



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

*“Estado de desarrollo de las
tecnologías de la información
aplicadas a la salud”*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Ingeniero en Computación

P R E S E N T A :

**Miguel Angel Varela
Basilio**

DIRIGIDA POR:

**M. I. Juan Manuel Gómez
González**



México, D. F., Ciudad Universitaria Diciembre 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice de contenido

ÍNDICE DE CONTENIDO	I
INTRODUCCIÓN	1
1. CONCEPTOS BÁSICOS	3
1.1. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC).....	3
1.2. APLICACIONES EN MÉXICO.....	5
2. TELEMEDICINA	9
2.1. TELEMEDICINA Y TELESALUD.....	10
2.2. ESTADÍSTICAS MÉDICAS.....	12
2.2.1. <i>Niveles de atención de salud</i>	12
2.2.2. <i>Perfil epidemiológico</i>	14
2.2.3. <i>Índice de desarrollo humano</i>	16
2.3. INFRAESTRUCTURA.....	16
2.3.1. <i>Equipo médico para telemedicina</i>	17
2.3.1.1. <i>Estetoscopios</i>	17
2.3.1.2. <i>Oftalmoscopios</i>	17
2.3.1.3. <i>Dermatoscopios</i>	18
2.3.1.4. <i>Electrocardiógrafos</i>	18
2.3.2. <i>Equipo de cómputo</i>	19
2.3.3. <i>Enlace de datos</i>	21
2.3.4. <i>Videoconferencia</i>	22
2.3.5. <i>Sistemas de archivado y transmisión de imágenes (Picture Archiving and Communication System, PACS)</i>	23
3. TELEMEDICINA EN MÉXICO	25

3.1.	INFRAESTRUCTURA.....	25
3.1.1.	<i>Servicios médicos.....</i>	25
3.1.1.1.	<i>Infraestructura hospitalaria.....</i>	25
3.1.1.2.	<i>Consultas médicas.....</i>	27
3.1.1.3.	<i>Hospitalización.....</i>	28
3.1.2.	<i>Telemedicina en México.....</i>	29
3.1.2.1.	<i>Primer proyecto de salud a distancia el CEMESATEL.....</i>	29
3.1.2.2.	<i>Programa Nacional de Telemedicina del ISSSTE.....</i>	29
3.1.2.2.1.	<i>Comienzo.....</i>	29
3.1.2.2.2.	<i>Estado actual del proyecto.....</i>	30
3.1.2.3.	<i>Secretaria de Salud.....</i>	30
3.1.2.3.1.	<i>Proyectos estatales.....</i>	30
3.1.2.3.2.	<i>Situación actual del proyecto de telemedicina de la SSA.....</i>	31
3.1.3.	<i>Tecnologías de la información.....</i>	33
3.1.3.1.	<i>Expediente clínico electrónico (ECE).....</i>	34
3.1.3.1.1.	<i>Expediente clínico electrónico en México.....</i>	35
3.1.3.1.2.	<i>Uso del ECE en el IMSS.....</i>	36
3.1.3.1.3.	<i>Uso del ECE en el ISSSTE.....</i>	38
3.1.3.1.4.	<i>Proyección del ECE en México.....</i>	38
4.	PROPUESTAS PARA MEJORAR EL APROVECHAMIENTO DE LAS TIC EN TELEMEDICINA	41
4.1.	EXPEDIENTE CLÍNICO ELECTRÓNICO COMO PARTE DE TELEMEDICINA.....	41
4.1.1.	<i>Software libre como tecnología para el desarrollo del ECE.....</i>	42
4.1.1.1.	<i>Comparativa del software libre y el software propietario.....</i>	43
1.1.1.1.	<i>Ventajas que traería el uso del software libre</i>	43
1.1.1.2.	<i>Ventajas y desventajas de la implementación del software libre</i>	46
1.2.	HOME CARE	46
1.3.	DISPOSITIVOS Y APLICACIONES MÓVILES.....	48
1.3.1.	<i>Imagenología en dispositivos móviles.....</i>	49
1.3.2.	<i>Aplicaciones y dispositivos médicos.....</i>	49
1.3.3.	<i>Telemonitoreo de pacientes.....</i>	52

1.3.4. Expediente clínico como aplicación móvil.....	53
1.3.5. Educación en salud.....	53
1.4. USO DE LA WEB 2.0 EN SALUD.....	54
1.5. USO DE LAS BASES DE DATOS.....	56
1.6. USO DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA TELEMEDICINA.....	57
1.7. PARTICIPACIÓN DE LOS ESPECIALISTAS EN TI.....	58
1.8. IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	59
1.9. PARTICIPACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES Y CENTROS EDUCATIVOS.....	60
1.10. RETOS DE LA APLICACIÓN DE TIC EN TELEMEDICINA.....	61
DISCUSIÓN.....	63
CONCLUSIÓN.....	67
REFERENCIAS.....	69

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. Pirámide de niveles de atención médica y porcentaje de pacientes atendidos por nivel.....	14
ILUSTRACIÓN 2. Ilustración de un servicio de telemedicina que conecta varias unidades remotas a una unidad maestra que cuenta con un servicio de Expediente Clínico Electrónico.....	21
ILUSTRACIÓN 3. Funcionamiento de un sistema PACS.....	24
ILUSTRACIÓN 4. Gráfico que muestra la cantidad de unidades médicas divididas por sector público y privado.....	26
ILUSTRACIÓN 5. Crecimiento del uso de los servicios de teleeducación en salud de 2007 a 2010.....	32
ILUSTRACIÓN 6. Estado actual de los servicios de telemedicina en México.....	33
ILUSTRACIÓN 7. Uso de un dispositivo móvil como dermatoscopio.....	50
ILUSTRACIÓN 8. Electrocardiógrafo como aplicación para teléfonos móviles.....	51

Índice de tablas

TABLA 1. Consultas por sector 2004 – 2008.....	27
TABLA 2. Cantidad de egresos hospitalarios y días-paciente por año.....	28
TABLA 3. Comparativa entre el software libre y el software de código cerrado	44

Introducción

Este trabajo tiene como objetivo hacer un análisis del uso que se le da a las tecnologías de la información en el sector salud, y tras ellos plantear una serie de herramientas y aplicaciones de estas tecnologías en dicho sector, y como estas pueden ayudar a mejorar la calidad de los servicios de salud primeramente en México, pero que a su vez son desarrollos que pueden tener un impacto global dependiendo de la funcionalidad que se pueda dar a cada uno de ellos.

Las tecnologías de la información y comunicaciones son identificadas como los diversos servicios de cómputo y telecomunicaciones aunque en general engloban más servicios que serán detallados más adelante en el trabajo. Estas tecnologías comenzaron a tener justamente un impacto social enorme a partir de la aparición de las computadoras personales y las redes de computadoras a tal grado que, hoy en día, prácticamente en todos los sectores se hace uso de estas tecnologías para el desarrollo de las actividades propias de cada sector.

Uno de estos es el de la salud, que conforme ha pasado el tiempo ha hecho uso de diversos desarrollos tecnológicos como herramientas para facilitar el tratamiento de pacientes, ejemplos de estos son el uso de equipos de imagenología (Rayos X, tomógrafos, resonancia magnética, etc.) , uso de equipos de medición de señales biomédicas (como son los electrocardiógrafos o electroencefalógrafos), sin embargo, hasta la fecha el aprovechamiento de las diversas áreas del cómputo no han sido ampliamente explotadas, esto lo podemos ver en la forma en que aún se maneja administrativamente la mayoría de los servicios de salud.

El uso de las tecnologías de la información en los diversos sectores, ha traído consigo una mejora en la forma en que se brindan los servicios, optimizando tiempos y mejorando la experiencia del usuario. Por lo que la correcta aplicación de las tecnologías de la información en el sector salud será reflejada en una mejora en la atención de los pacientes.

México es un país con varias necesidades tecnológicas (y no sólo tecnológicas) en el sector salud, y es el uso de las herramientas de cómputo y comunicaciones una de las implementaciones que el ámbito médico necesita para mejorar los niveles de satisfacción que los pacientes tienen respecto a los servicios de salud recibidos.

1. Conceptos básicos

1.1. Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)

Las tecnologías de la información incluyen a todos aquellos dispositivos que nos permiten administrar la información, por lo que dentro de ellas vamos a encontrar a la televisión, radio, computadoras, teléfono, telefonía celular, etc. Sin embargo la computación y su interacción con las telecomunicaciones representan el mayor avance en este ámbito.

El desarrollo de las telecomunicaciones y la informática, representan un salto importante en el desarrollo, mejora y avance en materia de intercambio de información.

A lo largo de los años, con implantaciones como el empleo de microondas, fibra óptica, satélites y ondas de radio, las telecomunicaciones han tenido un avance significativo y enorme en cuanto a cantidad de información y la velocidad con la que ésta es transmitida. Todo esto aunado al desarrollo de nuevos dispositivos, que cada vez aprovechan y exigen más de estos beneficios.

En materia de computación, con el paso del tiempo se han ido generando dispositivos más potentes y cada vez más pequeños, además han comenzado a hacerse cada vez más accesibles a la población en general. Actualmente la computación representa un hilo importante en el desarrollo social tanto que, es prácticamente indispensable para la gente saber manejar una computadora.

Pero, es cuando conjugamos estas dos tecnologías cuando vemos el más grande avance en materia de comunicaciones e informática: Internet, que viene a generar una gran red de equipos que comparten información entre si y que ha facilitado el intercambio de información.

Sin embargo, no se puede hablar de Tecnologías de la Información sin tener antes una definición apropiada. La Coordinación de General de Servicios Informáticos del Instituto Politécnico Nacional, las define como:

Son aquellas herramientas computacionales e informáticas que procesan, almacenan, sintetizan, recuperan y presentan información representada de la más variada forma. Es un conjunto de herramientas, soportes y canales para el tratamiento y acceso a la información. Constituyen nuevos soportes y canales para dar forma, registrar, almacenar y difundir contenidos informacionales.

Además nos indica que:

Las TIC agrupan un conjunto de sistemas necesarios para administrar la información, y especialmente los ordenadores y programas necesarios para convertirla, almacenarla, administrarla, transmitirla y encontrarla.

Como podemos ver, las tecnologías de la información engloban un amplio número de dispositivos que nos permitirán llevar a cabo la administración de la información, sin embargo, el eje principal de éstos, son los sistemas computacionales y sus características de comunicación. Además parte relevante de las TIC son su importancia y la manera en que actúan socialmente.

Las TIC son un motor importante en el desarrollo de lo que se conoce como *Sociedad de la Información y el Conocimiento (SIC)*, a la cual podemos definir de la siguiente manera:

Sociedad de la Información es un estado de desarrollo social caracterizado por la capacidad de sus miembros (ciudadanos, empresas, organizaciones y Administración Pública) para obtener y compartir cualquier información, instantáneamente, desde cualquier lugar y en la forma que se prefiera. Así la información se convierte en vehículo

indispensable para la generación de riqueza (empresas y ciudadanos), satisfacción (Administración Pública, ciudadanos y organizaciones) y cultura (ciudadanos y organizaciones).¹

Y sin ingresar mucho en el tema de la SIC ya que no es el objetivo de este trabajo, debemos mencionar los principales campos de acción de las TIC como herramienta para un verdadero progreso a la SIC.

