia en el campo de la programación como si se trata de un profesional experimentado, hallará respuestas específicas para cada una de las fases que intervienen en la consecución de un proyecto, desde métodos para crear complementos personalizados de forma sencilla, hasta técnicas para el desarrollo de software en equipo con Eclipse (Daum 2007).

Estas herramientas que se aconsejan se utilizan además actualmente en los proyectos de la UCI vinculados a esta plataforma por las ventajas y oportunidades que ofrecen.

El desarrollo en J2EE sería ideal para el futuro informático que se desea en Cuba, acorde con las políticas de software libre, por eso se da como otra vía en esta propuesta, que como bien se menciona no es una guía absoluta de desarrollo de los sistemas de estudio.

3.2.9 Beneficios

Hay que mencionar que un factor fundamental en la implantación tecnológica de estos sistemas informatizados es el “cambio cultural” que afecta a los trabajadores del centro clínico tales como médicos, enfermeras, gestores, etc. Por lo que es vital que los mismos vean las ventajas claras en la utilización de esta tecnología para sus necesidades concretas. Se comprometan y entiendan que del esfuerzo adicional del cambio se benefician todos los agentes implicados en los procesos sanitarios, para así lograr un adecuado funcionamiento y cuidado de los sistemas.

Finalmente a pesar de los retos y los problemas que se pudieran encontrar al desarrollar e implementar estos sistemas las ventajas que se tienen son muchas, entre ellas están: incremento en la calidad de atención para el paciente, seguimiento clínico del paciente, mayor eficiencia en las tareas propias de los departamentos que manejan imágenes, posibilidad de buscar/consultar, al mismo tiempo, la misma

Capítulo 3: Propuesta de Aplicación

información e imagen desde diferentes lugares, disminución en el número de exposiciones a la radiación adicionales para el paciente, ahorro en tiempo y mano de obra involucrada en el manejo información e imágenes médicas, disminución de estudios innecesarios por duplicidad de información, solución al problema de espacios dedicados al almacenamiento de imágenes, ahorro en consumibles involucrados con el manejo de impresión de películas, etc.

De seguro la implementación de estos sistemas incrementará de forma significativa la eficiencia y la calidad en la salud cubana, aumentando así la admiración y respeto que ostenta actualmente en el panorama sanitario mundial.

3.3 Conclusiones Parciales

En este capítulo la investigación se centró en el estudio de los costos de implantación de los sistemas analizados. Con esto se pudo determinar que una propuesta de aplicación para los hospitales cubanos basada en la compra de estos sistemas no sería la más idónea, puesto que los costos son muy elevados. Así se determinó que la mejor propuesta de aplicación estaría basada en la implementación de los cuatro sistemas de estudio mediante su desarrollo como proyectos.

Caracterizando esta propuesta quedaron puntualizados aspectos importantes como el lenguaje, la plataforma y las herramientas de desarrollo, además de la seguridad con la que contarán estos sistemas. También es objetivo del capítulo enfatizar en los beneficios que estos sistemas ofrecen, mejorando no solo a los profesionales de la salud no solo el trabajo de los profesionales en este campo, sino también la atención a los pacientes, haciendo del sector de la salud uno de los más excelentes en cuanto a informatización y desarrollo dentro del país.

Conclusiones

La propuesta que se hizo, cuya fundamentación y antecedentes fueron reflejados a lo largo de todo el documento, tiene como objetivo fundamental y de modo general: facilitar el trabajo en los centros médicos cubanos a través de la implantación de sistemas informatizados.

Durante el desarrollo de la investigación quedó plasmada toda la información que demuestra como se le dio cumplimiento al objetivo del estudio, por lo que se concluye diciendo que:

- Se ofreció un acercamiento teórico sobre el surgimiento, evolución y tendencia de los sistemas informatizados para hospitales.
- Quedaron establecidos los estándares y protocolos de comunicación utilizados en los sistemas existentes a nivel mundial.
- Se definieron las ventajas en la integración de estos sistemas.
- La propuesta se fundamentó debidamente, abordando además la infraestructura de integración posible a aplicar en los hospitales cubanos.

