



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILIS TOGA. 1948

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica.



TRABAJO DE DIPLOMA

Propuesta de Arquitecturas de Redes para Telemedicina

Autor: Imayasil Castellón Rodríguez.

Tutor: MsC. Arelys Ramos Fleites.

Dr. Pedro Arco Rios.

Santa Clara

2016

"Año 58 de la Revolución"



PENSAMIENTO

No existen realidades milagrosas donde solo existen hombres de ciencia.

El futuro no se escribe, se construye

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen.

A mi hija.

A mi madre.

A mi hermano y mi esposo.

A mi Tía madre.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen por escuchar siempre mis plegarias.

A mi hija esa personita importante de mi vida que me ha dado fuerzas para llegar hasta aquí.

A mi madre que siempre estuvo a mi lado y me apoyo en todo momento.

A mi hermano que tanto me ayudó y a mi esposo que casi estudio junto a mí y me alentó.

A mi Tía madre que, aunque ya no esté junto a mí siempre la llevo en mi corazón y sé que estaría orgullosa de mí a ella le agradezco todo lo que soy hoy.

A todos mis amigos y compañeros de estudios que de una forma u otra siempre me ayudaron y me acompañaron en esta travesía larga.

A todos mis profesores y a mi tutora por ser esa persona tan especial que pocos perciben.

A todas gracias.....

RESUMEN

El crecimiento actual que tienen las redes de computadoras, la necesidad cada vez más marcada del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) y el desarrollo acelerado de la electromedicina lleva a pensar en poner las diferentes tecnologías de redes de telecomunicaciones en función del desarrollo de la teleconsulta y el telediagnóstico. Particularmente en Cuba donde el estado hace innumerables y costosos esfuerzos por garantizar la salud de la población, por lo que este trabajo es una contribución adicional a esos propósitos.

Se analizan diferentes escenarios teniendo en cuenta los servicios médicos que presta y se proponen arquitecturas para las subredes de Teleimagenología, Telemicroscopía, Telecirugía, Telemonitorización, Televideo-conferencia, Telegestión teniendo en cuenta la adquisición, envío y recepción de la señal que se necesita transmitir.

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
TAREA TÉCNICA	4
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. TENDENCIAS ACTUALES DE LA TELEMEDICINA.	4
1.1 Conceptos Generales de la Telemedicina.	5
1.2 Breve Historia de la Telemedicina.....	6
1.3 La Telemedicina en América Latina.....	9
1.4 Telemedicina en Cuba.	10
1.4.1 Red INFOMED.....	11
1.5 Vínculo entre las “TIC” y la Telemedicina.	12
1.6 Servicios Médicos en Telemedicina.	14
1.7 Estructura básica de un sistema de Telemedicina:.....	16
1.8 Transmisión de imágenes.....	17
1.8.1 Imágenes fijas. Telemedicina estática.	17
1.8.2 Transmisiones bidireccionales en vivo. Telemedicina interactiva.	17
CAPITULO 2. MODELOS GENERALES DE REDES PARA TELEMEDICINA.....	19
2.1 Subredes de la Red de Telemedicina.	19
2.1.1 Descripción del protocolo de manejo DICOM 3.0.	20
2.2 Subred de Teleimagenología.	21
2.2.1 Características informáticas.....	22

2.3 Subred de Telemicroscopía.	24
2.3.1 Características informáticas.	25
2.4 Subred de Teleoperación.	26
2.4.1 Características Informáticas.	26
2.5 Subred de Telemonitorización.	27
2.5.1 Características Informáticas.	27
2.6 Subred de Televideo-conferencia.	28
2.6.1 Características Informáticas.	29
2.7 Subred de Telegestión.	30
2.7.1 Características informáticas.	30
CAPITULO 3. ARQUITECTURAS DE REDES DE TELEMEDICINA.	32
3.1 Plataforma Básica para una Subred de Teleimagenología.	32
3.2 Plataforma Básica para una Subred de Telemicroscopía.	35
3.3 Plataforma Básica para una subred de Teleoperación.	38
3.4 Plataforma Básica para una subred de Telemonitorización.	40
3.5 Plataforma Básica de una Subred de Televideo-Conferencia.	43
3.6 Plataforma Básica de una Subred de Telegestión.	46
3.7 Ejemplos de proyectos de Telemedicina en Cuba.	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	53
GLOSARIO DE TÉRMINOS.	56

INTRODUCCIÓN

La Telemedicina se ha considerado una disciplina científica a medio camino entre la medicina y la tecnología. En términos sencillos la telemedicina consiste en la provisión de servicios médicos a distancia usando medios electrónicos y de telecomunicaciones. Desde sus orígenes la motivación principal para su uso ha sido la de facilitar el acceso a los servicios sanitarios desde lugares remotos y aislados, pero, bien es cierto, que dicha motivación esta hoy en día obsoleta. El impulso básico para el desarrollo para la telemedicina radica en su propia naturaleza, por la potencialidad de sus aplicaciones prácticas que la hacen deseable para los usuarios a nivel individual o desde las instituciones sanitarias.

De esta forma, a lo largo de la última década ha estado influenciada en gran medida por el incesante desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, se puede considerar como una técnica en estado maduro por lo que tanto desde el punto de vista de los proveedores de tecnología como del de los usuarios de la medicina, pacientes y profesionales, se demanda su despegue en la arena de la implantación, es decir, la necesidad de nuevos servicios de salud basados en telemedicina.

Los responsables sanitarios ven en la telemedicina una posibilidad de aumentar la calidad de los servicios sanitarios mejorando el acceso, salvando barreras de distancia para poblaciones situadas en lugares remotos o en situaciones de aislamiento geográfico; sirviendo a los objetivos de asistencia centrada en el paciente facilitando la conexión entre recursos sanitarios de diferentes niveles haciendo posible la continuidad asistencial; dando soportes avanzados a servicios de emergencia y asistencia en el hogar; y como no, buscando el ahorro de costos innecesarios y mejores relaciones costo/beneficio usando

infraestructuras y tecnologías de redes de comunicaciones capaces de soportar servicios médicos a distancia.

Actualmente, las tecnologías de comunicaciones y de información se han desarrollado a tal punto que la posibilidad de utilizar equipos de alta tecnología para aplicaciones médicas y de salud resulta económicamente factible, así como tecnológicamente eficiente en su aplicación y uso. Es así como podemos definir la telemedicina que en su más amplio sentido es: “el uso de las tecnologías de las telecomunicaciones y de sistemas de información para proveer servicios e información médica a distancia”.

Una red típica de telemedicina usualmente consiste en de una red remota donde participa un paciente que acude a consulta y una central desde donde el médico consulta. La evolución de las modernas tecnologías de comunicaciones ha desencadenado una nueva ola de oportunidades para los servicios de salud. Podemos afirmar que a escala global existe un impacto más profundo en los países del tercer mundo, que, en los países ya desarrollados, ya que los países pobres cuentan con una mayor población que se beneficiaría con esta tecnología.

El empleo de tecnologías en las áreas operativas y administrativas dentro del entorno socioeconómico ha sido de gran importancia debido a que se han ido a abastecer los mercados de información. Ciertamente la historia de la telemedicina ha estado ligada al desarrollo de las telecomunicaciones, y de esta forma, el telégrafo, el teléfono, la radio, la televisión y los enlaces por satélite se han aprovechado para uso médico desde el primer momento de su introducción. En la actualidad se está produciendo una evolución hacia la implantación de sistemas para uso rutinario, guiados por la satisfacción de necesidades sanitarias bajo iniciativa institucional donde cobran protagonismo la mejora del acceso y la continuidad de los cuidados junto con objetivos de eficiencia coste/beneficio para usuarios generales.

Este trabajo está vinculado directamente a realizar un estudio general sobre distintos servicios médicos que pueden beneficiarse usando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y los avances actuales en las redes Telemáticas haciendo propuestas de arquitecturas de redes para cada uno de ellos.

A partir de las consideraciones anteriores se genera la siguiente interrogante científica:

¿Cuáles serían las mejores propuestas de arquitecturas de redes que se pueden concebir para un mejor desarrollo de los procesos de teleconsulta y telediagnóstico?

Objetivo General:

Proponer arquitecturas de redes de comunicación que satisfagan las necesidades de telediagnóstico y teleconsulta.

Objetivos específicos:

1. Describir las tendencias actuales de la Telemedicina.
2. Fundamentar los modelos generales de Redes para Telemedicina.
3. Proponer las arquitecturas para los modelos de redes de telemedicina.

La telemedicina es un tema novedoso y de mucha actualidad, con este trabajo se pretende lograr un primer acercamiento al tema quedando estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo I se exponen de las tendencias actuales de la Telemedicina donde se recoge el material teórico relacionado a las Nuevas Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (NTIC) vinculadas a la Telemedicina.

En el Capítulo II se presentan los modelos generales de redes para Telemedicina donde se abordan los modelos de redes empleados en los diferentes servicios de Telemedicina.

En el Capítulo III se proponen y comparan las arquitecturas de redes para los servicios de Telemedicina previstos.

TAREA TÉCNICA

1. Revisión de la literatura científica que permita conocer el desarrollo y la evolución de la telemedicina.
2. Analizar los tipos de modelos de redes para los diferentes servicios de telemedicina.
3. Proponer arquitecturas de redes que satisfagan los modelos descritos.
4. Elaboración del informe final.

CAPITULO 1. TENDENCIAS ACTUALES DE LA TELEMEDICINA.

En la actualidad las intervenciones en salud ya sean de tipo diagnóstico o terapéutico no son distribuidas equitativamente, por lo cual garantizar la prestación de servicios de la salud representa un reto incesante para muchos programas en diferentes países; sin embargo, gracias a los avances tecnológicos en telecomunicaciones y procesos de imágenes, es ahora posible ofrecer varios servicios de salud a un mayor número de la población a distancia con un buen nivel de calidad; esto se define como telemedicina.

1.1 Conceptos Generales de la Telemedicina.

Varios autores han hecho definiciones del concepto Telemedicina, aunque todos coinciden en caracterizarla como la provisión de servicios médicos a distancia usando procedimientos electrónicos y de telecomunicaciones.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la telemedicina como: “El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) con objeto de intercambiar datos para hacer diagnóstico, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de la salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en las que viven.” [1]

Otro concepto considera que la Telemedicina es: “La utilización de las tecnologías de la información y de las comunicaciones como un medio de proveer servicios médicos, independientemente de la localización tanto de los que ofrecen el servicio, los pacientes que lo reciben, y la formación necesaria para la actividad asistencial.” [1]

La Telemedicina se sirve de tres dimensiones: telecomunicaciones, ciencias de informática y servicios de salud. De esta forma es posible la recolección, procesamiento, transmisión, análisis, almacenamiento y visualización de los datos médicos más relevantes en un corto periodo de tiempo de espera del diagnóstico. [2]

La Telemedicina incluye la prestación de servicios de salud utilizando tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), específicamente cuando la distancia es una barrera para la atención sanitaria. La estrategia de e-salud de la OPS/OMS, que abarca la telemedicina, los registros médicos electrónicos, *e-learning* y otros componentes, busca mejorar el acceso a los servicios de salud y aumentar la calidad de la atención mediante el uso de TIC [22].

Este suministro de servicios médicos hasta lugares distantes es posible gracias al uso de la tecnología en telecomunicaciones. Se utiliza desde servicios telefónicos estándar (sistemas clásicos) a modelos más evolucionados, y bandas anchas de transmisión de señales digitales conectadas a ordenadores, fibras ópticas, utilización de satélites y otra gran variedad de dispositivos periféricos y software sofisticados. Por tanto, las aplicaciones de telemedicina están evolucionando desde los sistemas clásicos de conexión punto a punto para aplicaciones dedicadas hacia sistemas interactivos de multimedia en red distribuido. [2]

Uno de los proyectos que se ha dado a conocer ha sido el “Campus Virtual de Salud Pública” conceptualizado como una forma de acercar el conocimiento a la práctica, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) trabaja con los países de América para mejorar la salud y elevar la calidad de vida de sus habitantes. La Telemedicina, a partir de un sistema integrado de servicios médicos proporcionados por medio de la informática, sustituye el contacto cara a cara entre el paciente y el médico y hace posible la atención del enfermo por médicos especialistas, sin importar la distancia que los separe, pero lo más importante, en tiempo real. La telemedicina favorece la prestación de servicios médicos en cualquier parte del mundo, a través de la combinación de expertos en servicios de la salud y expertos en telecomunicaciones. [3]

1.2 Breve Historia de la Telemedicina.

El avance de la ciencia de la salud en los últimos años ha estado ligado con el avance en las tecnologías de la comunicación que han permitido superar situaciones adversas y hostiles como han sido los desastres naturales, epidemias o conflictos armados [4]. Entre estos recursos de telecomunicaciones en la historia debemos nombrar: el heliógrafo el cual fue usado desde la peste bubónica en Europa como único medio de comunicación masivo [5] para prevenir y advertir de la letalidad de dicha enfermedad. El telégrafo en la guerra

civil que facilitó los pedidos de suministros médicos, el teléfono en el inicio del siglo xx, el cual fue acogido rápidamente por la población médica, la radio a partir de la Primera Guerra Mundial y en los conflictos de Corea y Viet Nam, donde la radio fue usada regularmente para informar el estado de salud de sus tropas y solicitar ayuda médica [5] y por último la internet que propone mayores utilidades con mínimos costos de operación.