Una de las mayores ventajas de las TIC es como pueden ayudar a impulsar el desarrollo social, económico, educativo, etc. de un país. Para este caso tomaré como ejemplo a México, a raíz de la necesidad de implementar un sistema que aprovechará las TIC, es como surge el proyecto de e-México el cual contempla 4 vertientes principales:

- Educación, esto mediante el proyecto e-Aprendizaje
- Salud, para lo cual se creó el proyecto e-Salud
- Economía, e-Economía es quien ayudará a impulsar el desarrollo económico
- Gobierno, que pretende acercar a la población y al gobierno.

1.2. Aplicaciones en México

Al inicio del periodo de gobierno de 2000 a 2006, surgió una propuesta que buscaba llevar a México a una etapa en la que las tecnologías de la información y las comunicaciones fuesen utilizadas como herramienta para ayudar al progreso y mejorar la calidad de los servicios para los mexicanos. Es así como surge el proyecto de e-México. Dentro de sus principales objetivos encontramos:

1. Lograr que la introducción de servicios de telecomunicaciones e informática en todo el territorio sea posible.
2. Impulsa el crecimiento de México como generadora de proyectos de software u otras tecnologías informáticas que su vez generen competitividad y desarrollo económico.
3. Acercar y facilitar a la población servicios educativos y de salud sin importar

¹ DOMÍNGUEZ Espinoza, Edgar Uriel. Software Libre: Tecnología para la evolución a la sociedad de la información, México 2010.

lengua o ubicación geográfica.

El sistema se basa en 3 niveles:

- **Conectividad:** Que es la inversión que se debe llevar a cabo para incrementar la infraestructura y alcance en materia de telecomunicaciones, además de ayudar a generar Centros Comunitarios donde la población pueda tener acceso a estos servicios.
- **Contenidos:** Son las principales áreas de acción del programa e-México:
 - e-Aprendizaje: Que pretende utilizar a e-México como herramienta de mejora de la calidad de la educación y aprendizaje.
 - e-Salud: Busca que mediante la tecnologías de la información se pueda mejorar el desarrollo y salud humana.
 - e-Economía: e-México será un impulsor de la mejora y crecimiento económico en el país.
 - e-Gobierno: Acercar y facilitar la comunicación entre el gobierno y la población.
- **Sistemas:** Son las herramientas que e-México utilizará para lograr su cometido
 - Portal de e-México: Será la herramienta básica en la comunicación y flujo de información hacia el ciudadano.
 - NAP (Punto neutral de acceso a la red): Es el centro que se encargará de administrar el tráfico de la red propia del Sistema, de tal forma que se tenga un funcionamiento óptimo.
 - Data center e-México: El sitio donde se albergarán todos los equipos con los que e-México operará.

Tras el análisis anterior nos podemos dar cuenta que e-México fue planteado como un proyecto totalmente de carácter social y es el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), en salud el punto que se abordará durante el desarrollo de este trabajo. Siendo e-Salud el proyecto que está destinado a lograr que, mediante el uso de las TIC, se mejoren sustancialmente los servicios médicos,

mejorando tiempos y calidad en la atención y además poder llevar conocimientos en materia de salud a comunidades donde antes era muy difícil que esta llegara. Sin embargo, para conocer si este proyecto ha tenido ese verdadero alcance hay que realizar un análisis de fondo de todo lo que es e-Salud en México.

Además, si se logra que e-Salud alcance el nivel deseado, el impacto social que este tendrá será muy importante, ya que se verán beneficiados gran cantidad de personas, sin importar su estatus social, ya que lograríamos mejorar los servicios en instituciones médicas de tercer nivel, y se mejorarían sustancialmente las condiciones y servicios médicos en centros de primer nivel, logrando llevar con esto, servicios de salud de calidad inclusive a las zonas más marginadas. Además de que se lograría optimizar costos, al hacer uso de servicios de telemedicina.

Además si se logra impulsar de manera adecuada al programa de e-Salud, se dará, por consecuente, apoyo al proyecto de aplicaciones de tecnologías de la información y las comunicaciones en México, logrando así un paso importante para lograr que México evolucione a la Sociedad de la Información y el Conocimiento, además como se ha mencionado, se atacarán directamente problemas como la carencia de conocimientos de especialistas en unidades médicas en zonas de bajos recursos, esto mediante el programa de Telemedicina, además de mejorar sustancialmente la atención médica en todos los niveles de servicio.

Todo lo anterior sirve como justificación para realizar un estudio de la situación actual del uso que se les da a las Tecnologías de la información y las comunicaciones en México y analizar detalladamente en que aspectos ha funcionado, ha crecido y se ha convertido en un herramienta benéfica para la población y sobre todo la mejora en los servicios de salud, de igual forma nos sirve para determinar en qué se ha fallado para poder buscar y brindar una solución a esas fallas que se han presentado e inclusive, tras realizar el análisis, se determinarán las carencias propias del proyecto y se buscará definir herramientas en materia de TIC que nos puedan brindar la oportunidad de darle al proyecto de e-Salud de México el impulso necesario para ser un proyecto de calidad mundial.

Entonces, por consiguiente, se reafirma que el objetivo primordial de este trabajo será, investigar y definir el uso de las TIC y sus alcances actuales o recientes a nivel

global y nacional, enfocándonos principalmente en el ámbito nacional, además se analizarán cuales son las fortalezas y debilidades de la misma para poder así, definir un rumbo a seguir para la mejora de los servicios de salud mediante el uso de las TIC, y de igual forma tratar de definir, como los especialistas en TIC (Ing. En computación, informática, telecomunicaciones, sistemas computacionales, informática, etc.) que de igual forma están interesados en la Ing. Biomédica o en apoyar al sector salud, puedan usar sus conocimientos y desarrollar nuevas y mejores tecnologías en el ámbito de la telemedicina y en general del uso de las TIC en el sector salud.

2. Telemedicina

Ya he mencionado anteriormente la importancia y versatilidad que nos proporciona el uso de las tecnologías de cómputo y las redes de datos dentro del ámbito médico como herramientas para la administración de la información, sin embargo, lo primero que viene a la mente es el hecho de que básicamente se está haciendo referencia a un uso local de estas tecnologías. Una de las ideas principales de las telecomunicaciones es, como su nombre lo indica, permitir la comunicación a distancia, es aquí donde las telecomunicaciones toman un papel importante de aumentar la cobertura en sistemas de salud a un mayor número de usuarios.

La Organización Mundial de la Salud, como máximo órgano rector en materia salud, define a la telemedicina como:

“El suministro de servicios de atención sanitaria en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar² tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y de evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven”³

También se puede destacar la breve, pero contundente definición de la American Telemedicine Association:

² Alabar o apoyar públicamente. Anunciar

³ Definición según la OMS, 1998

“Telemedicina es el uso de información médica intercambiada de un sitio a otro por medio de comunicaciones electrónicas para mejorar el estado de salud de los pacientes”

Tras hacer un análisis de lo anterior se puede concluir que la telemedicina es el aprovechamiento de los servicios de telecomunicaciones (dispositivos y protocolos) como mecanismo óptimo para compartir información y conocimientos médicos enfocados a la mejora de la salud del paciente y los servicios que al mismo son otorgados. Esto implica, el uso de las telecomunicaciones como herramienta de apoyo al diagnóstico clínico, como instrumento de capacitación y actualización médica así como medio informativo para los pacientes, donde los beneficiados son todos los que hacen usos de los servicios de salud.

2.1. Telemedicina y telesalud

Es justamente a partir de lo anterior donde se puede comenzar a analizar a la telemedicina en dos partes principales que se complementan entre sí, la primera que es justamente la telemedicina, un campo más bien enfocado a la clínica, al apoyo al diagnóstico y tratamiento del paciente. Y la telesalud, que se aleja un poco de la parte clínica y es la que se ocupa de ser un medio educativo e informativo en temas de salud, ambos enfoques orientados al apoyo a distancia y generar igualdad de oportunidades para que los derechohabientes de algún servicio de salud tengan acceso al mismo sin importar las distancias.

Como se comentó anteriormente la telemedicina está más enfocada a cuestiones clínicas, la idea básica de la telemedicina es que un médico general en alguna región, tenga la oportunidad de apoyar su diagnóstico con la colaboración de algún médico especialista sin necesidad de hacer traslados innecesarios de pacientes para consulta, además de evitar el mismo traslado del paciente a un Hospital General o incluso a una unidad de especialidades. Esto se lleva a cabo mediante la utilización de diversos medios como pueden ser la videoconferencia, o bien realizando la exploración física, y los resultados obtenidos por el médico en sitio podrán ser enviados al especialista para que este analice la información obtenida (store and forward).

Es entonces necesario que, para llevar a cabo estos servicios se cuente con dispositivos especializados para la correcta comunicación y la mayor fidelidad posible

en la información que se está transfiriendo de un sitio a otro. Ejemplos de estos pueden ser equipos auditivos, oftalmológicos, cardiológicos, neumológicos, ginecológicos, etc. que den la garantía de que la información que comparten es la adecuada. Una vez que ambos médicos (el general, en el sitio con el paciente, y el especialista) lleguen a una conclusión diagnóstica o terapéutica definida, puede tomarse la decisión ya sea un traslado requerido o manejo local según lo amerite el caso. Dando como beneficios el ahorro de recursos monetarios, físicos y humanos en los sistemas de salud.

Como se puede apreciar, la telemedicina ayuda a reducir los gastos. Además al ligar este tipo de servicios médicos al expediente clínico electrónico se obtiene un mejor control y uso en los datos proporcionados por el paciente, y el clínico, favoreciendo a una mejora en la atención y seguimiento terapéutico.

Básicamente podemos encontrar servicios de telemedicina para todas las especialidades médicas. Así pues se puede deducir que la telemedicina enfocada a la clínica es una rama muy extensa, con prácticamente todas las especialidades como un campo de acción y en pleno desarrollo.

Hablar de telesalud es hablar de algo que va más allá que la telemedicina, ya que implica el brindar servicios, capacitación, asesorías entre otros servicios administrativos y educativos al personal médico e incluso a los pacientes, cualquiera que sea su ubicación geográfica, y sin que haya barreras naturales que impidan que se les proporcionen estos servicios.

Es entonces que se puede concluir que telesalud es una parte no solo de e-Salud, sino que también es parte de e-Educación, ya que como se mencionó, una de las metas de este programa es el brindar al personal médico capacitación y actualización educativa, al tiempo que desempeñan sus labores.

Esta capacitación se puede llevar a cabo mediante los mismos mecanismos que telemedicina, es decir, por videoconferencia, con un carácter bidireccional, es decir puede haber replica tanto por parte del ponente como del médico en capacitación todo esto en tiempo real. O bien, puede ser de carácter unidireccional, es decir, el material educativo se prepara previamente y posteriormente se distribuye a todos los

interesados en él. Además los mismos dispositivos se pueden utilizar para dar información de salud a la población en general.

2.2. Estadísticas médicas

Para determinar el correcto camino que debe seguir el desarrollo de un proyecto de telemedicina. Se deben conocer y considerar diversas condiciones y datos médicos para que el resultado y la realización del proyecto lleguen a cumplir con las expectativas que se esperan del mismo, esto es, se debe determinar el perfil epidemiológico de la zona en la que se desea generar o implementar un proyecto de telemedicina. Entre los factores que se deben conocer encontramos los diferentes niveles de atención médica, ya que para cada uno de ellos se buscará definir la infraestructura adecuada por nivel, además de, como se ha mencionado conocer y determinar los indicadores de morbilidad y mortalidad que ayudarán a determinar la clase de dispositivos biomédicos a llevar a cada uno de los puntos donde planeamos llevar telesalud y telemedicina.