Recomendaciones

- Aplicar y dar seguimiento a la propuesta resultante de la investigación.
- Seguir el estudio de los sistemas propuestos con el fin de que los desarrolladores que implementarán la propuesta adquieran un conocimiento más amplio.
- Abordar más el tema de la importancia que tiene la informatización en el sector de la salud, con el fin de concientizar a sus profesionales en el uso de estas tecnologías.
- Capacitar a los profesionales de la salud en temas que los ayuden en su trabajo diario con sistemas informatizados, garantizando con esto un mejor funcionamiento de los sistemas.

Bibliografía

- 1 ABOX. (2007). "Visual Studio .NET Professional: La herramienta líder para el desarrollo en plataformas .NET." Consultado: 21/05/07, Disponible en: <http://www.abox.es/productos.asp?pid=314>.
- 2 Alarcón, R. (2005). "HL7." Consultado: 21/04/07, Disponible en: http://download.microsoft.com/download/2/2/d/22d85096-4eeb-4b5e-b9f1-14cd80bb779c/BT06_HL7.ppt.
- 3 Ballesteros, F. (2004). "Desarrollo de aplicaciones DICOM para la gestión de imágenes biomédicas." Consultado: 21/04/07, Disponible en: <http://www.elai.upm.es/spain/Investiga/GCII/personal/fballesteros/fballesteros.htm>.
- 4 BIOCOM. (2007). "Estandarización en Informática Médica HL7 " Consultado: 16/05/07, Disponible en: http://www.biocom.com/informatica_medica/HL7_estructura.html.
- 5 Carrasco, P. (2007). "Informática en la Salud." Consultado: 06/04/07, Disponible en: <http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0128122006021X1090024&idcuerpo=385>.
- 6 CIM. (2005). "HIS -Sistema de Información Integral Hospitalaria." Coordinación de Informática Médica Universidad Autónoma de Guadalajara Consultado: 22/03/07, Disponible en: <http://cim.uaq.mx/his.html>
- 7 CONLAB. (2007). "CONLAB LIS." Health Care International Services. Consultado: 15/04/07, Disponible en: <http://www.hcisonline.com/online/sp/software.asp?id=6>.
- 8 CONRAD. (2007). "CONRAD RIS." Health Care International Services Consultado: 20/05/07, Disponible en: <http://www.hcisonline.com/online/sp/software.asp?id=7>.
- 9 CSharp. (2007). "C Sharp." Wikipedia. Consultado: 21/05/07, Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/C_Sharp.
- 10 Daum, B. (2007) "Eclipse para desarrolladores Java" Consultado: 20/05/07, Disponible en: <http://www.agapea.com>.
- 11 Delgado, A. (2005). "Registro Informatizado de Salud." Consultado: 20/05/0, Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/dne/ris.pdf>.
- 12 DesarrolloWeb. (2007). "Ventajas de .Net." Consultado: 22/05/07, Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1329.php>.
- 13 Devices. (2003). "Dispositivos y Tecnología Clínica." Consultado: 15/03/07, Disponible en: http://www.who.int/entity/medical_devices/publications/en/AM_Devices_S.pdf.