A la fecha se desconoce con exactitud cuándo se comenzó hablar de telemedicina; sin embargo, se puede decir que surge aproximadamente desde 1960 y los trabajos de Bashur y sus colegas en 1970 son los más mencionados. [5, 6]

Una de las primeras grandes ayudas a la telemedicina fue la televisión, la cual, mediante su popularización, incentivó el desarrollo de circuito cerrado de televisión y la comunicación vía video. [5]

En 1964 se realizó el primer enlace de video interactivo entre el Instituto de Nebraska en Omaha y el hospital estatal Nerfolk los cuales, quedaban a 112 millas de distancia [5, 7, 8], pero solo hasta 1967 se instaló el sistema completo de televisión interactiva entre paciente y médico en tiempo real enlazado al aeropuerto de Boston Logan con el hospital general de Massachusetts [9, 10]. Durante este tiempo de prueba, se demostró la factibilidad de un sistema que permitía el diagnóstico de patologías con un buen grado de precisión desde un área remota a través de televisión interactiva, exámenes diagnósticos de laboratorio e imageneologicos como las radiografías.

Posteriormente se implementaron programas de telemedicina como proyecto fuera del ambiente hospitalario subsidiados por fondos de agencias del gobierno, con el único objetivo de comprobar la factibilidad de usar programas interactivos de telecomunicaciones para diagnosticar y tratar enfermedades en zonas distantes del médico. La gran mayoría de estos se desarrollaron en áreas rurales donde no había cobertura de salud. Uno de los más mencionados es el STARPACHC (*The Space Technology Applied to Rural Papago Advance Health Care*) en la reserva de la tribu Papago de Arizona con el sistema de Telemetría de la NASA [11]. No obstante, gran parte de los programas terminaron inconclusos por déficit en su financiamiento.

Hoy en día estos primeros intentos se conocen como la “primera fase” de desarrollo de la telemedicina, que evidenciaron las grandes barreras tecnológicas derivadas de las

limitaciones de los equipos electrónicos de la época, posteriormente con los recortes en el financiamiento concluyeron en el fracaso de muchos de estos a finales de 1970 y principios de 1980. Sin embargo, se pudo demostrar que las telecomunicaciones tenían un gran valor en cuanto a reducir tiempos de traslado del personal médico, ya sea en el contexto del cuidado de pacientes crónicos, consultas de emergencia médicas que requerían opinión de expertos [12, 13].

En 1993 se indexa como término MESH la palabra *Telemedicine* [5] en *medline*. Desde ese momento prácticamente se inicia la llamada “segunda fase” de la telemedicina, que se extiende hasta nuestros días. Caracterizada por una disminución en los costos de producción de equipos electrónicos de telecomunicaciones, donde se destacan especialmente investigaciones financiadas por la armada de los Estados Unidos para el monitoreo de sus ejércitos, telepresencia por cirugía robótica, laparoscópica y nuevas tecnologías en el campo de la injuria cerebral secundaria al trauma.

El TATRC (*Telemedicine and Advance Technology Research Center*) mostró sus innovadoras tecnologías en métodos de detección y tratamiento en términos de lesión cerebral secundario al trauma [14], asegurando que al facilitar la evaluación inicial de los pacientes con trauma craneoencefálico con el uso de la telemedicina se obtienen mejores desenlaces en términos de calidad de vida, mayor impacto en pronóstico a corto y a largo plazo y reduciría el tiempo de reingreso de un soldado a la zona de combate.

El TATRC, se considera en el momento el centro más avanzado en telemedicina e investigación en tecnologías médicas en el mundo, actualmente desarrollan programas de investigación en áreas como: trauma acústico, telerrehabilitación, investigación y desarrollo de ingenierías del sistema.

Internet representa la mejor alternativa como infraestructura para ejercer la telemedicina, desde su máxima expansión a partir de la década de 1990, hoy se cuenta con la posibilidad de compartir rápida y económicamente experiencias e incluso nuevas formas de comercio.

En el contexto de la cibernética y la digitalización del mundo teniendo en cuenta las dimensiones psicológicas y sociales de la salud nace lo que hoy conocemos como *e-health* (e-salud). Para entonces ya se había notado que los beneficios que brindan las telecomunicaciones para la mejora de los servicios de salud no debían limitarse a la

comunicación entre médicos como históricamente se había utilizado, sino que debería expandirse hasta llegar a una comunicación entre médicos y pacientes. [15]

E-HEALTH: además puede desarrollarse a partir de los siguientes pasos e integración

- Enfocarse en los servicios y la información en línea.
- Crear y promover un sitio web para practicantes de medicina.
- Tomar un papel activo en guiar la educación en línea.
- Fortalecer la privacidad, seguridad y confidencialidad.
- Uso adecuado de *e-mail*.

Mejorar la salud y los sistemas de salud fue una promesa de la ciencia y la técnica de la información y las telecomunicaciones. Eysenbach [16] definió “*E-health* como un campo emergente resultante de la intersección de la informática médica, la salud pública y los negocios que hacen referencia a los servicios de salud e información distribuida y promovida a través de la internet y tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio la define como un estado de ánimo, una forma de pensar, una actitud y compromiso para una red de pensamientos global con el fin de mejorar los cuidados sanitarios a nivel local, regional y mundial apoyándonos en tecnologías de la información y de la comunicación [16, 17]. Como vemos incluirá no solo aspectos tecnológicos implicados en la entrega de servicios de salud, sino también aspectos relacionados con la gestión y administración de estos. [17].

1.3 La Telemedicina en América Latina.

Los avances de la telemedicina, a finales de los 80 principios de los 90 y hasta entrado el 2000 los proyectos de telemedicina que surgieron en la región de América Latina y el Caribe fueron básicamente estrategias individuales ya sea de organismos privados o profesionales entusiastas de la informática que dieron en el uso de las incipientes tecnologías de la información herramientas que podrían ser facilitadoras de procesos tales como atención a distancia, diagnóstico a distancia o acompañamiento a distancia en intervenciones quirúrgicas.

Uno de los proyectos de telemedicina más reconocidos en América Latina del Sur es la Red Universitaria de Telemedicina (RUTE) en Brasil, una iniciativa que comenzó en 2006, cuando se interconectaron a los hospitales universitarios en una red de telemedicina para la asistencia primaria de salud. Actualmente este programa tiene 108 núcleos operativos, en todos los estados de Brasil. La RUTE, además de crear formalmente núcleos de telemedicina, también apoya a la realización de videoconferencias, análisis de diagnósticos, segunda opinión, educación médica continua y conferencias web entre hospitales universitarios y universidades [18].

Otro proyecto exitoso en la actualidad es el de Telemedicina para Venezuela, un programa de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela UCV, que desarrolla e implementa soluciones tecnológicas en beneficio de la salud de la población. Para ello cuenta con una plataforma tecnológica y con médicos especialistas, capacitados para emitir segunda opinión; brinda servicios gratuitos para dar acompañamiento a profesionales y estudiantes de la salud, en Centros de Atención Primaria conectados a su red a través de sesiones de teleconsulta y telediagnóstico, videoconferencias, telefonía de voz sobre IP (telefonía digital), acceso a bibliotecas digitales, entre otros, con la finalidad de ayudar al personal de salud a mejorar su desempeño y asistir efectivamente a las comunidades [19].

Por su parte y a nivel internacional la Asociación Iberoamericana de Telesalud y Telemedicina (AITT) promueve el uso y la investigación de estas tecnologías en la Región a través de la promoción y coordinación de programas y actividades entre los países de América Latina, España y Portugal, de acuerdo a prioridades de cada región, congruentes con su entorno natural, y sin interferir con el patrimonio cultural y particular de cada país [20].

1.4 Telemedicina en Cuba.

Cuba no ha estado exenta de lograr avances en el tema, aunque aún de manera discreta; desde la década de los 70, ha experimentado en la transmisión de señales, a través del teléfono o radio, con la finalidad de buscar mayor calidad del diagnóstico, mediante consulta de segunda opinión, y brindar así un cuidado conveniente a su población. Por ende, se ha venido laborando sistemáticamente diferentes alternativas acordes con el desarrollo mundial [21].

Entre las líneas de la telemedicina, que se han trabajado fuertemente en Cuba, está la relativa al telediagnóstico y, dentro de este, la correspondiente a la imagenología, la telepatología y otras. Estos han sido temas de especial importancia, en los que han participado prestigiosos profesionales de la ciencia [21].

1.4.1 Red INFOMED.

En Cuba, a partir de 1998, se decide por el Ministerio de Salud Pública abordar, de conjunto con el grupo de la electrónica del SIME, la implementación de una Red de Telediagnóstico, para el Sistema Nacional de Salud, soportada en la red telemática de la salud, INFOMED, que brinda el soporte necesario de telecomunicaciones para el tráfico de la información, a partir de los Sistemas PATRIS Y REX, producidos por la empresa EICISOFT. Se inicia, en una primera etapa, en ocho hospitales Clínico-Quirúrgicos y Pediátricos de subordinación provincial, un Hospital Especializado y un Instituto de Investigación y Desarrollo de subordinación nacional. Sin embargo, la mayor revolución en este campo la brindó el advenimiento masivo de datos médicos y su transferencia a otros sitios para ser consultados [23].

Las primeras implementaciones de telemedicina y computadoras ofrecían la posibilidad de consultar grandes bases de datos e historias clínicas, y de proveer educación médica desarrollándose en los últimos 10 años la computación gráfica, modificando todas las prácticas médicas con la posibilidad de incorporar imágenes a las herramientas con que había contado la telemedicina hasta ese momento. Y finalmente el advenimiento de las grandes redes de computadoras, y entre ellas la internet [23], transforma a la telemedicina en un recurso al alcance de grandes sectores de la población y la comunidad médica.

Todas estas experiencias, sirvieron de base para que en los últimos años la telemedicina haya recibido un impulso muy importante gracias al desarrollo de la Tecnologías y las Comunicaciones (TIC)

Nuestro país se encuentra inmerso en lo que se ha llamado la “Informatización de la Sociedad Cubana” proyecto mediante el cual se aplican las Tecnologías de la Informatización y las Comunicaciones (TICs) a las diferentes esferas y sectores de la sociedad para lograr como resultado una mayor eficiencia y eficacia con la optimización de los recursos y el logro de mayor productividad y competitividad en dichas esferas y

sectores. Como parte del proceso de informatización, la Salud Pública es uno de los sectores que se ha visto un tanto favorecido por los impactos de las TICs [21] pues actualmente se proyecta y desarrolla un Programa de Informatización del Sistema Nacional de Salud.

La Telemedicina es un nuevo concepto que ha encontrado su desarrollo en el progreso avanzado de las Tecnologías de la Información y el Conocimiento, y debe ser conocido por los profesionales de la salud. En la actualidad, nuestro país trabaja en el cumplimiento de estos requisitos y ha trazado la estrategia para toda la informatización de la sociedad cubana al colocar las nuevas tecnologías al alcance de todos con un carácter eminentemente social.

La salud pública ha sido uno de los sectores más beneficiados, en este sentido, se ha desarrollado la Red Telemática de Información de Salud (desde 1992), que ya interconecta policlínicos, hospitales, centros de enseñanza, bibliotecas y otras instituciones en todas las provincias del país, lo que ha permitido la introducción de las tecnologías de la información en la educación médica [21] y la realización de actividades docentes de educación a distancia en Cuba y en los 62 restantes países donde se encuentran los colaboradores de la salud, con el objetivo de elevar la calidad y eficiencia médica, docencia, investigación y gestión de la salud.

1.5 Vínculo entre las “TIC” y la Telemedicina.

El desarrollo, la integración y la convergencia de las diferentes tecnologías de la comunicación (telefonía, radio, televisión, enlaces por satélites, fibra óptica, redes informáticas, etc.), así como el espectacular desarrollo de internet, han dado lugar a las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Debido al enlace insospechado de las mismas y su amplia penetración en todos los sectores de la sociedad se comenzó hablar “Sociedad de la Información” y de la “Sociedad del Conocimiento”, la cual ha recibido un fuerte impulso y apoyo en todos los países industrializados [24], todo lo cual ha determinado que se modifiquen considerablemente las aplicaciones de la Telemedicina.

Actualmente la Telemedicina no es útil únicamente en los escenarios clásicos, determinados fundamentalmente por la existencia de barreras geográficas o zonas despobladas, sino que también es útil en los medios urbanos normales, habiéndose

ampliado su aplicación a todos y cada uno de los aspectos y procesos de la asistencia sanitaria [24]. Hoy día, gracias a las TIC, la Telemedicina posibilita una amplia interacción entre el Sistema Sanitario y los ciudadanos lo cual mejora la asistencia sanitaria y, por tanto, incrementa la satisfacción de sus usuarios. [24].