2.2.1. Niveles de atención de salud

Para brindar una atención adecuada a los derechohabientes, en general, los servicios de salud se clasifican de acuerdo a las necesidades de atención del paciente y a las capacidades del servicio médico que se proporcionan en cada uno de estos niveles.

En el *Primer nivel de atención* se encuentran los servicios de los médicos generales, y médicos familiares, en particular se puede decir que este primer nivel corresponde a los servicios médicos otorgados en centros de salud comunitarios, o bien como lo hacen algunas instituciones, por ejemplo el Instituto Mexicano del Seguro Social en sus Unidades de Medicina Familiar. Este nivel de atención está formado por médicos generales, familiares o bien médicos pasantes en servicio social, este es el nivel de atención menos especializado, y en él se resuelve aproximadamente el 80% de la demanda poblacional para atención médica. En este nivel, se cuenta con los servicios de:

- Consulta: Donde el médico interactúa con el paciente, lo entrevista acerca de sus malestares y prescribe al paciente en la medida de la situación clínica del paciente y en caso de que sea necesario, se lleva a cabo la referencia médica a un servicio de atención médica superior, en este caso al segundo nivel de atención.
- Urgencias: Se atienden las emergencias médicas, sin embargo se debe de considerar que una unidad médica de primer nivel, por lo general no cuenta con los medios o instrumentos para la atención de estas.

En el *Segundo nivel de atención* se cuenta con Hospitales Regionales o Generales, también llamados hospitales de referencia, donde aquellos casos que no pudieron ser resueltos en el primer nivel serán atendidos, aquí se cuenta con la atención de médicos especialistas e infraestructura hospitalaria como son laboratorios, equipos especializados de imagenología para el apoyo en el diagnóstico, entre otros.

Este nivel cuenta con la atención de médicos de las 4 especialidades médicas básicas las cuales son: Cirugía, pediatría, ginecología y medicina interna. Se ofrece atención médica consistente principalmente de los servicios de:

- Consulta externa: Donde se realiza la atención y seguimiento de los pacientes, en función de las especialidades ya mencionadas.
- Hospitalización: En caso de que los pacientes requieran de hospitalización estas unidades cuentan con este servicio, en el cual se les dará tratamiento y seguimiento a los pacientes.
- Urgencias: Según el Instituto Mexicano del Seguro Social es un servicio de 24 horas, donde se atienden a los pacientes con urgencias reales, una urgencia real es una situación de afectación a la salud de una persona que desde el punto de vista médico pone en riesgo la vida, algún órgano o función del paciente a corto plazo, haciendo que este requiera atención a la brevedad.

Finalmente en el *Tercer Nivel de Atención* encontramos a las unidades médicas de alta especialidad, es decir, centros médicos enfocados a una especialidad, donde los servicios médicos corren a cargo de médicos especialistas y subespecialistas, este es el nivel de atención que tiene una menor demanda, y es a donde llegan los casos que no pudieron ser resueltos en los dos niveles de atención anteriores. Ejemplos de estos

hospitales son los Institutos Nacionales de Salud en México, y los Centros Médicos Nacionales del IMSS.

En este nivel se debe contar además con equipo de alta tecnología, los pacientes que reciben atención médica a este nivel, deben ser referenciados desde un nivel inferior, principalmente desde el segundo, aunque también hay referencias directas desde el primer nivel de atención.

En este nivel, se cuenta con consulta externa, servicios de hospitalización y prácticas médicas de alta complejidad en las diferentes especialidades y subespecialidades médicas.

En el siguiente diagrama se muestra la relación que hay entre el nivel de atención y la cantidad de pacientes atendidos por nivel.

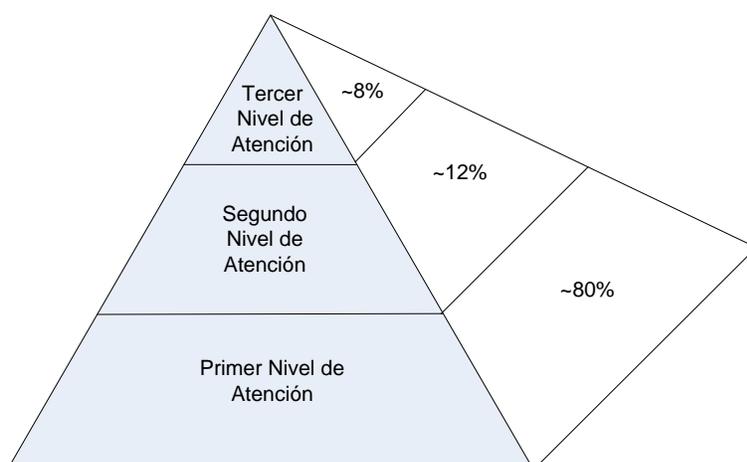


Ilustración 1. Pirámide de niveles de atención médica y porcentaje de pacientes atendidos por nivel

2.2.2. Perfil epidemiológico

Además de identificar los niveles de atención existentes, se deben de conocer datos clínicos propios de la región donde se planea integrar los servicios de telemedicina, debido a que estos registros clínicos serán una herramienta poderosa en la determinación de las necesidades de la región o población en estudio. El perfil epidemiológico es la forma en la que expresamos el estado de la salud de la población en una determinada región geográfica, esto es, conocer los índices de morbi-mortalidad de la población.

- Índice de morbilidad: Indica el número de personas que padecen determinada enfermedad o enfermedades. Pero además, dentro de este se pueden agregar otros motivos de consulta médica como son: Accidentes y heridas, entre otros.
- Índice de mortalidad: Indica el número de personas que fallecen por una enfermedad determinada, accidentes u otros factores que conllevan a la muerte de los habitantes.

Estos dos últimos datos resultan de especial interés para la realización de un proyecto de telemedicina, ya que estos indicadores, abren la pauta para la determinación de los equipos médicos necesarios y adecuados para una determinada zona geográfica.

Se tiene que considerar que estos indicadores dependen de muchos factores como pueden ser, por ejemplo:

- Geográficos: Superficie, ubicación, entorno, clima.
- Población: Edad, sexo, densidad demográfica.
- Educación: Nivel de educación de la población, índice de alfabetización.
- Socioeconómico: Servicios básicos, trabajos, etnias presentes en la región.

Para determinar un perfil epidemiológico se debe seguir la clasificación internacional de enfermedades (CIE-10⁴), un ejemplo de cómo hacer un perfil epidemiológico es la siguiente clasificación:

Para determinar el índice de mortalidad se recomienda seguir la lista corta de la OMS (lista OPS 6/67) para la tabulación de datos de mortalidad. La cual divide las causas de mortalidad en 6 grupos principales, los cuales son:

- Enfermedades transmisibles
- Tumores

⁴ Clasificación Internacional de Enfermedades, decima revisión. Determina la forma en que se deben de clasificar las enfermedades y los diferentes signos, síntomas y causas de una enfermedad.

- Enfermedades del sistema circulatorio
- Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal
- Causas externas
- Las demás enfermedades: Que incluye a todas las causas que no están incluidas en los primeros 4 grupos de esta clasificación.

2.2.3. Índice de desarrollo humano

El *índice de desarrollo humano* es una medida que determina los niveles de vida en un país o región, se enfoca entre otros factores, en:

- Esperanza de vida
- Educación
- Nivel de alfabetismo de la región
- Calidad de vida de la población
- Servicios de salud
- Servicios básicos (drenaje, electricidad, agua potable, entre otros)
- Desarrollo tecnológico

Es uno de los parámetros utilizados para diferenciar el nivel de desarrollo entre países (es decir, determina si un país es desarrollado, en vías de desarrollo o bien subdesarrollado). Este indicador tiene 4 categorías en las cuales se mide el nivel de desarrollo de un país. Muy alto, alto, medio y bajo.

Como dato, en 2009, México fue colocado como el séptimo país de Latinoamérica donde mejor se vive por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

2.3. Infraestructura

En este caso, se debe considerar la infraestructura para cada uno de los puntos remotos en los que se dará el servicio, así como para la institución que brindará los servicios de consulta especializada. Esto es, equipo médico, de cómputo y de comunicaciones que permitan que la información sea transmitida con la mayor velocidad posible así como con la suficiente calidad para que la información que es intercambiada sirva para que el servicio sea eficiente y de calidad.

2.3.1. Equipo médico para telemedicina

En el caso de los equipos médicos, como su nombre lo dice se hace referencia a todos los dispositivos que apoyarán al diagnóstico del paciente, en general se necesita que estos sean capaces de conectarse a Internet (por ejemplo, por medio de una computadora) para que con ello la información sea enviada directamente entre unidades médicas, además en función de los análisis de indicadores de morbilidad y mortalidad se determinarán cuáles son los dispositivos adecuados para cada unidad, así para cada unidad se tendrán los medios adecuados, los suficientes y necesarios para brindar una correcta atención médica en sitio y a distancia. Algunos de los equipos que se utilizan comúnmente en teleconsulta son los siguientes:

2.3.1.1. Estetoscopios

El estetoscopio es un dispositivo acústico que permite a los médicos escuchar los sonidos internos del cuerpo, está formado por una campana acústica que amplifica las ondas sonoras, así como dos “auriculares” los cuales llevan el sonido directamente a los oídos del médico. En el caso de telemedicina se emplean estetoscopios electrónicos, los cuales contienen un micrófono y un ajuste de ganancia. Estos dispositivos pueden ser utilizados de forma tradicional o bien, se pueden conectar a un equipo de grabación de audio o a una computadora en la cual se graben o compartan los sonidos capturados por el estetoscopio electrónico. Además estos dispositivos cuentan con una serie de filtros los cuales permiten la eliminación del ruido, proporcionando una mayor calidad de los sonidos capturados. Estos dispositivos permiten dar seguimiento a las afecciones de los pacientes a distancia.

2.3.1.2. Oftalmoscopios

El oftalmoscopio, es un instrumento que permite la visualización de la retina (fondo del ojo), de forma similar a un otoscopio, cuenta con una lámpara que emite un haz de luz, que ilumina el interior del ojo.

Actualmente en los estudios de oftalmología, más precisamente en el caso de pacientes con retinopatía diabética e hipertensión, se utilizan las cámaras no midriáticas, que son cámaras que permiten observar el fondo de ojo sin causar molestias a dichos pacientes al no inducir una dilatación de la pupila. Estos equipos, dan la facilidad de compartir estudios de oftalmología realizados en ellos.

2.3.1.3. Dermatoscopios

Los dermatoscopios, de forma similar al oftalmoscopio y otoscopio, permiten la visualización de un área específica del cuerpo para su análisis y diagnóstico, en este caso, la piel. Con estos equipos los médicos pueden detectar varias patologías relacionadas con la piel, una de las más importantes es la formación de tumores que podrían desencadenar en melanoma.

Un dermatoscopio utilizable en telemedicina requiere ser un dispositivo que permita la captura de imágenes con una buena resolución de tal forma que éstas puedan ser compartidas para su evaluación a distancia o bien en sitio. Una de las ventajas de estos dispositivos es que al ser diseñadas para visualizar el órgano más accesible del cuerpo humano, actualmente hay muchos dispositivos, aplicaciones y hardware que se puede usar como dermatoscopio, por ejemplo, un iPhone, del cual se hablará más adelante.