- 14 ECRI. (2007). "Sistemas de información para radiología." Consultado: 20/04/07, Disponible en: http://www.elhospital.com/eh/secciones/EH/ES/MAIN/IN/ESTUDIOS_CASO/doc_54041_HTML.html?idDocumento=54041.
- 15 Farrera., M. M. (2005). "Sistemas de Información para Hospitales." Consultado: 22/03/07, Disponible en: http://genesis.uag.mx/posgrado/revistaelect/compu/his_archivos/frame.htm.
- 16 García, R. F. (2004). Revista de Ciencias Médicas La Habana Consultado: 10/04, 2007, Disponible en: http://www.cpicmha.sld.cu/hab/vol6_2_00/hab070200.htm.
- 17 Hibernate. (2007). "Hibernate" Wikipedia. Consultado: 23/05/07, Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hibernate>.
- 18 Hospital. (2007). "Equipos DICOM y sistemas PACS, RIS y HIS, algunos de los nuevos tecnicismos." Consultado: 20/04/07, Disponible en: http://www.elhospital.com/eh/secciones/EH/ES/MAIN/IN/ARTICULOSREPORTAJESHOME/doc_53974_HTML.html?idDocumento=53974.
- 19 INEI. (2007). "Ventajas y Desventajas del Modelo C/S." Instituto Nacional de Estadística e Informática. Consultado: 21/05/07, Disponible en: <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/inf/lib5038/ven1.HTM>.
- 20 Interfaceware. (2007). "Chameleon: HL7 Messaging Toolkit." Consultado: 22/05/07, Disponible en: <http://www.interfaceware.com/chameleon.html>.
- 21 Jimenez, A. (2006). "Los Sistemas PACS." Consultado: 02/05/07, Disponible en: <http://itzamna.uam.mx/alfonso/pacs.html>.
- 22 J2EE. (2007). "Java Enterprise Edition 2" Wikipedia. Consultado: 20/05/07, Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/J2EE>.
- 23 KANTERON. (2007). "Servidor de imagen médica digital Kanteron PACS " Consultado: 20/05/07, Disponible en: http://kanteron.com/content/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=28.
- 24 Kunzer, E. (2007). Consultado: 04/03, 2007, Disponible en: <http://www.itweek.es/soluciones/article.aspx?id=100276>.
- 25 LIS. (2006). "Informática Biomédica." Consultado: 06/04/07, Disponible en: <http://www.biohealthmatics.com/technologies/his/lis.aspx>.
- 26 Médica, I. (2006). "Estrategias para el diseño sistemático de un PACS institucional." Consultado: 02/05/07, Disponible en: http://www.informaticamedica.org.ar/anteriores_2.asp?id_nota=89.
- 27 Microsoft. (2005). "Electronic Medical Record and Clinical Information System Solutions for Healthcare Providers." Consultado: 21/04/07, Disponible en: <http://www.microsoft.com/industry/healthcare/providers/solutions/electronicmedicalrecords.msp>.

- 28 Mirth. (2007). "Mirth Mith " Centro Informático Científico de Andalucía Consultado: 22/05/07, Disponible en: <http://www.cica.es/mirth.html>.
- 29 MSDN. (2007). "Introducción a Visual SourceSafe " Microsoft. Consultado: 21/05/07, Disponible en: [http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/3h0544kx\(VS.80\).aspx](http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/3h0544kx(VS.80).aspx).
- 30 MYDICOM. (2007). "DICOM.NET." Consultado: 21/05/07, Disponible en: D:\Usuarios\pepe\papropuesta\CSharp.htm.
- 31 PACS. (2006). "Informática Biomédica." Consultado: 12/04/07, Disponible en: <http://www.biohealthmatics.com/technologies/his/pacs.aspx>
- 32 PostgreSQL. (2007). "PostgreSQL." Wikipedia. Consultado: 20/05/07, Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>
- 33 RCIM. (2006). "Sistema Automatizado de Egresos Hospitalarios " Revista Cubana de Informatica Médica Consultado: 15/03/07, Disponible en: http://www.cecam.sld.cu/pages/rcim/revista_6/articulo_htm/sistema.htm#su.
- 34 RIS. (2006). "Informática Biomédica." Consultado: 12/04/07, Disponible en: <http://www.biohealthmatics.com/technologies/his/ris.aspx>.
- 35 Siemens. (2007). "Medical Solutions." Consultado: 12/04/07, Disponible en: http://www.siemens.com.co/siemensdotnetclient_andina/templates/PortalRender.aspx?channel=716&parentid=687.
- 36 Siemon. (2007). "Redes Mejoradas IP para Aplicaciones Médicas." Consultado: 15/03/07, Disponible en: http://www.siemon.com/la/white_papers/SD-03-07-Aplicaciones-Medicas.asp.
- 37 Spring. (2006). Spring Framework" Sentido Web. Consultado: 20/05/07, Disponible en: <http://sentidoweb.com/2006/12/26/spring-framework-de-java.php>.
- 38 Stoopan, M. E. (2007). "En qué beneficia al Radiólogo y al Clínico un PACS." Consultado: 21/04/07, Disponible en: <http://sintesisrx.com/Revistas/N%BA1-2005/tecnicas.htm>
- 39 Telecom. (2004). "El protocolo DICOM." Consultado: 21/04/07, Disponible en: <http://www.telecomsalud.com/dicom.htm>.
- 40 Virtus. (2007). "xLab - Sistema para el control y operación de laboratorios clínicos." Virtus Group Consultado: 15/04/07, Disponible en: <http://www.virtus.com.mx/xlab/index.html>.
- 41 XHospital. (2007). "xHosp - Sistema integral para la administración hospitalaria." Virtus Group. Consultado: 20/05/07, Disponible en: <http://www.virtus.com.mx/xhosp/index.html>.