A pesar de la estrecha relación de las TIC con la Telemedicina, esta no puede ser considerada como un elemento tecnológico en sí mismo, sino como la nueva forma de organizar y llevar a cabo, a través de esas tecnologías, la provisión de los servicios sanitarios, se puede decir que las TICs son el complemento necesario para dar soporte a la telemedicina [24].

Los avances tecnológicos por novedosos y deslumbrantes que puedan ser, no constituyen más que una herramienta y como tal debe valorarse ya que no todo lo que es técnicamente posible resulta necesario o añade valor a la organización sanitaria. Por eso es absolutamente necesario realizar una gestión eficiente de las TIC para que su aplicación mediante formas de Telemedicina [24], se produzca en aquellos aspectos en donde existan necesidades reales de las mismas.

En lo que se refiere a servicios de sistemas de soporte a tareas asistenciales situamos los que se identifican genéricamente con el clásico concepto del término “Telemedicina”. Consiste en la utilización de sistemas de telecomunicaciones para proporcionar asistencia médica a distancia [24]. Dentro de esta modalidad se puede distinguir entre:

Teleconsulta-Telediagnóstico: la capacidad de realizar consultas remotas entre pacientes y facultativo o entre diferentes facultativos, para la elaboración de un diagnóstico común. Se vienen utilizando estos servicios en diferentes especialidades médicas (Radiodiagnóstico; Dermatología; Cardiología; Psiquiatría; Oftalmología; Anatomía Patológica; Otorrinolaringología; etc.) [24]

Telemonitorización-Teleasistencia: permite conocer y realizar un seguimiento a distancia de la situación de un paciente y de sus parámetros vitales y de esta manera permite la provisión de asistencia y cuidados de salud al paciente en su entorno hospitalario: procesos crónicos, programas de cuidados paliativos, medicina de urgencia, etc. [24]

Los sistemas suelen ser interactivos e incluir algunas formas de telealarma (para poner en marcha un procedimiento de urgencia en caso de ser preciso) y si están apropiadamente

conectados en una red de sistemas integrados, es también factible el acceso a la historia clínica del paciente y un sistema de intercambio de información entre los diferentes profesionales implicados [24].

La Telemedicina involucra en un solo contexto las técnicas de la teleinformática con la destreza de la medicina, haciendo que la atención médica, en casi todo su espectro, no tenga barreras de tiempo ni de distancia. Los avances tecnológicos en la multimedia, en los manejos y transmisión de imágenes, en la capacidad y confiabilidad de los computadores, en la versatilidad de los sistemas de información, y también en las calidades y velocidades de los sistemas de telecomunicaciones, así como en la optimización de la automatización y de la robótica, han influenciado en el incremento de la implementación y desarrollo de las Redes de Telemedicina en los diferentes países del mundo.

1.6 Servicios Médicos en Telemedicina.

A continuación, se propone una clasificación del amplio espectro de los servicios de Telemedicina, este será solo un enfoque general que lleva a dar una clasificación que facilita la especificación de los requerimientos técnicos necesarios para su desarrollo. Cada una de estas estructuras corresponde a la base para un modelo de subredes que es el principal objetivo de este trabajo.

a)- Diagnóstico de Imagenología médica

El diagnóstico médico se realiza en base a tomas de imágenes radiográficas:

- Radiología convencional.
- Radiología especial.
- Ecografía.
- Mamografía.
- Tomografía axial computarizada.
- Neumología.
- Resonancia magnética nuclear.

b)- Diagnóstico de microscópica médica

El diagnóstico se puede realizar en base a muestras de imágenes microscópicas:

- Patología.
- Dermatología.
- Oncología.

c)- Operación y tratamiento médico

Intervención médica directa sobre el paciente en tratamiento:

- Cirugía.
- Tratamiento médico.

d)- Monitorización médica

Control u observación médica permanente y continua sobre el paciente, en base a las manifestaciones biomédicas de los sistemas orgánicos a monitorear:

- Monitorización de pacientes cardiológicos.
- Monitorización de embarazadas.
- Monitorización de pacientes crónicos.

e)- Video-conferencia médica

Difusiones e intercambios de conocimientos y apreciaciones médicas de carácter instructivo, participativo y asistencial, tales como:

- Educación médica.
- Junta médica.
- Asistencia médica.
- Psiquiatría.

f)- Gestión médica – hospitalaria

Intercambio de información que contribuya a relacionar, agilizar, publicitar y mejorar la prestación de los servicios médicos-hospitalarios, tales como:

- Consulta de historias clínicas.

- Consulta de diagnósticos y recetas médicas.
- Consulta de resultados de laboratorio.
- Gestión de agendas y turnos.
- Planificación de las intervenciones quirúrgicas.
- Disponibilidad de servicios médicos, camas y medicamentos.
- Publicaciones estudios y experiencias médicas.
- Portafolios de servicios médicos-hospitalarios.

1.7 Estructura básica de un sistema de Telemedicina:

El sistema consta de los elementos siguientes [25]:

1. Estación de captura y envío de la información médica

Consiste en la infraestructura informática que permite generar y/o capturar la información médica, digitalizarla, procesarla y enviarla a las estaciones remotas a través de una Red que conecta estas estaciones con la estación de captura.

2. Red de comunicaciones de la información médica

Es la infraestructura de las comunicaciones que permiten, a través de medios físicos y mediante la utilización de protocolos específicos, transmitir la información a la estación receptora.

3. Estación o estaciones de recepción de la información médica

Consiste en la infraestructura informática que permite recibir y recuperar la información médica en su forma original, así como manejarla y reproducirla de acuerdo a las necesidades médicas correspondientes a la aplicabilidad que se le esté dando a la misma.

4. Sistema de almacenamiento y consulta de Información médica

Consiste, adicionalmente, en la infraestructura informática que permite almacenar información médica y poder acceder a ella desde estaciones remotas [25].

Dependiendo de las características de la información médica que se maneje (imágenes, texto, voz, sonidos o señales) y de su aplicabilidad o utilización, corresponderán los requerimientos de hardware y software que debe disponer el Sistema de Telemedicina de que se trate.

1.8 Transmisión de imágenes.

1.8.1 Imágenes fijas. Telemedicina estática.

Se conoce como tecnología de “almacenamiento y transferencia” (*Store and Forward*). Es una forma asincrónica de telemedicina, se realiza en diferido [24].

Consiste en enviar al especialista unas fotografías digitales a la que puede adjuntarse una historia clínica del paciente, para que la estudie en su conjunto y emita un juicio diagnóstico. El envío del material por vía electrónica no requiere gran infraestructura ni banda ancha por lo que el costo es bajo.

Es la forma más básica de la telemedicina e incluye el almacenamiento y envío de imágenes fijas desde un lugar a otro (radiografías, imágenes de histopatologías, fotografías de lesiones cutáneas, etc.) se crea una imagen fija, se guarda en el ordenador y se envía a otro lugar. No tiene como objetivo ofrecer una interacción en tiempo real y en vivo [24].

1.8.2 Transmisiones bidireccionales en vivo. Telemedicina interactiva.

Un importante logro más allá de la tecnología de “almacenar y transferir” es la telemedicina de forma sincrónica, que se realiza en directo [24].

Esta modalidad sincrónica requiere el establecimiento de agendas conjuntas y la disponibilidad simultánea de los agentes que estén involucrados en la sesión.

El tipo de telemedicina interactiva, la videoconferencia entre dos estaciones de trabajo, es la tecnología básica e imprescindible para esta modalidad de telemedicina sincrónica, con intercambio de información, mediante transmisiones bidireccionales, en vivo y en tiempo real [24].

Lo más importante es la infraestructura de telecomunicaciones que ha de utilizar el sistema de telemedicina y en especial la capacidad de ancho de banda que necesite, lo cual dependerá de los tipos de señal que se tengan que transferir, el volumen de la información y

el tiempo necesario. Para la mayoría de las aplicaciones de telemedicina las características y el ancho de banda que proporcionan las actuales comunicaciones ofrecen prestaciones suficientes para su desarrollo, siendo la transmisión de imágenes digitales de alta resolución (calidad diagnóstica) y la de imágenes en movimiento (videoconferencia) los servicios con mayores requisitos en este sentido.

Conclusiones del capítulo.

Se puede considerar a la telemedicina como una herramienta no solo asistencial, sino un mecanismo de transmitir información y formación entre profesionales de atención primaria, especializada y pacientes. La aplicación de esta puede facilitar la participación de los usuarios, mejorar la calidad del sistema, modificar los hábitos de salud y contribuir a la sostenibilidad del Sistema de Salud.

CAPITULO 2. MODELOS GENERALES DE REDES PARA TELEMEDICINA.

En este capítulo se explican los modelos para cada subred propuesta, en particular partiendo de la base que se necesita transmitir señales de video, voz, datos, imágenes, sonidos y en general todas aquellas señales que permitan llevar información médica de un lugar a otro. Se analizan los aspectos que caracterizan cada uno de los modelos de subredes que incluye la descripción general del servicio médico que se presta vinculado directamente al tipo de señal que se necesite transmitir, las características informáticas principales en cuanto a dimensión, resolución, número de señales que particularizan cada uno de los modelos y las etapas que caracterizan el proceso (captura y compresión, transmisión y recepción y descompresión de la señal que se transmite).

2.1 Subredes de la Red de Telemedicina.

De acuerdo con la clasificación de servicios médicos que se pueden desarrollar sobre plataformas de telecomunicaciones, mostramos un modelo de subredes que facilitan el desarrollo de soluciones para telemedicina:

- Subred de Teleimagenología.
- Subred de Telemicroscopía.
- Subred de Teleoperación.
- Subred de Telemonitorización.
- Subred de Televideo-conferencia.
- Subred de Telegestión.

Se describen los procedimientos fundamentales que en cada una de ellas se emplean, sus características principales que implican requerimientos en su implementación y también las principales normas existentes respecto a la comunicación informática a ser empleada en cada una de estas subredes, el equipo esencial con que deben disponer para poder desarrollar sus procesos de toma, envío, recepción y reproducción de la información que manejan, y los dispositivos y procedimientos de almacenamiento y los accesos correspondientes que dicha información demanda, así también los requerimientos mínimos de comunicación para asegurar una transmisión confiable y de buena calidad de las señales que se transfieren a través de dichas subredes.

2.1.1 Descripción del protocolo de manejo DICOM 3.0.

Entre los protocolos de manejo y comunicación de imágenes digitales con fines de diagnóstico médico, más referenciados, se tiene DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*): Este estándar describe la manera de dar formato e intercambiar imágenes médicas e información asociada. El estándar se aplica a la operación de la interfaz que es usada para transferir datos desde un dispositivo de imágenes. DICOM se fundamenta de las conexiones estándares de red y de los instrumentos y medios que manejan la comunicación y el almacenamiento de imágenes digitales, desde modalidades de diagnóstico como: tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear, medicina nuclear, ultrasonido, rayos X, video digitalizado, captura de video e información HIS/RIS (Sistema de Información Hospitalarios/Sistema de Información de los Servicios de Radiología). También permite conexión de impresoras conectadas a la red, como laser imágenes. DICOM 3.0 define un formato de imagen médica y un protocolo de comunicaciones para el intercambio de imágenes entre nodos de Telemedicina y equipos de imagen médica.

DICOM surgió para promover la comunicación entre imágenes digitales ofreciendo así mayor flexibilidad a los sistemas de almacenamiento y comunicación de imágenes y con ello facilitar la creación y consulta a sistemas de diagnóstico por diferentes dispositivos y en diversos lugares locales o remotos [26].

Comunicación en DICOM:

- DICOM utiliza el modelo de capas para presentar conexiones virtuales entre diferentes plataformas de cómputo, utilizando protocolos de comunicación [26].
- Para establecer una conexión virtual, los dispositivos que pretenden comunicarse deben utilizar los mismos protocolos de cada capa.
- DICOM agrega la posibilidad de conexión en red utilizando como base los protocolos TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) y los propuestos por ISO/OSI (*International Standards Organization/Open Systems Interconnection*).
- De esta forma se aprovechan los protocolos definidos en las capas inferiores tanto de TCP/IP como ISO/OSI y define los protocolos necesarios en las capas superiores para soportar la comunicación entre aplicaciones en forma diferente.
- En el caso de ISO/OSI, aprovecha los servicios de las primeras 6 capas. Para el caso de TCP/IP, especifica un protocolo de capa superior DUL (DUL: *DICOM Upper Layer*). Para ambos casos se definen un protocolo para aplicaciones DICOM, que permite la portabilidad entre ambos ambientes sin afectar las aplicaciones ya realizadas [26].

2.2 Subred de Teleimagenología.

Consiste en la infraestructura física y funcional a través de la cual se transfieren imágenes médicas radiográficas entre dos puntos, o entre uno o varios puntos, con el propósito de conocer a distancia la información imagenográfica de los pacientes, para poder realizar mediante ellas los estudios y diagnósticos médicos pertinentes.