2.3.1.4. Electrocardiógrafos

El electrocardiógrafo es un dispositivo diseñado para medir la actividad eléctrica del corazón, y es usado como instrumento para la ayuda en el diagnóstico de diferentes afecciones cardiacas. Funciona mediante una serie de electrodos colocados sobre la piel del paciente, estos electrodos captan señales eléctricas (potenciales eléctricos) generadas por la actividad cardiaca, las diferencias entre estos potenciales eléctricos corresponden a la actividad eléctrica del corazón. Por lo general los ECG emplean 12 derivaciones, que representan desde diferentes perspectivas la actividad eléctrica del

corazón. Estos registros captados por el ECG generan un electrocardiograma, que no es más que la representación gráfica de la actividad eléctrica captada. En el caso de los electrocardiógrafos utilizados en telemedicina, éstos requieren cumplir una serie de especificaciones para que puedan ser implementados. A continuación se describen las características mínimas que debe cumplir un electrocardiógrafo básico según el CENETEC.

Un electrocardiógrafo básico debe cumplir:

- Adquisición de 12 derivaciones simultáneas
- Teclado para capturar los datos del paciente
- Funcionamiento tanto por corriente alterna, así como por batería
- Pantalla
- Debe permitir el ajuste de sensibilidad (5, 10 y 20mm/mV) y velocidad (25 y 50 mm/s)
- Tira de ritmo seleccionable entre las 12 derivaciones
- Impresión en 5 formatos diferentes, debe incluir mediciones y datos del paciente
- Software para el manejo de base de datos y de los datos electrocardiográficos
- Debe estar en español

2.3.2. Equipo de cómputo

Además del equipo médico y dadas las características del servicio a proporcionar, es indispensable contar con equipos de cómputo, ya que estos, en muchos casos servirán como medio de enlace para hacer el envío y recepción de información. En este caso, se debe analizar qué características debe tener estos dispositivos, ya que en función de dichas características, es como crecerá el costo que representará el uso de estos equipos. En general, dado que son equipos cuya principal función es la de comunicar, sin que en estos sea necesario realizar algún tipo de procesamiento avanzado de información, ni tampoco se almacenarán grandes cantidades de información en las unidades remotas que soliciten las consultas a

unidades en un nivel de atención superior. En cada unidad remota, se deben considerar características como:

- Al menos 1GB en RAM
- HDD al menos 80GB

Sin embargo, en una unidad a la que se enlazarán las unidades de primer nivel, se debe considerar además una infraestructura más robusta, ya que se debe tener al menos un servidor, el cual proporcionará el acceso al expediente clínico electrónico a las unidades que estén enlazadas a este punto.

En cuanto a los dispositivos periféricos, se debe contar con equipos que faciliten el intercambio de imágenes, tales como cámaras web, y un escáner el cual puede ser utilizado para la digitalización de imágenes, y/o estudios radiológicos.

La siguiente imagen muestra una idea básica de cómo se realiza una conexión de telemedicina, haciendo uso de un enlace de Internet comercial en cada una de las unidades.

En este caso, y con la finalidad de reducir los costos se consideran a las cámaras web como equipos que sustituirán a un sistema de videoconferencia. Sin embargo, si se contempla un equipo de videoconferencia, éste debe de ir montado en un equipo de cómputo con las características tanto de software como de hardware suficientes para brindar el servicio de teleconsulta. El equipo de video conferencia debe de cubrir los estándares y normas internacionales para videoconferencia.

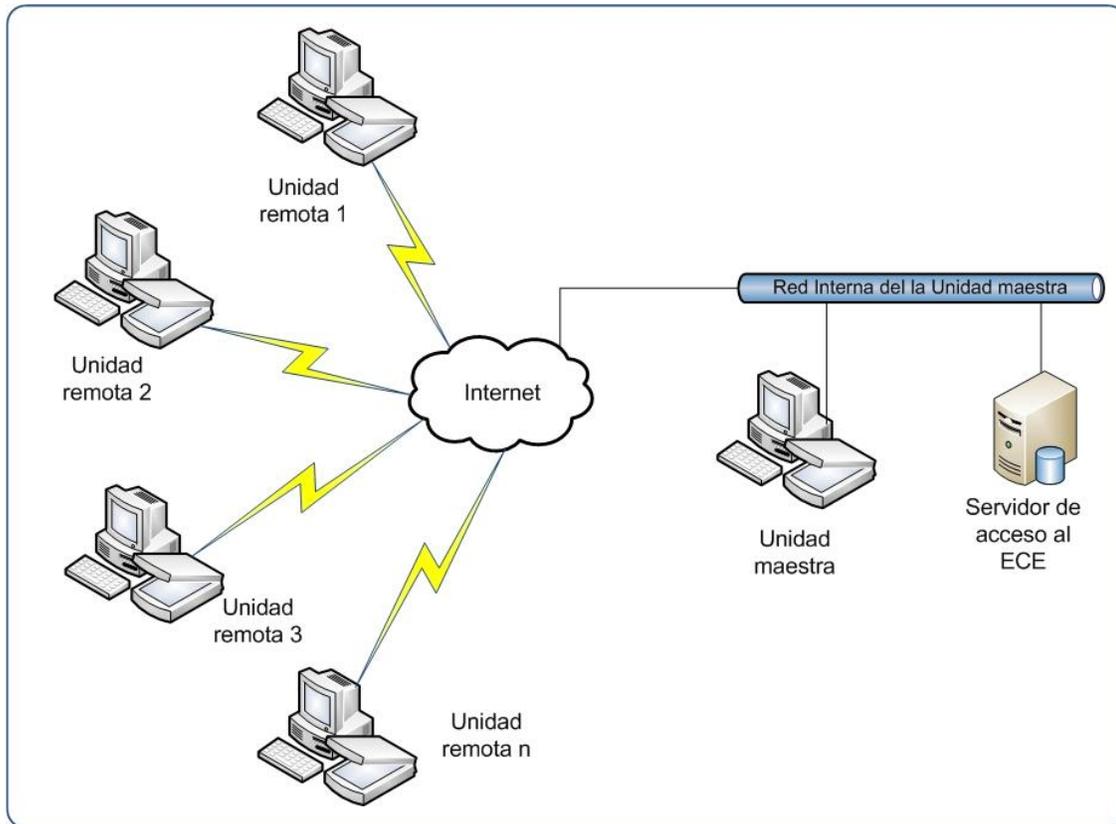


Ilustración 2. Ilustración de un servicio de telemedicina que conecta varias unidades remotas a una unidad maestra que cuenta con un servicio de Expediente Clínico Electrónico

2.3.3. Enlace de datos

Además de los dispositivos, se debe considerar el medio de comunicación entre centros de atención, ya se tienen varios mecanismos para realizar la interconexión, y también que cada uno de estos mecanismos de conectividad tiene un determinado costo que influirá en la implementación del proyecto de telemedicina.

Una de las posibles soluciones es la contratación de un servicio de Internet suministrado por un Proveedor de servicios de Internet (ISP), tal como pueden ser los servicios comerciales de compañías como Teléfonos de México (TELMEX) o Internet por cable, los cuales entre su oferta cuentan con diversos paquetes con diversos anchos de banda, siendo 1 Mbps la velocidad mínima de estos enlaces. Entre las ventajas que pueden representar estos servicios es que es uno de los medios de conexión más económicos y con el suficiente ancho de banda y tasas de transferencia para realizar un

enlace de telemedicina. Sin embargo, una de sus grandes problemáticas es que este servicio está limitado a la disponibilidad regional.

Otra de las opciones de conectividad es realizar la conexión por medio de un enlace satelital, con el cual no se tendrían limitantes geográficas para realizar el enlace, pero que, sin embargo y dependiendo de las circunstancias del proyecto, puede representar una inversión mucho mayor que el tipo de enlace mencionado anteriormente.

Aquí cabe destacar que en zonas que no cuenten con servicios médicos de ningún tipo se pueden hacer uso de unidades móviles, estos son vehículos con el equipo necesario para prestar los servicios de teleconsulta, o bien equipos de teleconsulta portables que pueden ser llevados con relativa facilidad incluso por una persona a pie, en este caso, el equipo médico es similar al utilizado en el primer nivel de atención y con las herramientas de cómputo y comunicaciones suficientes.

2.3.4. Videoconferencia

Este es un medio de intercomunicación, donde se transfieren datos de audio y video entre un grupo de personas, esto se refleja como una mejora en la productividad y colaboración en un grupo de trabajo.

Actualmente la videoconferencia tiene una amplia gama de aplicaciones como son: Reuniones a distancia, educación a distancia, congresos, cursos, seminarios y por supuesto, telemedicina.

- Adicionalmente a la infraestructura física, hay que considerar los protocolos que definen el servicio propio de videoconferencia. Protocolos de video (H.320, H.323, H.245, H.255)
- Protocolos de comunicaciones (SIP)⁵

Sin embargo, como se ha mencionado, es importante que la información que se envía sea de la mayor calidad posible, sin embargo, también es un hecho que a mayor calidad en audio e imagen, la cantidad de información crece, siendo la calidad en

⁵ www.tic.unam.mx

imagen directamente proporcional a la cantidad de información a enviar, haciendo que la comunicación se vea afectada, es entonces relevante hablar de compresión de datos. Para ello también se debe utilizar los siguientes protocolos:

- Protocolos de compresión de audio (G.711, G.722, G.723, G.728, G7.29)
- Protocolos de compresión de video (H.261, H.263, H.264)

Combinando los protocolos antes mencionados con las capacidades de red adecuadas (velocidad de transmisión recomendada por arriba de los 512 KB), se pueden lograr buenos resultados para el correcto funcionamiento de un servicio de telemedicina.

2.3.5. Sistemas de archivado y transmisión de imágenes (Picture Archiving and Communication System, PACS)

Es un sistema que, como su nombre lo indica, facilita el archivado e intercambio de imágenes digitales médicas de diversos equipos de imagenología (equipos de rayos X, TAC, Resonancia Magnética, etc). Todo esto se logra haciendo uso de DICOM⁶.

Un PACS está constituido por equipos de imagenología, una red de datos segura, estaciones de trabajo para la interpretación y revisión de los datos, además de un equipo para el almacenamiento de los archivos generados en el sistema. El siguiente diagrama representa el funcionamiento básico de un PACS.

⁶ **DICOM** tiene como objetivo: *Lograr la compatibilidad y mejorar el flujo de trabajo entre los sistemas de imágenes y otros sistemas de información en ambientes de atención médica alrededor del mundo.*

DICOM está orientado a un ambiente propiamente de red y que además abarca todas las áreas disciplinarias de imágenes médicas, mientras la versión anterior (ACR-NEMA) estaba diseñado para trabajar en conexiones punto a punto, para esto se hace uso del modelo OSI y del protocolo TCP/IP.

Pero DICOM es más que un protocolo de comunicación, ya que también implementa un formato de imágenes, en el cual la imagen va unida con la información del paciente con lo cual se garantiza que la imagen corresponde a uno y solo un paciente.