Glosario de Términos

ActiveX: Tecnología creada por Microsoft que comúnmente usada por diseñadores Web para incrustar archivos multimedia.

Cliente/Servidor: Arquitectura que consiste básicamente en que un programa, el Cliente informático realiza peticiones a otro programa, el servidor, que les da respuesta.

CLR (Common Language Runtime): Núcleo de .Net, entorno de ejecución en el que se cargan las aplicaciones desarrolladas en los distintos lenguajes.

Compresión Lossless: (algoritmo de compresión sin pérdida). Permite que los datos comprimidos sean reconstruidos exactos de los datos originales.

Compresión Lossy: (algoritmo de compresión con pérdida). Los datos recuperados de la compresión son diferentes a los datos originales. Útil sólo cuando la reconstrucción exacta no es indispensable para que la información tenga sentido.

Escalabilidad: (en ingeniería informática). Capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes.

Fluoroscopia: Técnica de imagen usada en medicina para obtener imágenes en tiempo real de las estructuras internas de los pacientes mediante el uso de un fluoroscopio.

Framework: Representa una arquitectura de software. En el desarrollo de software, un framework es una estructura de soporte definida en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado.

Hipermedia: Término con que se designa al conjunto de métodos o procedimientos para escribir, diseñar, o componer contenidos que tengan texto, video, audio, mapas u otros medios, y que además tenga la posibilidad de interactuar con los usuarios.

Inteligencia Artificial: Ciencia que intenta la creación de programas para máquinas que imiten el comportamiento y la comprensión humana.

Interfaz: (en informática). Es la parte del programa informático que permite el flujo de información entre varias aplicaciones o entre el propio programa y el usuario.

Interoperabilidad: Condición mediante la cual sistemas heterogéneos pueden intercambiar procesos o datos.

JavaScript: Lenguaje interpretado, es decir, que no requiere compilación. Es utilizado principalmente en páginas web.

Medicina nuclear: Especialidad de la medicina actual en la que se utilizan radiofármacos, que están formados por un fármaco transportador y un isótopo radiactivo.

Microelectrónica: Aplicación de la ciencia electrónica a componentes y circuitos de dimensiones muy pequeñas.

Multimedia: Sistema que utiliza más de un medio de comunicación al mismo tiempo en la presentación de la información.

. NET: Plataforma de desarrollo de software con énfasis en transparencia de redes. Diseñada para crear entornos Web.

Plataforma: En informática, se refiere al sistema operativo o a sistemas complejos que sirven para crear programas, como las plataformas de desarrollo.

Radiación ionizante: Suele asociarse a la radiactividad. Son utilizadas en aplicaciones médicas e industriales, siendo la más conocida los aparatos de rayos X.

SQL: Lenguaje de Consulta Estructurado (Structured Query Language). Lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales.

Telecomunicación: “comunicación a distancia”. Técnica consistente en transmitir un mensaje desde un punto a otro, con el atributo de ser bidireccional.

Telemedicina: Prestación de servicios de medicina a distancia, a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

VBScript: (abreviatura de Visual Basic Script Edition). Variación del lenguaje de programación Visual Basic, interpretado por el Windows Scripting Host de Microsoft.