Para el caso de la radiografía, mamografía y ecografía computarizada, así como por la tomografía axial computarizada y la resonancia magnética nuclear, las imágenes son capturadas de forma digital, a través de una placa de captura de imágenes, y son transmitidas consecuentemente a las estaciones de trabajo remotas y/o de almacenamiento respectivas. Las imágenes radiográficas una vez digitalizadas, se conectan a un servidor, el cual mediante un software especializado maneja el envío de las mismas a las estaciones de trabajo remotas y/o de almacenamiento a través de una red de comunicaciones determinada.

2.2.1 Características informáticas.

Para la Teleimagenología el elemento informático a transmitir es la toma, placa o impresión imagenográfica del paciente en estudio médico. Dentro de las características informáticas principales de las imagenografías se tienen:

- Dimensión de la placa fotográfica.
- Resolución (píxeles).
- Número de placas por estudio.

Tipificación de los requerimientos.

Mostraremos la tipificación de los principales requerimientos que demanda el funcionamiento de una subred de teleimagenología, de acuerdo a sus aspectos esenciales, con fines de diagnóstico médico.

a) Adquisición y envío de las imagenografías.

Como se mencionó anteriormente, las imágenes radiográficas aquí consideradas deben ser digitalizadas antes de ser transmitidas. Para el caso de los sistemas de rayos X, ecografías y mamografías no digitalizados, este proceso se logra mediante un escáner o un digitalizador láser. Para el caso de las tomografías axiales computarizadas de rayos X, ecografía y mamografía las imágenes ya salen digitalizadas.

b) Velocidad de transmisión [28].

Para el envío de señales imagenográfica para ser almacenadas remotamente y posteriormente recuperadas, se recomiendan velocidades de transmisión de 128 Kbps, ya que el tiempo de demora en tal sentido no es crítico.

Para el caso de la teleimagenología para estudios de diagnóstico en tiempo real la velocidad de 128 Kbps, es bastante deficiente, en cuanto a tiempo de transmisión se refiere y también para lograr una buena calidad en la imagen. Para cumplir con los requerimientos de transmisión de imágenes de alta resolución, como es el caso de las imágenes que se manejan para los servicios de diagnóstico médico, se necesitan velocidades de transmisión alrededor de los 150 Mbps, y para admitir simultáneamente uno o más servicios

interactivos y distributivos, se necesitan velocidades de transmisión alrededor de los 600 Mbps. La tecnología apropiada para el soporte de esta tecnología es la fibra óptica.

Con el propósito de referenciar comparativamente algunos de los requerimientos de velocidades, en la tabla 1 se relacionan el tiempo requerido para transmisión de un examen de una radiografía digitalizada de tórax con una matriz de 2000 x 2000. Se observa el comportamiento de los valores indicados en la tabla, se puede deducir que existe una relación inversa, con tendencia lineal, entre las velocidades y los tiempos de transmisión, de tal manera que a medida que se aumenta proporcionalmente la velocidad de transmisión, se reduce en proporción igual el tiempo empleado en la misma.

Tipo de transmisión	Velocidad de transmisión	Tiempo de transmisión
GSM-datos móviles	9.6 Kbps	4.5 horas
Conexiones por modem	28.8 Kbps	1.5 horas
	56 Kbps	50 minutos
RDSI (Red digital de Servicios Integrados)	2x64 Kbps	20 minutos
Retransmisión de trama(FR)	2 Mbps	1.5 minutos
ATM	10 Mbps	15 segundos
	155 Mbps	2 segundos
MPLS	600 Mbps	1-2 segundos

Tabla 1. Velocidad y tiempo de transmisión de una radiografía digitalizada de tórax con una matriz de 2000 x 2000.

c) Compresión/descompresión de imágenes.

Con el propósito de reducir los requerimientos de las tasas de transmisión de los medios de comunicaciones, para las imágenes médicas con fines de diagnóstico, y el almacenamiento de las mismas, se utiliza la técnica de compresión de imágenes, la cual busca reducir el tamaño de estas mediante la supresión de informaciones redundantes producidas por la computadora, sin pérdida de información significativa de las imágenes.

- **JPEG (Joint Photographic Experts Group):** es un estándar para la compresión/descompresión de imágenes estáticas de color de 24 bits, así como de imágenes digitales en escala de grises con rangos de compresión hasta de 20:1. No maneja imágenes en blanco y negro, ni compresión de imágenes en movimiento. Es quizás el estándar más utilizado para compresión/descompresión de imágenes radiográficas.

- Wavelet: es un estándar de compresión/descompresión de imágenes de alta resolución, tales como las mamografías, las tomografías axiales computarizadas y las resonancias magnéticas nucleares.

En la tabla 2 se relaciona el tamaño de distintos tipos de imágenes médicas digitales, lo cual sirve para poder tener una referencia del requerimiento de su almacenamiento y tiempo de transmisión.

Imagen	Tamaño de archivo
Ultrasonido escaneado	250 Kb
Tomografía computarizada	1 Mb
Resonancia magnética	1 Mb
Mamografía digital	4 Mb
Radiografía de tórax de alta resolución	16 Mb
Estudio completo de TAC	100 Mb
Estudio completo de RMN	100 Mb
Disquete de alta resolución	14 Mb

Tabla 2. Tamaño de distintos tipos de imágenes digitales.

2.3 Subred de Telemicroscopía.

Existen dos maneras de practicar la Telemicroscopía: la estática y la dinámica. En la primera las imágenes microscópicas son adquiridas y enviadas por un asistente al patólogo, dermatólogo, oncólogo o especialista consultado a través de una red de comunicaciones; mientras que, en la dinámica, el patólogo, dermatólogo u oncólogo controla directamente y en forma remota la adquisición de las imágenes microscópicas a examinar.

Procedimientos básicos.

En el caso de la Telemicroscopía estática, el procedimiento consiste básicamente en la captura de un número determinado de imágenes microscópicas: patológicas o dermatológicas, seleccionadas por un asistente, luego son fotografiadas con técnica convencional de fotografía de diapositiva, posteriormente son digitalizadas con un escáner de fotografía, las cuales son transmitidas al especialista a distancia mediante una red de comunicaciones, una vez hayan sido comprimidas en caso de requerirse.

En el caso de la Telemicroscopía dinámica, el especialista que hace el estudio a distancia, dirige al asistente, que se encuentra con las muestras, en la selección y el manejo de las

mismas y en el control de los movimientos del microscopio y de la cámara fotográfica a través de un intercomunicador. Para la Telemicroscopía dinámica-robótica, el especialista maneja a distancia todos los dispositivos y el procedimiento en general.

2.3.1 Características informáticas.

Para la Telemicroscopía el elemento informático básico a transmitir es la toma microscópica fotográfica de las muestras orgánicas del paciente a examinar. Dentro de las características informáticas principales de las imágenes microscópicas, que implican requerimientos fundamentales para su implementación en esta subred, se tienen:

- Numero de cortes.
- Resolución (píxeles).

Tipificación de los requerimientos.

Principales requerimientos que demanda el funcionamiento de una subred de Telemicroscopía.

a) Adquisición y envío de las imágenes microscópicas.

Las imágenes microscópicas son adquiridas mediante un microscopio con cámara fotográfica incorporada, la cual debe ser de buena calidad y que permita captar video en tiempo real.

b) Velocidad de transmisión [28, 29].

Si se desea conseguir imágenes de buena calidad (de alta resolución), para el caso de la Telemicroscopía, se requiere redes de alta velocidad (ancho de banda grande).

c) Compresión/descompresión de imágenes

Tal como para imágenes radiográficas, entre los diferentes estándares existentes para la compresión y descompresión de imágenes digitales, el más referenciado, para el caso de imágenes patológicas y dermatológicas, es el M-JPEG (*Motion-JPEG*), ya que presenta una buena relación costo-beneficio para comprimir video en tiempo real. También existe hardware compresor de video *Wavelet* para altas resoluciones, pero su costo es mayor.

Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Tiempo de Transmisión
Modem a 56 Kbps	56 Kbps	30 minutos
RDSI (2 canales)	128 Kbps	20 minutos
Ethernet	10 Mbps	1 minuto
Fast Ethernet	100 Mbps	5 segundos
ATM	25 - 622 Mbps	2 segundos
MPLS	600 Mbps-1 Gbps	2 segundos

Tabla 3. Velocidad de transmisión para distintos medios de comunicación.

2.4 Subred de Teleoperación.

La Teleoperación es una aplicación de la Telemedicina de limitada presencia, debido a la complejidad de su accionar y al riesgo de su aplicabilidad, así como por el costo elevado de implementación y funcionamiento.

2.4.1 Características Informáticas.

Para la Teleoperación, el elemento informático es directamente el cuerpo humano, desde el cual se obtiene la información requerida para tomar remotamente las decisiones de las acciones e intervenciones médicas que sobre el mismo debe realizarse.

Tipificación de los requerimientos.

a) Adquisición y envío de las tomas de video.

Las tomas de video son adquiridas mediante cámaras de video a color de altísima calidad (especialmente para las intervenciones quirúrgicas).

b) Velocidad de transmisión.

Debido a que la intervención del cirujano o especialista a distancia para la Teleoperación debe ser en tiempo real, la velocidad de transmisión debe ser alta y permitir el envío de imágenes de video de muy buena calidad. Estas velocidades deben estar en el rango de los 155 Mbps y 622 Mbps, dependiendo del tipo y la complejidad de la intervención a realizarse. Para el intercomunicador tipo video-conferencia, entre el especialista a distancia y los médicos asistentes que atienden al paciente que está siendo intervenido, la velocidad debe estar entre 512Kbps y 768 Kbps

c) Compresión y Descompresión.

Las señales de audio y video que se toman en la Teleoperación, son de tipo analógico, para poder enviarla a través de una red digital debe ser transformada en señales digitales y una vez realizada esta conversión se debe comprimir y preparar estas señales para su transmisión, lográndose todo esto mediante un dispositivo llamado CODEC(Codificador/Decodificador), que, en el otro extremo de la red, realiza el trabajo inverso para poder desplegar y reproducir la información. El estándar JPEG es el más referenciado para la realización de este proceso [30].

2.5 Subred de Telemonitorización.

En la Telemonitorización se realiza la observación permanente y continua del estado del paciente, por intermedio de una unidad que realiza la monitorización de interés a través de los diferentes transductores seleccionados para el sistema, y de circuitos y dispositivos electrónicos diseñados para tal fin.

2.5.1 Características Informáticas.

Para la Telemonitorización, el elemento informático es directamente el cuerpo humano, desde el cual se obtiene la información requerida para realizar la observación y seguimiento permanente y continuo a distancia del comportamiento de interés del paciente.

Tipificación de los requerimientos.

a) Adquisición y envío de la información.

Los dispositivos para la adquisición de la información, para el caso de la Telemonitorización, son típicamente: electrodos, transductores y en general sensores de señales del comportamiento de los parámetros de monitorización del paciente. La captación de la señal se hace en forma analógica, la cual debe ser digitalizada antes de ser transmitida.

b) Velocidad de transmisión [28].

Para el tipo de servicio que se presta en esta subred, no es tan exigente en cuanto al requerimiento de velocidad, sin embargo y como es lógico, a medida que la velocidad a

utilizar sea mayor, menor será el tiempo de transmisión a emplearse y por lo tanto más rápido llegara la información al sitio de recepción.

Los datos se pueden transmitir por la línea telefónica convencional con una velocidad de transmisión que oscila entre 45 Kbps y 100 Kbps Se puede llevar a cabo a través de internet, teléfono o fax. Sin embargo, la transmisión de estos datos se realiza mediante velocidades de 64 Kbps o 128 Kbps, consiguiéndose así una reducción sustancial en los tiempos de transmisión. Para la telecardiografía, en el caso de envío de datos del ECG, ecocardiogramas, sonidos, y murmullos del corazón, la velocidad de transmisión requerida no es tan exigente, la cual podría estar entre los 64 Kbps y 128 Kbps; por ejemplo, un estetoscopio puede manejar una salida de audio digital a 128 Kbps

c) Compresión/Descompresión.

Para el caso de la compresión/descompresión de señales electrocardiográficas se tiene la norma SCP-ECG como una de las más referenciadas. También el estándar JPEG ha sido bastante experimentado en la transmisión de ecocardiografías. La utilización del dispositivo CODEC es recomendable para la conversión, compresión y preparación de estas señales para su respectiva transmisión.

En la Tabla 5 para la transmisión de telemonitorización mientras mayor sea la velocidad de transmisión menor será el tiempo de transmisión.

Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Tiempo de Transmisión
Modem	56 Kbps	10 Minutos
RDSI (canales 2B)	128 Kbps	5Minutos
FR	2 Mbps	3Minutos
Fast Ethernet	100Mbps	30 segundos
ATM	150 Mbps	5 segundos

Tabla 5. Velocidad y tiempo para un servicio de telemonitorización.

2.6 Subred de Televideo-conferencia.

La subred de televideo-conferencia, debe permitir la transmisión al mismo tiempo de señales de video, voz, datos, imágenes, sonidos y en general todas aquellas señales que permitan llevar información médica.

2.6.1 Características Informáticas.

Para la televideo-conferencia, los elementos a transmitir revisten una gran variedad, dentro de los cuales podemos tipificar los siguientes: personas y objetos en movimiento, documentación, imágenes, sonidos, audio y datos.