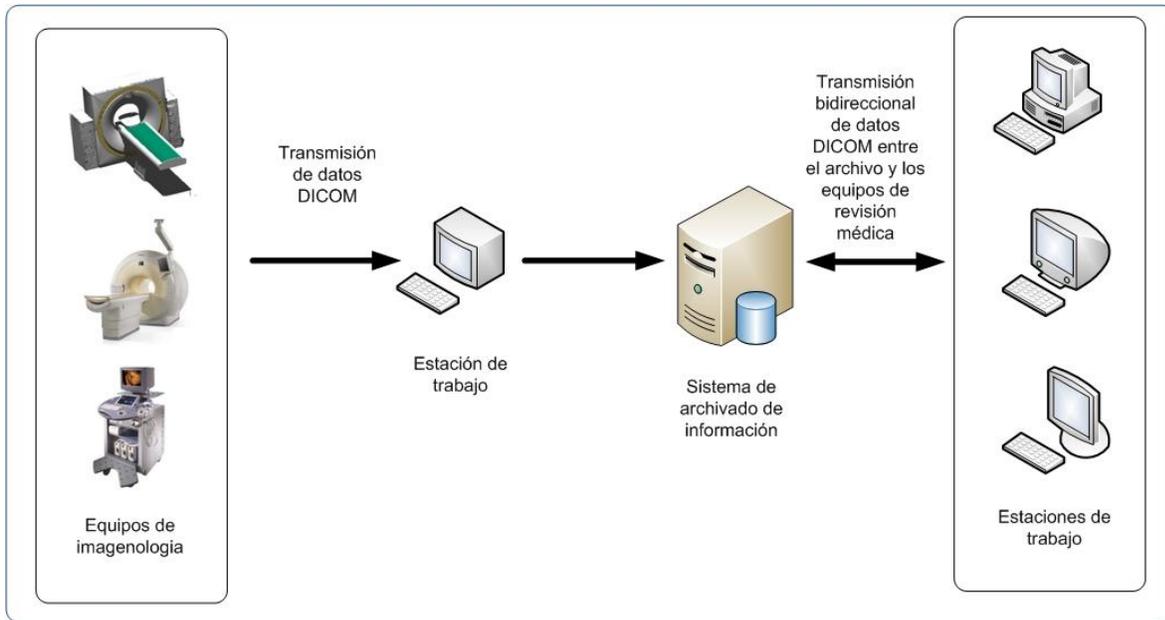


Ilustración 3. Funcionamiento de un sistema PACS

En todo este proceso, DICOM debe respetar el protocolo TCP/IP y debe integrar HL7 para que se tenga un funcionamiento apropiado.

La integración del ECE y los sistemas de imagenología resultan de suma importancia para que los sistemas médicos lleguen a integrarse a la sociedad de la información, y que las Tecnologías de la Información formen parte integral del sector salud y estas cumplan su misión facilitando, mejorando y modernizando la atención a los usuarios de los servicios médicos.

3. Telemedicina en México

México como se mencionó, en su búsqueda por integrarse a la sociedad de la información y las comunicaciones ha comenzado, de un tiempo atrás, a implementar diversas aplicaciones de TIC en muchos de sus sectores, como el de la salud el que se analiza en este proyecto.

En este capítulo se mencionarán los proyectos de telemedicina que se tienen en México para que una vez que se tenga un panorama claro se puedan establecer los criterios para realizar una propuesta sobre qué se necesita implementar en México para impulsar el adecuado uso en la telemedicina

3.1. Infraestructura

Al hablar de infraestructura, se hace referencia a los recursos materiales, tecnológicos y humanos con los que cuentan los servicios de salud para proporcionar atención y servicios a la población en general.

3.1.1. Servicios médicos

Los servicios médicos en México son proporcionados por una gran variedad de instituciones pero, son 3 de ellas las principales y las que cubren en su mayoría la demanda de servicios médicos, el IMSS, el ISSSTE y la Secretaría de Salud.

3.1.1.1. Infraestructura hospitalaria

En México, de acuerdo a datos arrojados por el INEGI y el SINAIS se tienen poco más de 20 mil unidades médicas, incluyendo los sectores público y privado, de los cuales el 86.8% pertenecen al sector público y el resto al privado, ver ilustración 4.

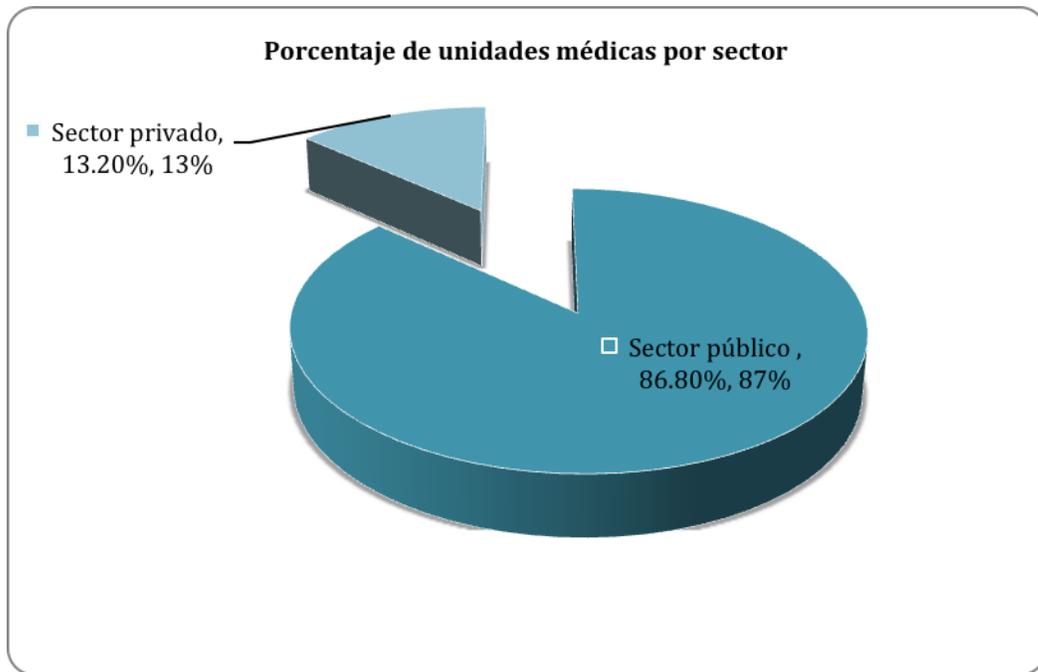


Ilustración 4. Gráfico que muestra la cantidad de unidades médicas divididas por sector público y privado

Dentro de estas unidades, se cuenta con más de 80 mil camas en el sector público y cerca de 35 mil en el sector privado. Además, hay cerca de 60 mil consultorios en sector público y alrededor de 15 mil camas en el privado, en los cuales se brinda la atención, tratamiento y cuidado del derechohabiente.

Es importante señalar que ha habido un crecimiento mayor en el número de unidades hospitalarias sobre las unidades de consulta, con un crecimiento porcentual del 17.3%, mientras que las unidades de consulta sólo tuvieron un incremento del 7.7%. Esto quiere decir que, en México, se está apoyando más a los niveles superiores de atención médica cuando, como se mencionó en capítulos anteriores, es en el primer nivel de atención en donde se resuelven o deberían resolverse la mayor parte de los casos.

En materia de recursos humanos, se cuenta con más de 200,000 médicos en ambos sectores, teniendo una distribución de cerca del 75% en el sector público y el

resto en instituciones privadas, en este punto hay que considerar que algunos médicos se desempeñan en ambos sectores simultáneamente.

El país enfrenta un problema grave en la distribución del personal médico, ya que, aproximadamente el 50% de los médicos se encuentran concentrados en seis entidades (Distrito Federal, Jalisco, México, Nuevo León, Puebla y Veracruz) el 51% de las enfermeras se concentran en cuatro entidades federativas (Chihuahua, Distrito Federal, Jalisco y México)

3.1.1.2. Consultas médicas

En cuanto al número de consultas, éste se incrementa cada año, en la siguiente tabla se muestra la totalidad de las consultas que se presentaron en el sector público y privado durante los años 2004 a 2008 (datos disponibles a la fecha de realización de este trabajo) publicados por el INEGI:

Año	Total	General	Especialidades	Urgencias
Sector público				
2004	244,061,681	178,738,863	39,873,413	25,449,405
2005	255,429,373	187,252,520	41,063,379	27,113,474
2006	261,060,437	191,856,517	42,307,394	26,896,526
2007	263,268,519	194,908,237	43,546,860	24,813,422
2008	268,244,024	198,467,583	45,338,684	24,437,757
Sector privado				
2004	10,950,193	4,087,165	5,575,819	1,287,209
2005	11,643,526	4,386,229	5,894,247	1,363,050
2006	11,672,571	4,376,104	5,934,351	1,362,116
2007	11,608,983	4,304,848	5,830,963	1,473,172
2008	11,797,254	4,331,819	5,887,128	1,578,307

Tabla 1. Consultas por sector 2004 - 2008

De la tabla se puede notar el crecimiento en la cantidad de consultas en medicina general y como la cantidad de consultas a este nivel (en el sector público) es mucho mayor a la cantidad de consultas de especialidad, aproximadamente el 400% más.

Mientras, en el sector privado, el número de consultas de medicina general y especialidad son similares, sin embargo, hay un mayor número de consultas de

especialidad, esto nos dice que en el sector privado la gente acude más a buscar la ayuda de los servicios de un médico especialista, brincando el primer nivel de atención.

3.1.1.3. Hospitalización

En cuanto a los servicios de hospitalización públicos, se tiene un estimado de aproximadamente 5.3 millones de egresos hospitalarios anuales, teniendo en una década un incremento de alrededor de un millón de egresos. Mientras en el sector privado, el número es menor, pero de igual forma conserva la tendencia a incrementar el número de pacientes hospitalizados.

También se contabilizan los días que los pacientes pasan hospitalizados, haciendo uso de una cama. En el sector público este número de 1998 a 2008 se incrementó de alrededor de 18.5 millones de días-paciente a aproximadamente 21.5 millones de días-paciente. Mientras en el sector privado, el número, en el mismo periodo de tiempo, se incrementó de casi 3 millones de días paciente a 4.3 millones.

Haciendo un cálculo aproximado, se puede determinar que en promedio cada paciente en el sector público pasa 4 días hospitalizado, y en sector privado esta estimación baja a aproximadamente 2.2 días. Tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Año	Egresos hospitalarios	Días-paciente
Sector público		
1998	4,135,000	18,432,000
2000	4,407,000	19,258,000
2002	4,339,000	19,810,000
2004	4,606,000	20,613,000
2006	4,692,000	21,016,000
2008	5,214,000	21,620,000
Sector privado		
2006	1,727,627	4,086,2998
2007	1,785,432	4,280,957
2008	1,725,618	4,227,843
2009	1,855,238	4,315,112

Tabla 2. Cantidad de egresos hospitalarios y días-paciente por año

Es importante conocer estos datos ya que son parte de los parámetros que influirán en la toma de decisiones al momento de desarrollar un proyecto de telemedicina.

3.1.2. Telemedicina en México

En México desde finales del siglo XX se han venido utilizando medios de comunicación como una herramienta para la mejora continua de los servicios de salud, es la utilización de éstos los que dan lugar a los proyectos de telemedicina en este país.