Tipificación de los requerimientos.

a) Adquisición y envío de la información.

Todos los sistemas de video-conferencia operan sobre los mismos principios: preparación de la señal digital, transmisión de la señal digital y procesado de la señal digital que reciben, y están conformado por tres componentes básicos: sala de video-conferencia, códec y red de comunicaciones.

b) Velocidad de transmisión [28].

La velocidad de transmisión para el caso de la video-conferencia, fluctúa dependiendo de la versatilidad y complejidad de los servicios que se van a prestar a través de la misma. Para el caso de un sistema básico de video-conferencia se emplea un enlace tipo RDSI que ofrece dos circuitos de 64 Kbps, hasta sistemas de mayores prestaciones que requieran velocidades de 512 Kbps Si se utiliza dos canales de 64 Kbps, se obtendrá baja resolución, pero aun así los resultados son aceptables para fines de conferencia educativa. Se pueden utilizar enlaces *Frame Relay* hasta 2 Mbps e incluso pueden

c) Compresión/Descompresión.

Tal como se mencionó en la Teleoperación, las señales de audio y video que se desean transmitir, mediante un sistema de video-conferencia, se encuentran por lo general en forma de señales analógicas, por lo que, para poder enviar esta información a través de una red digital, estas deben ser transformadas en señales digitales y una vez realizada esta conversión se debe comprimir y preparar estas señales para su respectiva transmisión. Todo esto se logra mediante un dispositivo denominado CODEC, que en el otro extremo de la red realiza el trabajo inverso para poder desplegar y reproducir la información proveniente desde el punto remoto.

2.7 Subred de Telegestión.

Se podría considerar, que en esencia esta subred corresponde a la estructura de acceso a distancia, desde diferentes sitios, a una gran base de datos que contiene centralizada un amplio espectro informativo del accionar y disponibilidad diaria de los servicios que realiza y con que cuentan las instituciones hospitalarias, lo cual permite optimizar la gestión clínica y administrativa de una red hospitalaria.

2.7.1 Características informáticas.

Los elementos informáticos a transmitir, mediante la subred de Telegestión, son los datos que conforman los diferentes registros que constituyen cada una de las entidades que estructuran el banco de base de datos, las cuales son el soporte informativo de esta subred. Las características informáticas de los registros, que implican requerimientos fundamentales en la implementación de una subred de Telegestión, básicamente en su tamaño, cuya unidad elemental de medida es el byte. A medida que los registros de las entidades sean de mayor tamaño, mayor será el tiempo de su transmisión y reproducción en el sitio remoto de consulta, requiriéndose por lo tanto medios de comunicación de mayor velocidad para así lograr agilizar el proceso de consulta

Tipificación de los requerimientos.

a) Adquisición y envío de la información.

Para efecto de identificar solamente los requerimientos pertinentes a la telecomunicación de la información disponible en la base de datos de la institución hospitalaria, se considera que se dispone completamente de la misma y que su mantenimiento y actualización se hace en forma eficientemente permanente.

b) Velocidad de transmisión [28].

El elemento informativo son datos y la demora de su obtención en el lugar remoto de consulta no reviste situaciones críticas y de altos riesgos, los requerimientos de velocidad no son tan exigentes. Sin embargo, como es lógico, entre más alta sea la velocidad de transmisión menor será la demora del proceso de la consulta correspondiente.

Tipo de transmisión	Tiempo de transferencia
Modem 14.4 Kbps	1.5 horas
Modem 28.8 Kbps	46 minutos
Modem 56 Kbps	24 minutos
RDSI 128 Kbps	10 minutos
Retransmisión de Tramas	20 segundos

Tabla 6. Tiempo de transferencia de un fichero de 10 Mbyte.

c) Compresión/Descompresión.

Debido a que el tipo de imágenes a ser manejado en esta aplicación, no reviste mayores grados de resolución, ya que su exigencia de calidad es su despliegue no es muy crítica, se puede considerar que para este caso no hay requerimientos sobre compresión/descompresión de imágenes.

Conclusiones del Capítulo.

La conclusión principal a la que se arriba en este capítulo está en relación con el tamaño de la imagen a transmitir según el tipo de subred a que se refiera, la tecnología y los tiempos en que se transmite. Para imágenes de baja resolución y para transmitir textos es suficiente con enlaces hasta los 2 Mbps, Para imágenes de alta resolución, cirugías en línea y videoconferencias ya se necesitan enlaces a más altas velocidades hasta el orden de los 600 Mbps.

CAPITULO 3. ARQUITECTURAS DE REDES DE TELEMEDICINA.

En este capítulo se describe para cada uno de los modelos estudiados en el Capítulo II la plataforma básica para la implementación de cada una de las subredes dependiendo de la complejidad del servicio que se necesita prestar (requerimientos de hardware y software). Se propone la infraestructura de red usando la tecnología adecuada para soportar la transmisión de cada una de estas señales según el modelo a que se refiera.

3.1 Plataforma Básica para una Subred de Teleimagenología.

La figura 1 muestra la plataforma básica para la implementación de una subred de teleimagenología, en el caso de la transmisión de imágenes radiográficas ya digitalizadas, se debe contar básicamente con los siguientes dispositivos genéricos, según los componentes estructurales fundamentales de un sistema de telemedicina.

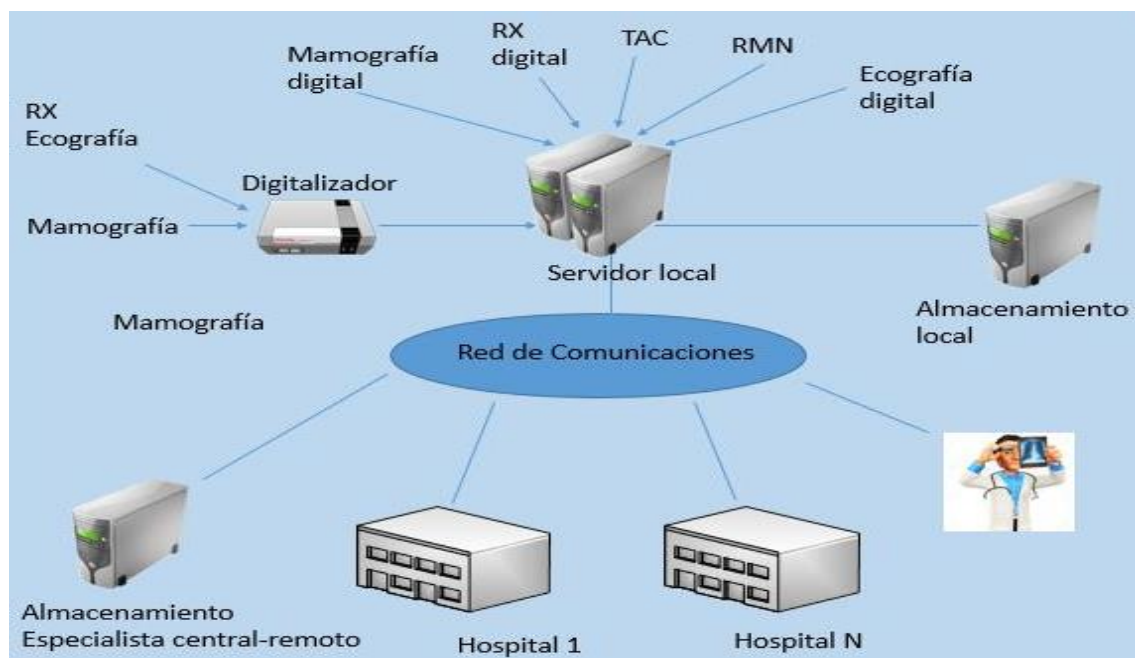


Figura 1. Estructura básica de una subred de teleimagenología.

Según la estructura básica general descrito en el Capítulo I se tiene que:

a) En la estación de captura y envío de las imágenes radiográficas [28, 31, 32]:

- Unidad generadora de potencia.
- Equipos digitalizados de: rayos X, ecografías, mamografías, tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear.
- Servidor (PC), con capacidad para manejar tráfico de imágenes radiográficas.
- Software de compresión/descompresión: JPEG.
- Software para el manejo y envío de imágenes radiográficas: DICOM.3.

b) En la red de transmisión:

Para el caso de transmisión de imágenes de baja resolución (hasta 512x512x10bits) y comunicación asincrónica:

- Para velocidades de transmisión relativamente bajas, líneas de la red de telefonía convencional con modem de grado de voz V.92 a 56 Kbps dedicados a una conexión *Frame Relay*.
- Para velocidades de transmisión más altas, líneas de la red de telefonía convencional con módems ADSL-básico, o líneas RDSI de 128 Kbps

Para el caso de transmisiones de mediana resolución (hasta 1.024x1.024x10bits) y comunicación asincrónica:

- Para velocidades de transmisión relativamente bajas, líneas de la red telefónica convencional con módems ADSL-básicas o líneas RDSI de 128 Kbps
- Para velocidades de transmisión más altas, líneas de la red telefónica convencional con módems ADSL-*premium* o líneas RDSI de 384 Kbps

Para el caso de transmisiones de imágenes de alta resolución (2048x2048x12bits):

- Para comunicación asincrónica, líneas RDSI de 1.54 Mbps o 2 Mbps
- Para comunicación interactiva, líneas RDSI o usando un enlace ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) de 10Mbps a 155 Mbps.

El medio de comunicación a utilizar para la transmisión de imágenes radiográficas, depende esencialmente de la velocidad de transmisión o del ancho de banda requerido y del costo que el demande para lograr la calidad del servicio deseado.

c) Para la estación de recepción se propone:

- Procesador (PC), previsto de adaptador gráfico, con capacidad para solicitud, recibo y manejo de imágenes radiográficas.

- Técnica de compresión/descompresión: JPEG.

- Software para el recibo y manejo de imágenes radiográficas: DICOM.3.

- Monitor digital entre 512x512 pixeles y 2.000x2.000 pixeles con 8 a 12 bits por pixel.

- Impresora de calidad fotográfica.

Parámetros	Características
Comunicación	Asincrónica / Interactiva
Información	Imágenes radiográficas fijas y textos
Servicio	Diagnóstico médico
Calidad	Alta resolución (típica: 2.048 x 2048 x 12 bits)
Estación de captura y envío	Unidad generadora de potencia Equipo de captura de imagenografía digitalizada Servidor (PC) para manejo y tráfico de imagenografías Interfaz de Interconexión a la red de comunicaciones
Velocidad de transmisión	128 Kbps / DSL-FR 2.0 Kbps / DSL-FR 155 - 600 Mbps / ATM-MPLS
Red de comunicación	Red de telefonía ADSL-básica o líneas RDSI de 128 Kbps: asincrónica e imágenes de baja resolución Red de telefonía con ADSL-Premium o líneas RDSI de 348 Kbps: asincrónica e imágenes de mediana resolución RDSI de 2 Mbps: asincrónica e imágenes de alta resolución ATM de 10 a 155 Mbps: interactiva e imágenes de alta resolución
Compresión / descompresión	M-JPEG <i>Wavelet</i>
Estándar de comunicación	DICOM.3 DICOM.10: distribución de imágenes
Estación de consulta remota	Interfaz de interconexión a la red de comunicaciones Procesador (PC) con capacidad de solicitud, recibo y manejo de imagenografías Monitor digital: resolución promedia 2.000 x 2.000 x 12 bits Impresora de calidad fotográfica
Aplicaciones	Rayos X, mamografía, ecografía, tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear

Tabla 7. Características típicas para una subred de teleimagenología.

3.2 Plataforma Básica para una Subred de Telemicroscopía.

La plataforma básica para la implementación de una subred de telemicroscopía, debe contar fundamentalmente con los siguientes dispositivos genéricos, según los componentes estructurales fundamentales de un sistema de telemedicina.

En la figura 2 se representa en forma esquemática la estructura básica de la transmisión de imágenes microscópicas, la cual podría concebirse como la arquitectura fundamental de una subred de telemicroscopía.

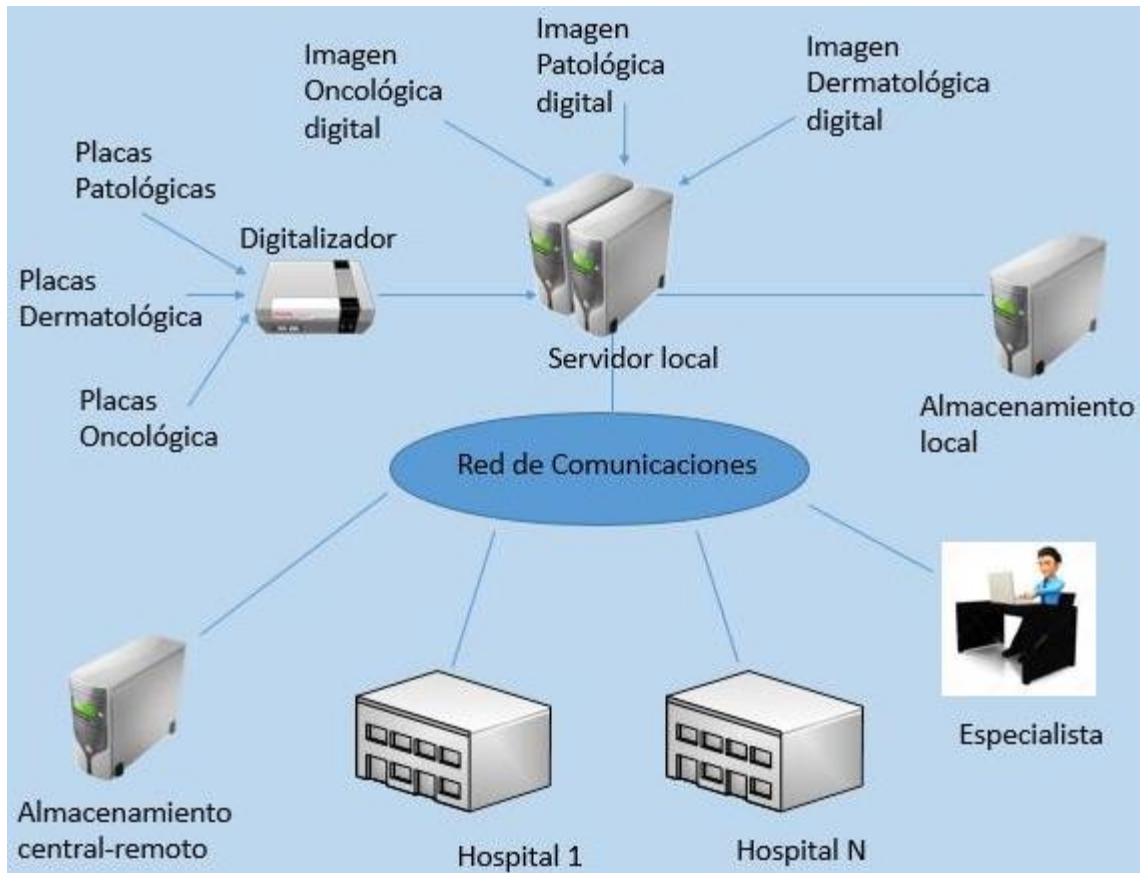


Figura 2. Estructura básica de una subred de telemicroscopía.

a) En la estación de captura y de envío de la información:

- Muestras microscópicas.
- Microscopio con cámara incorporada tipo 3CDD (con cámara incorporada).
- Procesador (PC), con capacidad para manejar tráfico de imágenes microscópicas.
- Software de compresión/descompresión: M-JPEG.
- Software para el manejo y envío de imágenes microscópicas: DICOM.3.
- Interfaz de interconexión a la red de comunicaciones: ADSL para el caso de líneas telefónicas convencionales.

b) En la red de transmisión:

Para la telemicroscopía de tipo estático, la red RDSI (128Kbps) es la comúnmente más utilizada, mientras que para la de tipo dinámico, en especial la robótica, se hace necesario la utilización de una red ATM (155 Mbps).

c) Estación de recepción:

- Interfaz de interconexión a la red de comunicaciones: ADSL para el caso de líneas telefónicas convencionales.
- Procesador (PC) con monitor digital o análogo tipo S-video incorporado.
- Técnica de compresión/descompresión: M-JPEG.
- Software para el recibo y manejo de imágenes microscópicas: DICOM.3.
- Impresora de calidad fotográfica.

Parámetros	Características
Comunicación	Asincrónica / Interactiva
Información	Imágenes a color Señales de control (modalidad dinámica) Audio – video (intercomunicación)
Servicio	Diagnóstico médico
Calidad	Alta resolución (típica: 768 x 512 x 24bits)
Estación de captura y envío	Muestras microscópicas. Microscopio con cámara incorporada tipo 3CDD. Procesador (PC), con capacidad para manejar tráfico de imágenes microscópicas. Interfaz de interconexión a la red de comunicaciones.
Velocidades de transmisión	128 Kbps (estática) 155 Mbps (dinámica)
Red de comunicación	RDSI (128 Kbps): asincrónica ATM (155 Mbps): interactiva – robótica
Compresión / descompresión	M-JPEG <i>Wavelet</i>
Estándar de comunicación	DICOM.3
Estación de consulta remota	Interfaz de interconexión a la red de comunicaciones Procesador (PC) con monitor digital o análogo tipo S-video incorporado Impresora de calidad fotográfica
Aplicaciones	Patología, dermatología, oncología, gastroenterología.

Tabla 8. Características típicas para una subred de telemicroscopía.

3.3 Plataforma Básica para una subred de Teleoperación.

La plataforma básica para la implementación de una subred de teleoperación, debe contar fundamentalmente con los siguientes dispositivos genéricos, según los componentes estructurales fundamentales de un sistema de telemedicina.

En la figura 3 se representa en forma esquemática, la estructura básica de la transmisión de señales de video y de comando, que podría concebirse como la arquitectura fundamental de una subred de teleoperación.

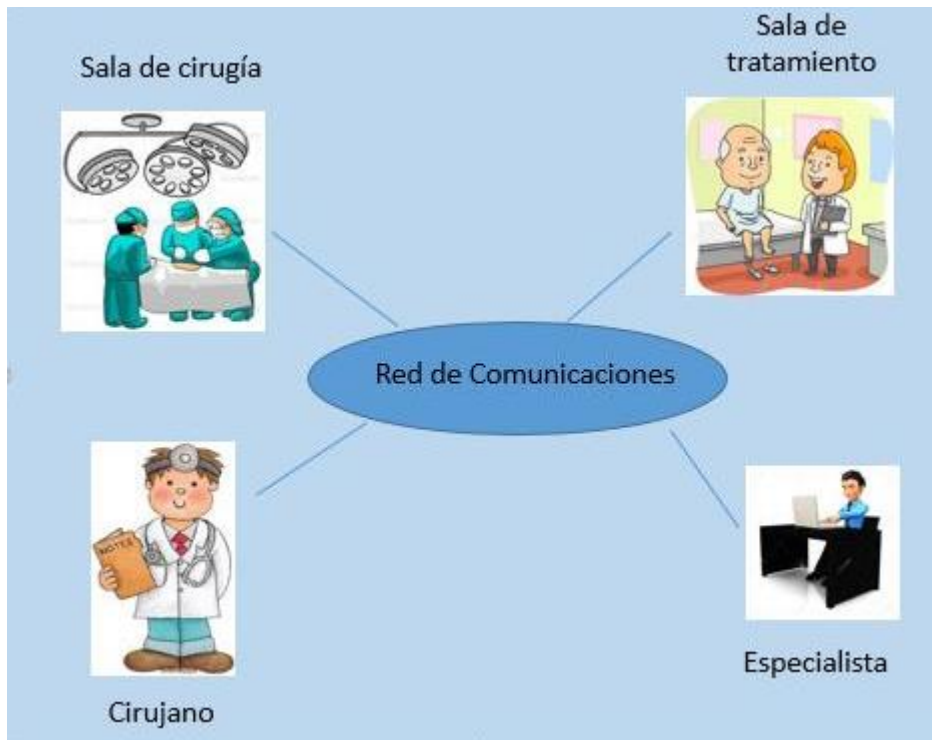


Figura 3. Estructura básica de una subred de teleoperación.

a) En la estación de captura y envío de la información:

- Sala de cirugía, con la estructura requerida para la intervención quirúrgica correspondiente y con los dispositivos que garanticen una luminosidad de altísima calidad.
- Una cámara de video a color de alta resolución, con movimiento suficiente para captar las imágenes al entorno del paciente, accionada a control remoto por el especialista.

- Una cámara de video a color de alta resolución, con movimiento de acercamiento y contraste para captar las imágenes de la zona corporal intervenida del paciente, accionada a control remoto por el especialista.
- Brazos robóticos que realizan la intervención al paciente, accionados a control remoto por el especialista.
- Computador con el software específico que recibe las señales remotas de comando enviadas por el especialista y las traduce en órdenes de accionar a los brazos robóticos y a las cámaras de video.
- Interface de comunicación entre el computador y la red de comunicaciones, y entre este y los brazos robóticos y las cámaras de video.
- Intercomunicador, tipo video-conferencia, para tener una permanente e interactiva comunicación entre el personal médico existente donde está el paciente y el especialista que dirige o realiza la intervención.

b) En la transmisión:

Para la transmisión de las señales de imágenes que se requieren para la ejecución de la intervención médica a distancia, se propone una red de tipo RDSI (1.5Mbps o mejor). Para la intercomunicación tipo video-conferencia, se propone un enlace *Frame Relay* a 2.04 Mbps

c) En la estación de trabajo:

- Manipuladores robóticos, para comandar usando control remoto los brazos robóticos que realizan la intervención.
- Dos monitores de video a color de alta calidad en tercera dimensión, uno para apreciar el entorno del paciente y el otro para visualizar en detalle la parte específica del paciente que está siendo intervenido.
- Interfaz de conexión entre la estación de trabajo y la red de comunicaciones.
- Intercomunicador, tipo video-conferencia, para tener una permanente e interactiva comunicación entre el especialista que dirige o realiza la intervención y el personal médico que asiste al paciente.

Parámetros	Características
Comunicación	Interactiva
Información	Imágenes vivas a color Señales de comando Audio-video
Servicio	Intervención médica (cirugía, tratamiento físico)
Calidad	Alta resolución (1280 x 1024 pixeles)
Estación de captura y envío	Sala de cirugía con luminosidad de alta calidad Cámara de video a color con movimiento rotativo Cámara de video a color con acercamiento y contraste Brazos robóticos Computador de software para accionar brazos robóticos y cámaras de video a control remoto Interfaz de conexión con la red de comunicaciones Interfaz de conexión con la red de comunicaciones Intercomunicador tipo video-conferencia
Velocidad de transmisión	155 a 622 Mbps: para la intervención 512 Kbps: para la intercomunicación
Red de comunicación	Enlace FR o superior: para la intervención RDSI (512 Kbps) o Modem DSL: para intercomunicación
Compresión / descompresión	JPEG
Estándar de comunicación	H.320 y H.323 (para intercomunicador)
Estación de trabajo	Manipuladores robóticos Dos monitores de video a color de alta calidad en tercera dimensión Interfaz de conexión con la red de comunicaciones Intercomunicador tipo video-conferencia
Aplicaciones	Cirugía, tratamiento físico.

Tabla 9. Características típicas para una subred de teleoperación.

3.4 Plataforma Básica para una subred de Telemonitorización.

La plataforma básica para la implementación de una subred de telemonitorización debe contar fundamentalmente con los siguientes dispositivos genéricos, según los componentes estructurales fundamentales de un sistema de telemedicina.

En la figura 4 se representa, en forma esquemática la estructura básica de la transmisión de señales de observación del paciente, que podría concebirse como la arquitectura fundamental de una subred de telemonitorización.

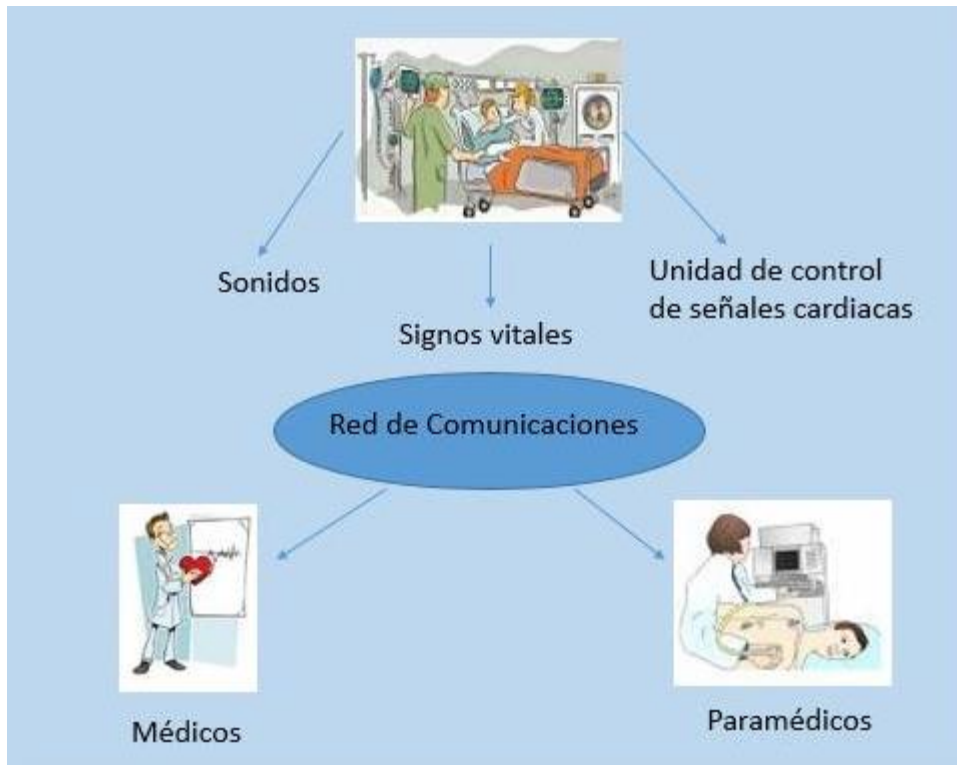


Figura 4. Estructura básica de una subred de telemonitorización.

a) En la estación de captura y envío de información:

- Sala de monitorización provista de los elementos básicos para ubicar adecuadamente al paciente que va a ser monitoreado.
- Electrodo, Transductores y en general sensores captadores de señales biomédicas.
- Unidad remota del sistema de monitoreo, encargada del manejo y digitalización de las señales biomédicas captadas.
- Dispositivo de compresión de señal.
- Equipo de transmisión de la señal.
- Interfaz de conexión a la red de comunicación a emplear.

b) En la red de transmisión:

La red telefónica análoga con modem rápidos o RDSI con velocidad de 64 Kbps o 128 Kbps, se considera aceptable para la transmisión de las señales de monitoreo médico.

c) En la estación de trabajo:

- Interfaz de conexión entre la estación de trabajo y la red de comunicaciones.
- Equipo de recepción de las señales biomédicas transmitidas.
- Unidad central de monitoreo.
- Dispositivo de despliegue de los signos vitales recibidos.
- Dispositivos de impresión de las señales biomédicas recuperadas y adecuadas.