3.1.2.1. Primer proyecto de salud a distancia el CEMESATEL

En México se tienen antecedentes del uso de las telecomunicaciones como una forma de apoyo a las instituciones de salud. Uno de los primeros ejemplos es el programa 'Centro Mexicano de Educación en Salud por Televisión' (CEMESATEL) puesto en marcha por el Hospital Infantil Federico Gómez en 1985, el cual consiste, como su nombre lo dice, de una plataforma de tele-educación vía satélite haciendo uso de la red EDUSAT (canal 26), este servicio aún sigue en funcionamiento y transmite principalmente conferencias de noticias y actualidad médicas.

3.1.2.2. Programa Nacional de Telemedicina del ISSSTE

Sin embargo, es en 1995 cuando se da uno de los pasos más importantes en materia de telemedicina, cuando el ISSSTE implementa el primer servicio de telemedicina institucional en el país, este enlazaba los Hospitales Generales del ISSSTE con el Centro Médico Nacional (CMN) 20 de Noviembre, el cual sigue funcionando hasta nuestros días, haciendo uso de enlaces satelitales.

3.1.2.2.1. Comienzo

La prueba piloto de este proyecto inicio en 1995 con un enlace entre el CMN 20 de Noviembre y un hospital en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. La prueba piloto tuvo una duración de 4 meses en la cual se midió la calidad del enlace (datos, voz, video), y se trató de determinar la viabilidad económica del mismo, ya que esta prueba evitó traslados innecesarios de pacientes, evitando así justamente gastos de traslado.

Tras el éxito de la prueba piloto, se amplió la cobertura primero en 1997, enlazando unidades en Tuxtla Gutiérrez, Villahermosa, La Paz, Tampico, Veracruz, Hermosillo y el D. F. Y para 1998, en una segunda etapa, se enlazó Colima, Acapulco,

Chihuahua, Oaxaca, Morelia, Monterrey y Durango, para 2001 se incluyeron las unidades de Zapopan y León.

3.1.2.2.2. Estado actual del proyecto

Los servicios proporcionados por este programa son:

- Consultas de especialidades a distancia
- Asistencia quirúrgica a distancia
- Tele-educación

Actualmente este servicio está integrado por 178 unidades conectadas a la red telefónica (Internet), es decir, todas las unidades médicas de la institución salvo el CMN 20 de Noviembre. Y 18 unidades conectadas satelitalmente, el CMN 20 de Noviembre, 6 hospitales regionales, 10 hospitales generales y una clínica hospital.

3.1.2.3. Secretaria de Salud

Por su parte la SSA, a partir de 2002 comenzó a generar proyectos estatales de telemedicina, comenzando con el estado de Nuevo León, y continuando con los estados de Puebla, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Tamaulipas y Zacatecas, para brindar principalmente servicios de:

- Teleradiología
- Teleeducación
- Telecardiología
- Teleginecología
- Telepediatría
- Teleoftalmología
- Teledermatología

Además, con la participación de los Institutos Nacionales de Salud se crea la RedINSALUD, en la cual se busca la implementación de TIC, entre los que se encuentran el ECE y por supuesto, telemedicina.

3.1.2.3.1. Proyectos estatales

En cuanto a los proyectos estatales se tiene, por ejemplo, en el caso de Nuevo León, este inicia en 2002 con el primero proyecto de teleconsulta en centros penitenciarios, además de los servicios proporcionados a unidades médicas rurales y móviles. Además de un sólido programa de teleeducación.

En Puebla, en 2003 se interconectaron los hospitales General de Ciudad Serdán y el General de Puebla, para la creación de un sistema de administración de datos hospitalarios. Actualmente se conectan 5 Hospitales Generales 3 Hospitales Integrales.

En Oaxaca se cuenta con la integración principalmente de unidades móviles y de servicios enfocados a la atención perinatal.

Estos son solo uno de los ejemplos de implementaciones de servicios que se tienen en el país, sin embargo, en la mayoría de los estados ya se tienen implementados servicios de Telemedicina, principalmente enfocados a teleeducación.

3.1.2.3.2. Situación actual del proyecto de telemedicina de la SSA

Se tiene presencia de teleeducación en 17 estados lo que representa al 53% de las demarcaciones del país, las entidades que cuentan con este servicio son:

- Campeche
- Chiapas
- Chihuahua
- Distrito Federal
- Estado de México
- Guanajuato
- Guerrero
- Morelos
- Nayarit
- Nuevo León
- Oaxaca
- Puebla
- Querétaro
- Sinaloa

- Tamaulipas
- Yucatán
- Zacatecas

Por otro lado, los 10 estados en los que se cuenta con programas de telemedicina plenamente establecidos son:

- Campeche
- Chiapas
- Durango
- Nayarit
- Nuevo León
- Oaxaca
- San Luis Potosí
- Sonora
- Tamaulipas
- Yucatán

Estos últimos representan el 31% del total de entidades federativas que conforman el país.

Según datos arrojados por el CENETEC, la teleeducación ha tenido un crecimiento importante desde 2007, pasando de 64 sesiones en 2007 a 136 en 2010. Y también se incrementó considerablemente el número de asistentes a estas sesiones a distancia de 917 a 6733 asistentes (ver Ilustración 5).

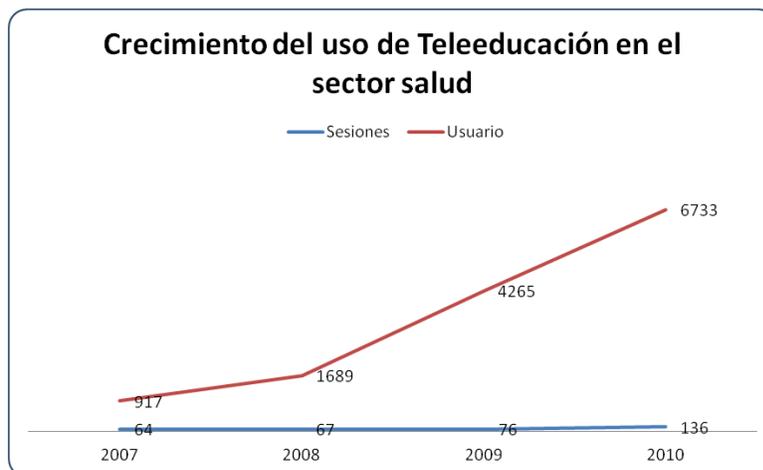


Ilustración 5. Crecimiento del uso de los servicios de teleeducación en salud de 2007 a 2010

En cuanto al avance de los proyectos existentes y en desarrollo se tiene que solo el 19% de ellos está operando completamente, 19% operando de manera intermitente, el 28% de los proyectos deben implementarse o bien replantearse para su correcto funcionamiento, y el porcentaje restante no presenta noticias o movimientos (ver Ilustración 6).

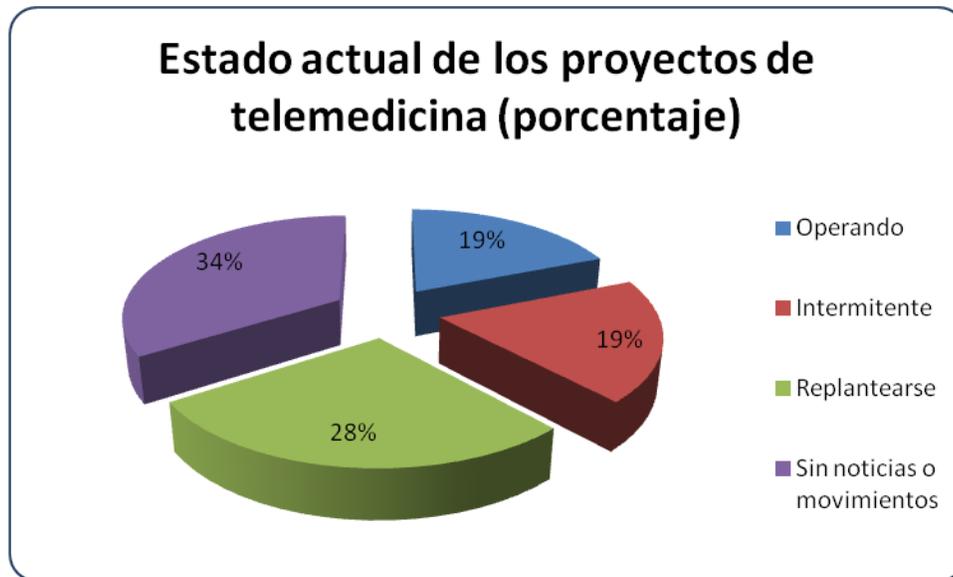


Ilustración 6. Estado actual de los servicios de telemedicina en México

En cuanto al aspecto legal, aun no se cuenta con una norma que establezca los parámetros y especificaciones que deben seguir los proyectos de telemedicina en México, solo se cuenta con el Anteproyecto de una NOM para la atención médica a distancia, en la cual se establece los procedimientos que deberán observar los prestadores de servicios de atención médica a distancia para garantizar la calidad, seguridad, confidencialidad y el uso adecuado de la tecnología en beneficio del paciente según se establece en el Marco Legal de la Atención Médica a Distancia publicado por el CENETEC.

Esta norma deberá garantizar la confidencialidad de los datos del paciente, así como la integridad y confiabilidad en la información que es intercambiada entre los centros de referencia. Y muy importante, la seguridad de la información.

3.1.3. Tecnologías de la información

Es un hecho que las TIC están en prácticamente todas partes del mundo, y su uso actualmente es actualmente un estándar y es una de las herramientas más usadas en casi cualquier labor. En el caso de los servicios de salud esta no es la excepción y poco a poco se ha ido integrando el uso de las TIC para el beneficio tanto de personal de salud como de usuarios de servicios de salud.

En general para hablar del uso de TIC, se destacan la implementación del ECE y el desarrollo de proyectos de telemedicina.

En México, dentro del Plan Nacional de Desarrollo sexenal (2007-2012), dentro de sus vertientes tiene al Programa de Acción Específica (PAE) de telesalud, donde busca determinar la forma en la que se deberán encaminar las TIC para su correcta implementación en el sector salud y que estos den los resultados esperados.

El PAE de telesalud, busca principalmente que con el uso de las TIC se pueda aumentar la accesibilidad, calidad y oportunidad de los servicios, el desarrollo de estándares tecnológicos, de datos nacionales y el fomento y desarrollo de investigación y tecnologías y aplicaciones para la salud.

Es importante señalar que una de las principales barreras a las que se enfrenta la implementación de este tipo de servicios de México es que, debido en parte a que aún es un proyecto en considerado en una etapa temprana de desarrollo, por lo que no se cuenta con las suficientes medidas y reglamentaciones legales que amparen y definan completamente el marco legal en el que se deben desarrollar estos proyectos.

Sin embargo, todo proyecto de telesalud debe estar regido por la Ley General de Salud (LGS), el reglamento interno de la Secretaría de Salud y en las Normas Oficiales aplicables a estos. Además de seguir las recomendaciones de la OMS.

Es entonces una responsabilidad y obligación del estado, generar un marco legal y regulatorio a la par que se va implementado el PAE para que este pueda cumplir con sus objetivos y pueda estar respaldado de manera legal.

3.1.3.1. Expediente clínico electrónico (ECE)

En el sector salud, el manejo de datos clínicos de los pacientes forma una parte fundamental dentro del protocolo de estudio para la atención médica. Sin embargo, hasta hace no muchos años (y de hecho aún en muchos centros de salud de todos los niveles) encontramos que mucha de esta información se sigue escribiendo en papel y almacenando en carpetas en grandes anaqueles. Esto representa una serie de desventajas como puede ser el tiempo de atención de los pacientes, pérdida o modificación de datos por accidente, además de complicar el intercambio de esta información entre instituciones.