Características	Parámetros
Comunicación	Asincrónica
Información	Signos vitales Sonidos y señales biomédicas
Servicio	Control médico
Calidad	Resolución baja
Estación de captura y envío	Sala de monitorización provista de los elementos básicos para ubicar adecuadamente al paciente. Electrodos, transductores y en general sensores captadores de señales biomédicas. Unidad remota del sistema de monitoreo. Dispositivo de compresión de señal. Equipo de transmisión de la señal. Interfaz de conexión a la red de comunicaciones.
Velocidades de transmisión	64 Kbps o 128 Kbps
Red de comunicación	Telefonía analógica con modem rápidos. RDSI 64/128 Kbps
Compresión/descompresión	SCP-ECG JPEG
Estándar de comunicación	SCP-ECG ADSL
Estación de trabajo	Interfaz de conexión con la red de comunicaciones. Equipo de recepción de las señales biomédicas. Unidad central de monitoreo. Dispositivos de despliegue de los signos vitales. Dispositivo de impresión de las señales biomédicas.
Aplicaciones	Telemonitorización de pacientes cardiológicos. Telemonitorización de embarazadas. Telemonitorización de pacientes crónicos.

Tabla 10. Características típicas para una subred de telemonitorización.

3.5 Plataforma Básica de una Subred de Televideo-Conferencia.

La plataforma básica para la implementación de una subred de televideo-conferencia, tal como se concibe normalmente de forma asincrónica, debe contar fundamentalmente con los siguientes equipos y dispositivos genéricos, según los componentes estructurales fundamentales de un sistema de telemedicina.

En la figura 5 se representa, en forma esquemática, la estructura básica de la transmisión de señales de video-conferencia, que podría concebirse como la estructura básica de esta subred.

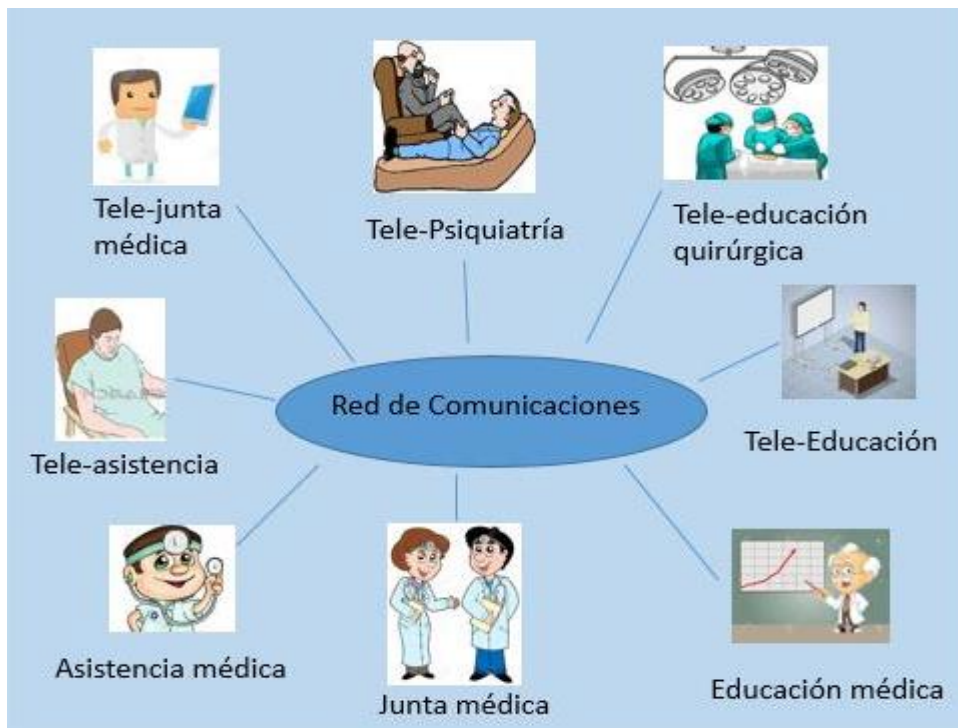


Figura 5. Estructura básica de una subred de televideo-conferencia.

a) En la estación de captura y envío de la información:

- Sala de video-conferencia adecuadamente acondicionada, en la cual se encuentra él o los protagonistas de la video-conferencia, así como también el equipo de control, de audio y video que permitirá capturar y controlar las imágenes y los sonidos que se van a transmitir hacia el punto o los puntos remotos.
- Micrófonos: de mesa y/o de solapa (según el grado de movilidad requerido por el conferencista) Cámara con seguimiento automático de voz. Servidor con el software

especializado, para el manejo y coordinación del accionar de todos los dispositivos y equipos que capturan las imágenes y sonidos a transmitir, así como para el recibo, conversión, manejo y envío de la información respectiva.

- Interfaces de conexión entre el servidor y los dispositivos y equipos de video-conferencia, y de conexión con la red de transmisión: IP (H.323) y/o RDSI BRI (H.320).

b) En la red de transmisión:

- Red telefónica análoga con modem rápidos o RDSI con velocidad mínima de 64 Kbps, para el caso de televideo-conferencia educativa convencional.
- RDSI con velocidad 512 Kbps o 768 Kbps, para el caso televideo-conferencia de mayores prestaciones de servicio y de video de mejor calidad.
- ATM con velocidades entre 17.5 Mbps y 72 Mbps, para el caso de transmisiones de intervenciones quirúrgicas con fines didácticos.

c) En la estación de recepción:

- Interfaz de conexión a la red de comunicación a emplear.
- Monitor multimedia XGA de 25" o 29".
- Dispositivo de grabación de video-conferencia.

Parámetros	Características
Comunicación	Asincrónica / Interactiva
Información	Video, voz, texto, imágenes, datos
Servicio	Video-conferencia médica
Calidad	Resolución 288 x 360: luminancia Resolución 144 x 180: cromancia
Estándar de captura y envío.	Sala video-conferencia acondicionada para tal fin. Equipo de control, de audio y video. Micrófonos de mesa y/o solapa. Cámara con seguimiento automático de voz. Servidor con el software especializado, para el manejo de todo el sistema. Interfaces de conexión entre el servidor y equipos. Interfaces de conexión entre servidor y red de comunicación.
Velocidades de transmisión	384Kbps: consulta convencional o psiquiatría. 512 Kbps o 768 Kbps: sistema convencional. 2 Mbps a 15 Mbps: video-diagnóstico. 17.5/72 Mbps: transmisión intervención quirúrgica. 10/100 Mbps: sistema multipunto interactivo.
Red de comunicación.	RDSI 384 Kbps o FR: consulta convencional o psiquiatría. RDSI 512 Kbps o 768 Kbps o FR: sistema convencional. RDSI 3 Mbps a 15 Mbps o ATM: video-diagnóstico. ATM 17.5/72 Mbps: intervención quirúrgica. ATM 10/100 Mbps: sistema multipunto interactivo.
	H.261 (64 Kbps) y H.263 (30Kbps): voz. MPEG.1 (1.5 Mbps): video-diagnóstico. MPEG.2 (10 Mbps): video-diagnóstico de alta calidad.
Estándar de comunicación.	H.320 / H.323
Estación de recepción.	Interfaz de conexión a la red de comunicación. Monitor multimedia XGA de 25" o 29". Dispositivo de grabación de video-conferencia.
Aplicaciones.	Educación médica. Junta médica. Asistencia médica. Psiquiatría.

Tabla 11. Características típicas para una subred de televideo-conferencia.

3.6 Plataforma Básica de una Subred de Telegestión.

La plataforma básica para la implementación de una subred de telegestión, debe contar con los siguientes dispositivos genéricos, según los componentes estructurales fundamentales de un sistema de telemedicina.

En la figura 6 se representa, en forma esquemática, la estructura básica al acceso de la información de la base de datos de registros médicos-hospitalarios con que disponen las instituciones hospitalarias, que podría concebirse como la arquitectura fundamental de esta subred.

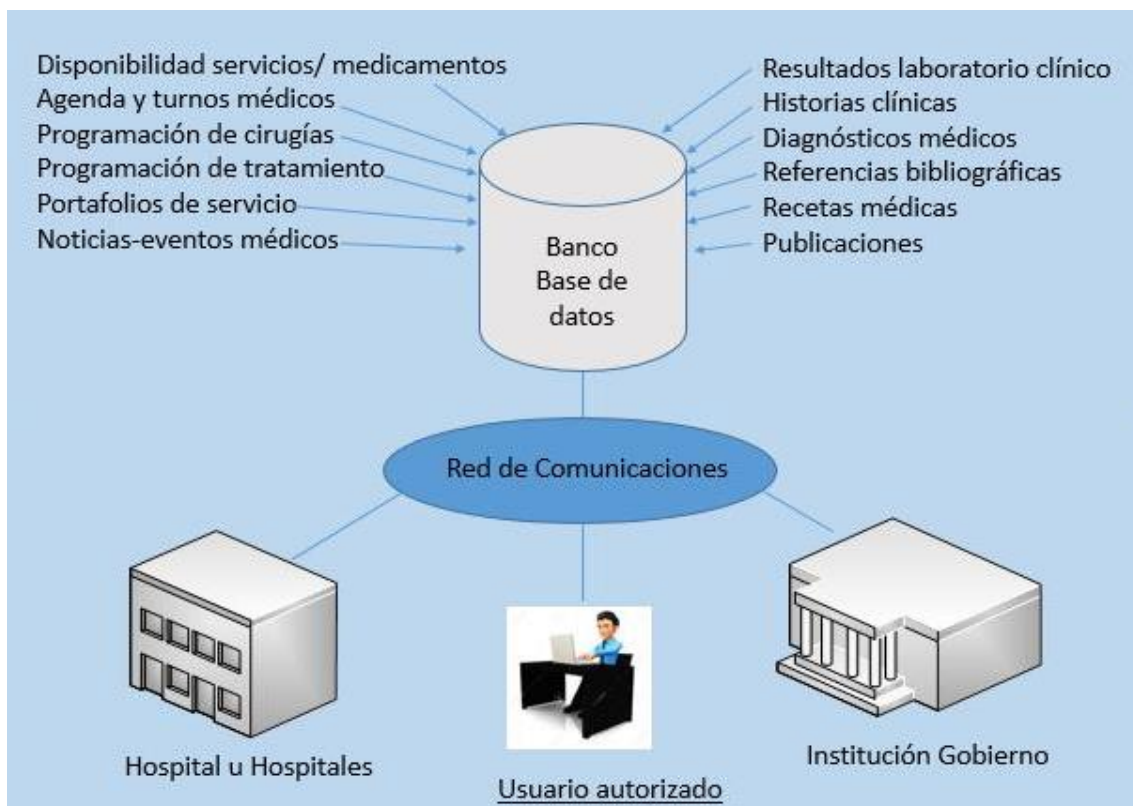


Figura 6. Estructura básica de una subred de telegestión.

a) En la estación del banco de base de datos:

- Arreglo de discos magnéticos de alta capacidad, unos 69 TB.
- Servidor con procesador Pentium de alta velocidad, unos 2.4 GHz y gran capacidad de memoria, unos 8 GB en RAM y en disco duro 240GB.
- Software de gestión para consulta y actualización de la base de datos.

- Interfaz entre el servidor y el banco de base de datos.
- Interfaz entre el servidor y la red de comunicaciones.

b) En la red de transmisión de la información accesada:

Una red telefónica con modem rápido o RDSI con velocidad mínima de 64 Kbps

c) En la estación de recepción:

- Interfaz entre la red de comunicaciones y el PC del usuario.
- Software de comunicación y consulta.
- Unidades de CD's.

Parámetros	Características
Comunicación	Interactiva
Información	Texto, datos, imágenes.
Servicio	Consulta de información de gestión medica-hospitalaria.
Calidad	Resolución baja.
Estación del banco de la base de datos	Arreglo de discos magnéticos Servidor con software de gestión para consulta y actualización de la base de datos. Interfaz entre el servidor y el banco de base de datos. Interfaz entre el servidor y la red de comunicaciones.
Velocidad de transmisión	64 Kbps o mejor.
Red de comunicación	Telefonía análoga con modem rápido o RDSI 64 Kbps Enlaces DSL.
Compresión / descompresión	EDI
Estándar de comunicación	HL7 / EDIFACT / MHEG.
Estación de recepción	Interfaz con el PC del usuario. PC con el software de comunicación y consulta, monitor e impresora. Unidades de CD's.
Aplicaciones	Consultas historias clínicas Acceso a información clínica del paciente Consulta programación intervenciones médicas. Consulta disponibilidad servicios médicos-hospitalarios. Acceso publicidad, noticias y bibliografía médica.

Tabla 12. Características típicas para una subred de telegestión.

3.7 Ejemplos de proyectos de Telemedicina en Cuba.

Los avances tecnológicos y la industria ejercen sobre los sistemas de salud, ofreciendo cada día más oportunidades tanto diagnósticas como terapéuticas, pero no todas estas oportunidades que se ofrecen tienen la misma eficacia y la misma efectividad. Esto hace que se implanten nuevas tecnologías médicas, avaladas por potenciales beneficios que en muchas ocasiones no se hace una evaluación previa de sus necesidades en la población y sus potenciales efectos.

Nuestro país realiza tareas encaminadas a desarrollar la Telemedicina; es por eso que desde el año 2000 se incluyó este tema en el programa de la disciplina Informática Médica que se imparte en todas las carreras de Medicina, con el objetivo de lograr que los futuros profesionales de la salud conozcan, desde momentos tempranos, los fundamentos teóricos y prácticos de esta tecnología [27].

No todas las modalidades de la Telemedicina exigen los mismos requerimientos técnicos para su implantación ni aportan beneficios reales a la población.

En el país existe un grupo de Coordinación Nacional recién creado con un proyecto que abarca hospitales de la Ciudad de la Habana encaminado a trabajar la Imagenología y la Cirugía Cardiovascular y Oftalmológica que aún está en la fase inicial.

Proyecto Piloto de Telemedicina Rural.

Cuba presenta resultados alentadores en un proyecto piloto de telemedicina rural para mejorar los sistemas de salud en zonas apartadas. Desde hace dos años el proyecto experimental EHAS-Cuba (Enlace Hispanoamericano de Salud) se desarrolla en la provincia de Guantánamo, donde se ha instalado tecnología inalámbrica alimentada por paneles solares que permite la comunicación a largas distancias. Dicho plan se ejecuta en la localidad de El Salvador, donde se trabaja en el diseño y puesta en marcha de servicios de comunicación de voz, así como en el intercambio y acceso a información de salud.

Red de Cardiología y Cirugía cardiovascular cubana.

En el país se creó una red de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, que comenzó a prestar servicio en el año 2001, la cual tiene su centro rector en el Instituto de Cardiología y encuentra el Cardiocentro “Ernesto Che Guevara” un hospital que forma parte de esta

subred dedicada a la cirugía cardíaca que cuenta con modernos medios diagnósticos y terapéuticos, así como un personal médico con una alta calificación profesional.

A través de esta red se ha transmitido videoconferencia a los especialistas de la región central, que han permitido difundir tanto exposiciones de temas trascendentes de la cardiología como intervenciones quirúrgicas de casos interesantes [27].

Por otra parte, la red soporta una base de datos de imágenes en formato DICOM, obtenida de los diferentes casos estudiados que resulta de gran utilidad para cardiólogos y cirujanos, pero que además puede ser accedida por otros especialistas de la región central de nuestro país.

Desarrollo de la cardiología en la región central de Cuba.

Las primeras cirugías cardíacas en la región central del país se realizaron en el año 1974. Ya en 1980 se abrió una sala de cirugía torácica en el Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Docente de Villa Clara. A partir de los éxitos alcanzados por los cirujanos y cardiólogos en estos años la alta dirección del país comenzó la preparación de un grupo que, tras varios años de entrenamiento, inauguró en 1986 el Servicio de Cirugía Cardiovascular con apenas 6 camas, significando el comienzo de lo que actualmente es el Cardiocentro villaclareño.

Transmisión en vivo de una ecografía

Un equipo de ultrasonido en el Hospital Ginecobstétrico Ramón Gonzales Coro de La Habana, conectado a una herramienta de colaboración virtual transmitió en vivo a profesionales de la salud de las provincias de Cienfuegos y Santiago de Cuba, y de Washington en Estados Unidos, el control realizado a una gestante de 20 semanas de embarazo [22].

El acontecimiento fue parte del proceso de teleconsulta y de segunda opinión del Proyecto Salas de Conferencias Virtuales Enlace Nacional (SCVEN), coordinado por el Ministerio de Salud Pública y la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). Participaron profesionales de estas instituciones, de INFOMED y de la Escuela Nacional de Salud Pública.

Conclusiones del Capítulo.

Las redes de Telecomunicaciones y las diferentes tecnologías que la soportan son la base fundamental para el desarrollo de la Telemedicina. Las subredes son propuestas generales que abarcan diferentes tecnologías de transmisión según el servicio médico a que se refiera, pero a partir de estas propuestas pueden implementarse proyectos específicos según las necesidades de transmisión que se necesiten.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Esta investigación constituye un primer acercamiento al tema del Telediagnóstico y la Teleconsulta, así se puede concluir que:

1. Las redes de Telecomunicaciones y el avance actual de las TICs son la base fundamental para lograr prestar servicios médicos a distancia.
2. Aunque en el mundo hay grandes avances en este campo aún en Cuba se comienzan a dar los primeros pasos para lograr resultados concretos en este tema.
3. En la mayoría de los servicios médicos actuales pueden ser implementados redes de telecomunicaciones que puedan adicionar nuevas posibilidades y mejoras a estos.
4. Las velocidades de transmisión que necesitan las subredes propuestas están en relación con el tipo de señal a transmitir ya sea datos (imágenes), video diferido o en línea.
5. La etapa de adquisición de la señal debe estar bien definida para lograr transmitirla con la calidad y el tiempo establecido según el tipo de enlace propuesto.
6. Pueden ser usadas en la transmisión de la señal cualquier tipo de tecnología de redes desde modem de grado de voz hasta tecnologías MPLS que logran anchos de banda muy grandes, se debe tener en cuenta que es necesario lograr tiempos mínimos de transmisión para lograr efectividad en el servicio que se presta
7. Es importante concluir además que la telemedicina va más allá de la simple transmisión de una señal por una red de comunicaciones, es necesario tener en cuenta otros aspectos de adquisición, recepción, almacenamiento, propio de los servicios donde se necesite implementar la subred.

Recomendaciones

Continuar con el estudio y actualización sobre los avances en el tema y llegar a crear una estrategia de desarrollo para emprender proyectos en Cuba que estén vinculados directamente con propuestas concretas de subredes que logren mejorar los servicios médicos en el país que es el principal objetivo del Ministerio de Salud en Cuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Marco de la Telemedicina en el (Antiguo INSALUD: Instituto nacional de Salud)2005.
- [2] Soto. J R. Artículo especial. Tecnologías de la información y las Comunicaciones 2011.
- [3] Virtual Campus for Public Health. [En línea]. Disponible en:
<http://www.campusvirtualsp.org> [Accedido: 19-may-2016].
- [4] Nessa A. Ameen MA. Ullah S. Kyung Sup Kwak. “Applicability of Telemedicine in Bangladesh: Current Status and Future Prospect”. Convergence and Hybrid Information Technology, 2008 ICCT '08. Third International Conference on, Nov 2008.
- [5] Zundel KM. Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship Bull Med Libr Assoc, Jan 2005.
- [6] Bashshur RL. On the definition and evaluation of telemedicine. Telemedicine Journal, 2012.
- [7] Bauer Jeffrey, Marc Ringel. “Telemedicine and the Reinvention of Healthcare”, New York: McGraw-Hill, 2011.
- [8] Benschoter R. Multipurpose television. Annals of the New York Academy of Sciences.
- [9] Grigsby J, Kaehny MN, Sandberg EJ, Schlenker RE, Shaughnessy PW, Effects and effectiveness of telemedicine. Health Care Financ, 2005.

- [10] Dwyer TF. Telepsychiatry: Psychiatric Consultation by Interactive Television. American Journal of Psychiatry. 2008.
- [11] Lovett JE, Bashshur RL. Telemedicine in the USA an Overview, Telecommunications Policy. 2005.
- [12] Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship by Karen M. Zundel, M.L.S, AHIP, Director, Health Services Library, McKeesport Hospital, 1500 Fifth Avenue McKeesport, Pennsylvania 2005.
- [13] Pool SL, Stonsifer JC, Belasco N, Application of Telemedicine Systems in Future Manned Space Flight. Paper presentd at Second Telemedicine Workshop, Tucson, AZ Dec 2005.
- [14] Doarn CR, McVeigh F, Poropatich R, Innovative new technologies to identify and trel traumatic brain injuries: crossover technologies and approaches between military and civilian applications, Telemed J E Health, Apr 2010.
- [15] Balas EA, Jaffrey F, Kuperman GJ, Boren SA, Brown GD, Pinciroli F, Mitchell JA, Electronic communication whit patients, Evaluation of distance medicine technology, JAMA, jul 2009.
- [16] Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A, what is eHealth: a systematic review of published definitions, J med Internet Res, Feb 2005.
- [17] Eysenbach G, what is E-health? J Med Internet Res. Jun 2004.
- [18] RNP: Red Nacional de Ensino y Pesuisa. Disponible en: <http://rute.rnp.br> 6 May 2016
- [19] SanaSana Salud para todos. Centro de Análisis de Imágenes Médicas Computarizadas. Disponible: <http://sosteledicina.ucv,vc/site/pages/inicio.aspx> 19 Oct 2015.

- [20] Asociación Iberoamericana de Telesalud y Telemedicina. Disponible en: <http://teleiberoamericana.com/videos/Icongreso> 18 Oct 2014.
- [21] Tecnología de la Salud. Telemedicina: futuro o presente. Disponible en: MiSCiELO. Ene 2010.
- [22] Telemedicina en Cuba: Revista Cubana de Medicina Tropical. Disponible en: <http://cuba.campusvirtual/sp.org> Ene 2016
- [23] Telemedicina. Historia de la Telemedicina. Disponible en: <http://nawelhernandez.blogspot.com> 16 Abril 2009
- [24] Telemedicina. Aspectos generales. 2011.
- [25] McGraw Hill. Informática Médica. 2012.
- [26] Imágenes Diagnósticas y Comunicaciones en Medicina. 2004.
- [27] Avances en Telemedicina. Telemedicina en Cuba. TelemedicinaLuisFelipe.blogspot.es/img/telemedicina.doc 2013.
- [28] McGraw Hill. Libro de Redes: Broadband Telecommunications Handbook.
- [29] Luc De Ghein. Libro de Redes: MPLS Fundamentals.
- [30] Rauland. Community Memorial Hospital. Meeting the Needs of the Future 2009.
- [31] Tanenbaum, Wetherall. Libro de Redes: Computer Networks.
- [32] James E Gaskin. Libro de Redes: Broadband Bible.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

TIC: Tecnología de la Información y la comunicación.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

STARPACH: The Space Technology Applied to Rural Papago Advance Health Care.

TATRC: Telemedicine and Advance Technology Research Center.

E-HEALTH: e-salud.

RUTE: Red Universitaria de Telemedicina.

UCV: Universidad Central de Venezuela.

IP: Telefonía Digital.

AIIT: Asociación Iberoamericana de Telesalud y Telemedicina.

EICISOFT: Centro de Robótica y Software.

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine.

HIS: Sistema de Información Hospitalario.

RIS: Sistema de Información de los Servicios de Radiología.

TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

ISO: International Standards Organization.

OSI: Open Systems Interconnection.

DUL: Dicom Upper Level.

JPEG: Joint Photographic Experts Group.

RMN: Resonancia Magnética Nuclear.

TAC: Tomografía Axial Computarizada.

M-JPEG: Motion JPEG.

RDSI: Red Digital de Servicios Digitales.

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line.

ATM: Asynchronous Transfer Mode.

MPLS: Multiprotocol Label Switching.

CODEC: Codificador/Decodificador.

BRI: Basic Rate Interface.

EDIFACT: Electronic Data Interchange.

HL7: Health Level 7.

MHEG: Multimedia and Hypermedia Information Coding Experts Group.

EHAS: Enlace Hispanoamericano de Salud.

SCVEN: Salas de Conferencias Virtuales Enlace Nacional.

H323: Estándar UIT-T para transmisiones multimedia (audio-video en tiempo real) en LANs basadas en IP

H320: Estándar ITU-T usado en las comunicaciones audiovisuales con el fin de asegurar la compatibilidad entre terminales de diferentes fabricantes (Paraguas).

SCP-ECG: Protocolo de comunicaciones estándar para electrocardiografía asistida por ordenador.

MPEG-4: Moving Picture Experts Group.

H.263: Estándar de la UIT-T para la codificación de vídeos con compresión.

H.261: Estándar de la UIT-T de codificación de vídeo diseñado para la transmisión a través de líneas RDSI a 64 kbit/s.

MESH: Medical Subject Headings.