Los sistemas informáticos y más específicamente las bases de datos, representan una herramienta sumamente poderosa para la administración de la información, ya que son capaces de administrar cantidades enormes de información, nos proporcionan un acceso veloz a la información requerida además de permitirnos realizar respaldos cada determinado intervalo de tiempo (por ejemplo todos los días) y en caso de sufrir alguna pérdida o corrupción de la información podremos restaurar la información sin mayor problema que acudir a un respaldo y ejecutar la restauración.

Es de esta manera como llega el ECE, que surge con la necesidad de mejorar la calidad de los servicios. La HIMSS (Healthcare Information Management Systems Society) lo define de la siguiente manera:

El expediente clínico electrónico es un registro longitudinal electrónico de información de la salud del paciente, generada por uno o más encuentros en cualquier centro de atención.⁷

Entonces el ECE es una de las aplicaciones computacionales más importantes no sólo en telemedicina, sino como herramienta para mejorar la atención médica

3.1.3.1.1. Expediente clínico electrónico en México

⁷ “Incluidos en esta información están los datos demográficos del paciente, notas de los progresos, problemas, los medicamentos, los signos vitales, antecedentes médicos, vacunas, datos de laboratorio e informes de radiología. EL ECE automatiza y racionaliza el flujo de trabajo clínico. La ECE tiene la capacidad para generar un registro completo de un encuentro clínico del paciente -, así como el apoyo a otras actividades relacionadas con la atención directa o indirecta incluido el apoyo a la decisión basada en la evidencia, la gestión de la calidad, resultados y presentación de informes.”

Los expedientes clínicos electrónicos son iniciativas que a nivel mundial existen desde finales del siglo pasado con iniciativas de países como Estados Unidos y el Reino Unido, sin embargo, en México, más bien se trata de un desarrollo del presente siglo, el cual es usado en muchas instituciones de salud, sin embargo, es el desarrollo en el IMSS el que tiene un mayor desarrollo. Esto lleva a que cada institución tenga sus propias aplicaciones y que no exista una verdadera interoperabilidad entre dichos sistemas.

3.1.3.1.2. Uso del ECE en el IMSS

El IMSS, desde 2003 cuenta con este tipo de sistemas de información, en el cual concentran los datos de sus derechohabientes en sus 3 niveles de atención, estos son:

- Para el primer nivel de atención, en IMSS cuenta con el SIMF (Sistema Información de Medicina Familiar) en sus más de mil Unidades de Medicina Familiar.
- Para los hospitales de referencia y las Unidades Médicas de Alta Especialidad (UMAE) cuenta con SICEH (Sistema Integral de Consulta Externa Hospitalaria) que, como su nombre lo indica es la herramienta con la cual se administran los datos en las áreas de consulta externa e IMSSVistA que es el sistema de Información de atención Hospitalaria.

Estos sistemas se integran además a las aplicaciones de visualización de imágenes médicas y de laboratorio, para generar así el sistema de ECE para la institución.

El IMSS en su informe de actividades 2009-2010, señala su compromiso con la optimización de su sistema (que ellos llaman NECE 'Nuevo Expediente Clínico Electrónico), para que este se convierta en la solución tecnológica adecuada en la cual se puedan manejar, administrar y acceder a los datos de los pacientes. Este NECE brindará a los pacientes la posibilidad de tener una historia clínica completa y que los datos de estos se mantengan completos por toda su vida.

Durante 2009 comenzó con el desarrollo de la versión 1.0 del NECE, dándole una orientación más bien hacia la parte de consulta externa. Incluye entre sus funcionalidades:

- Agenda de citas
- Nota médica general
- Auxiliares de diagnóstico y tratamiento
 - Receta electrónica
 - Incapacidad electrónica
 - Expedición de referencia y contrarreferencia
 - Expedición de solicitud de laboratorio
 - Expedición de solicitud de imagenología
 - Expedición de solicitud de interconsulta en la misma unidad

Finalmente, durante 2010, el IMSS comenzó con el desarrollo de su plataforma NECE versión 1.1 que ya incluye dentro de sus funciones:

- Historia clínica
- Programas integrados de salud
- Valoración del riesgo reproductivo y planificación familiar
- Climaterio y menopausia
- Vigilancia prenatal
- Salud en el trabajo
- Urgencias
- Enfermería
- Hojas de control (diabéticos/hipertensos)
- Estomatología
- Nutrición y dietética
- Trabajo social
- Agenda de quirófano
- Anatomía patológica
- Hospitalización

Esta nueva versión del NECE del IMSS está contemplada para ser implementada en los 3 niveles de servicio, y será el que sustituya de forma paulatina a los ya mencionados SIMF, SICEH e IMSSVISTA, así como a la versión 1.0 del NECE. Esta versión no arrancará de cero ya que se contempla la migración de datos de los sistemas ya implementados este nuevo servicio, sin embargo esto último implica una carga enorme

de trabajo y recursos materiales y humanos dada la cantidad de información a migrar de una versión a otra.

3.1.3.1.3. Uso del ECE en el ISSSTE

El ISSSTE, cuenta con ISSSTEMED, el cual es un sistema que integra toda la información del paciente, recabada a lo largo de diversas áreas de la institución y permite un grupo de funciones y servicios similares a las que alcanza el sistema de ECE del IMSS.

Este servicio del ISSSTE esta implementado en todas las unidades médicas de la institución, y se puede tener acceso al servicio desde cualquiera de estas unidades.

Estos dos ejemplo, dan una idea del panorama que se vive actualmente en México, con la implementación de diversos sistemas de expediente electrónico. Sin embargo, la mayor parte de las instituciones cuentan con un ECE diferente a las demás, esto se refleja en una falta homogeneidad en la información y la información no es compartida entre sistemas. Es por ello que es importante impulsar mejoras y mecanismos en cuanto a la forma en que se maneja la información electrónica.

3.1.3.1.4. Proyección del ECE en México

Dentro del PAE de telesalud, y el Programa Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2010, se contempla que se integren los servicios del expediente clínico electrónico en México, y que estos puedan ser capaces de compartir información de pacientes entre ellos, y así, el paciente tenga la oportunidad de movilizarse de institución en institución pero siempre teniendo acceso a su propia y única historia clínica, lo cual es de hecho, una de las ideas fundamentales del funcionamiento del ECE.

Además de los avances que cada institución ha tenido en la implementación de sus servicios de ECE, en 2010, como se refirió anteriormente se generó la NOM-024-SSA3-2010, la cual establece los objetivos y parámetros que debe cumplir cada uno de los sistemas de expediente clínico que se implemente en el país, para de esta forma regular los registros clínicos electrónicos de los pacientes. La norma contempla:

- La integridad y confidencialidad de la información de los pacientes.
- Uso de firmas electrónicas simples, es decir, un nombre de usuario (al menos 6 caracteres), y una contraseña de acceso. Además una contraseña adicional que se utilizará como firma electrónica.
- Deben usarse códigos y nomenclaturas definidas.
- Archivos históricos, los cuales deben contemplar:
 - Datos de identidad del usuario.
 - Datos demográficos.
 - Datos clínicos.
 - Datos estadísticos.
- Uso de certificados electrónicos (de al menos 128 bits) esto para llevar a cabo la interoperabilidad de los servicios.

Sin embargo, esta norma no contempla la validez legal del ECE, es decir, no menciona en ninguna parte del documento el uso de firma electrónica avanzada como un mecanismo para corroborar la validez del ECE siendo necesaria una firma autógrafa para poder validar cualquier documento clínico.

Ventajas

Implementar el ECE trae consigo varias ventajas, como los que ya se han mencionado anteriormente cuando se presentó el tema, pero además en México, puede traer consigo los siguientes beneficios:

- Integración de todos los niveles de atención.
- Interoperabilidad entre instituciones de salud, así como en cada una de las entidades federativas.
- Historia clínica única por paciente, sin importar la institución donde se atienda.
- Mejor administración de la información.
- Homogeneidad de la información.
- Creación de un repositorio central de información de salud.
- Generación de normas y estatutos legales adecuados que amparen y reglamenten la implementación y uso de TIC en el sector salud.

Entonces la plataforma ideal para el uso del ECE contempla a todas las instituciones de salud, interoperando y facilitando al paciente el acceso a sus propios datos clínicos. Sin embargo en la implementación se encuentran las desventajas siguientes:

- Rechazo de los usuarios al cambio.
- La falta de legislación en cuanto al uso de ECE, ya que si bien se cuenta con la NOM, en esta solo se contempla la parte funcional del ECE, más no se mencionan los aspectos legales tras el mismo. Es decir, no se cuenta aún con la cobertura legal que permita que un firma electrónica dentro del expediente clínico tenga la misma validez y cubra las responsabilidades similar a como se maneja actualmente con la firma autógrafa.
- Tiempos de migración de información debido al volumen.
- Falta de capacitación del personal en cuanto al uso de TIC.

Actualmente en México se lleva a cabo el desarrollo del Expediente Clínico Electrónico Nacional, en donde participan las instituciones públicas dentro del estado (IMSS, ISSSTE, SEDENA, PEMEX), institutos nacionales y las unidades estatales. Sin embargo este sistema no contempla el sector privado.

Para comprobar la funcionalidad de este sistema se llevaron a cabo pruebas de interoperabilidad entre los servicios de Sinaloa y Nuevo León, donde se logró un correcto intercambio de información a pesar de que los sistemas de expediente clínico para los estados mencionados son diferentes.

4. Propuestas para mejorar el aprovechamiento de las TIC en Telemedicina

Una vez que se ha determinado cual es el estado actual de los servicios de telemedicina en el país, se debe precisar de qué manera las TIC puede impulsar estos servicios y así se pueda tener una mayor integración, adopción y mejora en los servicios.

Telemedicina además debe verse como una reforma completa al sistema de salud, y dejar de ser un esfuerzo aislado de unas cuantas instituciones. La integración de las TIC existentes y las nuevas tecnologías a la salud serán un impulso a estos proyectos y beneficiaran al usuario.

4.1. Expediente clínico electrónico como parte de telemedicina

Lo más importante en el desarrollo del ECE es que se comprenda que los registros médicos no pertenecen a una institución u hospital, sino que son propios de cada paciente es decir, cada derechohabiente debe ser capaz de poder acudir a la institución de salud de su preferencia y poder tener acceso a su registro médico, que este sea actualizado y si nuevamente requiere de ser atendido en una nueva institución su información pueda transportarse de una a otra sin que la integridad de su información se vea afectada.

Para esto hace falta la colaboración de las instituciones de salud públicas y privadas, universidades, y que estas cumplan con la NOM 024, para que los sistemas de ECE en México logren una completa integración.

Además hay que recordar que ésta tiene que ser una plataforma amigable, funcional, y eficaz para la administración de la información médica de cada paciente y que, a su vez, sea lo suficientemente comprensible para que los usuarios del sistema tengan una rápida y completa adopción del sistema.

El sistema del ECE debe estar conectado a un gran repositorio nacional, donde todos los sistemas almacenen la información del paciente, es decir, una gran base de datos interconectada a cada institución, con las medidas de seguridad informática adecuadas de tal forma que los datos se actualicen en tiempo real y de igual forma todas las instituciones puedan tener acceso a dicha información, con esto, la información va a donde vaya el paciente, y ésta ahora le pertenece a él y no a una institución en particular, mejorando el servicio, ya que hay una homologación en los datos por paciente, y la seguridad, y confiabilidad que brindan estos datos es mucho mayor.

Hay que recordar que un sistema de calidad es el que cubre las necesidades del cliente, el software debe ser útil y utilizable, confiable, flexible, accesible, tener la disponibilidad suficiente y ser capaz de ejecutarse en el hardware y software con el que se cuente.

Además, hay que considerar varias opciones para el desarrollo del mismo, una de ellas puede ser la utilización del software libre para el desarrollo de la aplicación del ECE.

4.1.1. Software libre como tecnología para el desarrollo del ECE

El software libre hace referencia a la libertad que el usuario tiene para ejecutar, copiar, estudiar, modificar, mejorar y distribuir un software⁸. Una de las condiciones necesarias del software libre es que el usuario debe tener acceso al código fuente.

⁸ Se puede hacer referencia a las cuatro libertades de los usuarios del software:

- Libertad de ejecutar el programa (libertad 0)

En México, la presencia y el conocimiento del software libre es escaso, sin embargo, la comunidad se ha encargado de difundirlo y darlo a conocer con lo que, a últimas fechas, las tasas de uso del software libre se han incrementado. Sin embargo, aún es abrumador el uso de software propietario a lo largo del país.

4.1.1.1. Comparativa del software libre y el software propietario

El término “software de código cerrado” o “software propietario” hace referencia a cualquier software que no cumple con las cuatro libertades del software libre, es decir, el usuario no puede modificarlo o distribuirlo, y una de sus desventajas principales es que no se cuenta con el código fuente del mismo.

Ambos paradigmas tienen ventajas y desventajas debido a la diferencia de filosofías. Y es cada una de estas características, que deben ser tomadas en cuenta para la correcta elección del software que nos permitirá solucionar la necesidad que se tiene.

Domínguez, en su trabajo, hace una comparativa entre las ventajas y desventajas del uso del software libre frente al software propietario mediante la tabla mostrada en la siguiente página (Tabla 2)

Ambos tipos de desarrollos implican una serie de características que pueden resultar interesantes para la implementación de una solución como puede ser el ECE, sin embargo hay que analizar a detalle cual es la adecuada para llevar a cabo dicha tarea.

1.1.1.1. Ventajas que traería el uso del software libre

Integrar un sistema de ECE haciendo uso de software libre traería consigo un importante impulso al avance tecnológico en México, ya que en lugar de hacer uso de software propietario desarrollado por alguna gran compañía de software se puede

-
- Libertad de estudiar como funciona y adaptarlo (libertad 1)
 - Libertad de distribuir el software (libertad 2)
 - Libertad de mejorar y publicar las mejoras del software (libertad 3)
-

Característica	Software Libre	Software de código cerrado
Utilidad	Las aplicaciones de software libre resuelven las necesidades del usuario, funciones adicionales son agregadas por aportes de la comunidad.	Sí. Estas aplicaciones resuelven las necesidades del usuario. Se van agregando funciones conforme van surgiendo nuevas versiones.
Intuitivo	Parcialmente. A pesar de que actualmente ya hay aplicaciones con ambientes amigables, aún no están abarcadas todas las áreas.	Sí. En general, este tipo de software es fácil de usar y cuenta con una interface gráfica amigable.
Confiabilidad	Ya que los desarrolladores toman muy en cuenta la seguridad de sus sistemas cuando los desarrollan. Si se presenta un problema es resuelto rápidamente.	Parcialmente. Aunque el software generalmente está certificado por diversos organismos, la falta de conocimiento del código fuente no permite comprobarlo.
Flexibilidad	El software libre es fácilmente adaptable a las necesidades del usuario, y se puede hacer a bajo costo.	No o poco probable, ya que existe una dependencia de proveedores, además de que puede resultar mucho más costoso.
Disponibilidad	Excelente. Se puede adquirir cuando se desee y generalmente es a bajo costo.	Regular. En el mejor de los casos se puede descargar o comprar en línea, generalmente esto es costoso.
Adaptabilidad	En general, el software libre se puede adaptar al hardware disponible	Regular. Generalmente se tiene restricciones con el hardware, y en ocasiones, es requerido tener un determinado software instalado
Costos	Accesible. Los costos de adquisición, implementación y mantenimiento son menores.	Costoso. Implica el costo de licenciamiento, soporte técnico y actualización.
Estándares	Este tipo de software está basado en estándares libres.	Implementan tanto estándares libres como privados.
Estabilidad	La participación de la comunidad da estabilidad a este, además el conocimiento del código permite la pronta atención de eventos.	Sí. Sin embargo, el desconocimiento del código fuente, puede implicar la detención del servicio ante alguna eventualidad

Tabla 3. Comparativa entre el software libre y el software de código cerrado

generar un grupo de trabajo con especialistas en TI, que se integren a las necesidades de todas las instituciones de salud en México y que en función de normas se dediquen al desarrollo de una plataforma de expediente clínico electrónico nacional.

Además la creación de una norma en la cual se establezcan las condiciones bajo las cuales se debe llevar a cabo la solicitud e intercambio de información entre instituciones o bien entre sectores permitiendo, mediante lo establecido en un norma, que la información de un paciente pueda ser manejada incluso entre el sector público y el privado.

Además, esto podría representar un mejor aprovechamiento de los recursos económicos del país, ya que el costo de los servicios se vería disminuido al invertir menos en licenciamiento, soporte y actualización del software, y ese mismo ahorro de inversión se puede usar como inversión para el desarrollo de mejoras, actualizaciones e investigación para la creación de las aplicaciones.

Sin embargo, no se trata de adoptar una sola metodología de trabajo, ya que trabajar bajo un paradigma u otro no implica que no sea posible la interoperabilidad, sin embargo, sería interesante ver como en lugar de que cada institución cuente con su plataforma de ECE ya sea propia (desarrollada por ellos) o pública (desarrollada por una empresa privada), se tenga una sola herramienta en el sector salud, desarrollada como parte del trabajo de profesionistas mexicanos y mantenimiento a cargo de los mismos.

Cabe destacar que el uso del software libre proporcionaría la adaptabilidad suficiente para que el software fuese ejecutado en cada unidad de salud, sin importar el hardware con que cuente, lo cual también implica una reducción en gastos de implementación, además de que facilitaría el llevar el ECE a regiones de bajos recursos.

Es importante impulsar la participación de las escuelas y universidades para que la capacitación de los profesionistas sea la adecuada y México logre un verdadero acercamiento al nivel de desarrollo y conocimiento suficiente para que se pueda impulsar el uso de las TIC.

Además, no se debe excluir al sector privado de su participación en este desarrollo ya que, todos, sector salud, el sector educativo y el gobierno, son actores fundamentales en la creación no solo de los proyectos de telemedicina sino de la verdadera evolución de México en el uso de las TIC

1.1.1.2. Ventajas y desventajas de la implementación del software libre

Principalmente hay que destacar que pasar de una plataforma de software propietario a una de software libre implica una nueva curva de aprendizaje, sin embargo, el propio conocimiento del software por parte de sus creadores implica que estos tienen los medios suficientes para capacitar en el uso de la herramienta, contrario al uso de software propietario, que implica un gasto en capacitación por parte de la compañía desarrolladora.

Otra de las posibles desventajas que podría presentar el software libre, es que no está exento de errores, lo que implica un gasto de recursos humanos, económicos y tecnológicos para la solución de los mismos, sin embargo, este gasto se ve reflejado en la participación de profesionales de TI, y no se queda a la expectativa de la solución que el proveedor de una herramienta pública pueda proporcionar.

El rechazo del usuario al uso de una herramienta basada en software libre es otra de las desventajas que se tendrían, esto es natural por el nivel de adopción que tienen las plataformas propietarias, sin embargo, es aquí donde las escuelas y universidades juegan un papel importante, como las encargadas de la concientización y familiarización del usuario en el uso de las herramientas basadas en software libre.

Sin embargo, se tiene que visualizar el software libre como una forma de desarrollo de la aplicación del ECE más eficiente tecnológica y económicamente hablando. Que puede ayudar a que el proyecto se vuelva autosustentable en un menor espacio de tiempo.

1.2. Home care

El home care es una parte importante de los cuidados médicos actualmente, consiste en el cuidado y atención del paciente estando éste en su casa, esto

tradicionalmente se hacía con una enfermera o un médico en casa del paciente, monitoreándolo y atendiéndolo, con la ventaja de que al estar fuera de un ambiente hospitalario el paciente corre menos riesgos epidemiológicos.

El concepto de tele home care, implica el uso de las TIC para proveer servicios de salud y para el intercambio de información desde la casa o comunidad hasta los centros de atención.

Básicamente hay dos tipos de tele home care:

- Uno basado en llamadas electrónicas programadas, donde los servicios de salud se comunican en citas generalmente programadas, la llamada puede ser una videollamada, para este caso se requiere de un dispositivo o serie de dispositivos que permitan al paciente obtener y enviar en tiempo real imágenes, signos vitales, electrocardiogramas, entre otros análisis para el análisis del médico consultante. Es básicamente un servicio de teleconsulta, solo que éste se lleva a cabo desde el domicilio del paciente y no en un consultorio.
- Basado en llamadas a un centro de atención, este es básicamente un servicio de urgencias o de consultas no programadas, consiste en un dispositivo que permite un enlace inmediato con los servicios de salud, por ejemplo: Presionando un solo botón. En este caso son necesarios dispositivos que faciliten al paciente la obtención de diversos análisis rápidamente y que puedan ser enviados en tiempo real, tal es el caso de un paciente con una arritmia cardiaca, éste debe tener un dispositivo capaz de darle al usuario la capacidad de obtener un estudio de electrocardiografía, con solo presionar un botón, además de que tiene que enviar esta información para la solicitud de atención del paciente.

Es en este punto cuando la importancia del uso de las TIC, sale a relucir, ya que es necesario implementar y mejorar los dispositivos, que el hardware sea capaz de brindarle al paciente la facilidad de proporcionar a su médico a distancia la información requerida, además de que no sea completamente necesaria la presencia de personal de salud en compañía del paciente, es decir, que el paciente por si mismo sea capaz, de manipular la interface la cual deberá ser amigable.

Además el hardware debe de ser con tecnología de punta para aprovechar al máximo los beneficios que no otorgan actualmente las TIC. Uno de estos beneficios lo encontramos en el uso de los dispositivos móviles.

1.3. Dispositivos y aplicaciones móviles

Actualmente, el mundo vive el comienzo de una etapa en la vida de la utilización de los equipos de cómputo, esto haciendo referencia al comienzo de la era post-PC, que se puede entender como el hecho de que, los equipos de cómputo como los conocemos tenderán a desaparecer o bien serán sustituidos por dispositivos más pequeños y con una capacidad sorprendente de procesamiento, como son los teléfonos inteligentes y las tabletas electrónicas.

En el mundo el auge de estos dispositivos comienza a tomar fuerza velozmente, y es ahora un hecho que los sistemas de cómputo en breve estarán principalmente enfocados a estos dispositivos.

Y es que, su uso cada vez es más cercano a los que la gente necesita, las personas cuentan con conexión a Internet por lo que la gente puede navegar, revisar sus correos y estar en contacto con otras personas, además cuentan con la posibilidad de permitir la elaboración de documentos y las compañías están fuertemente dedicadas al desarrollo de aplicaciones que sean capaces de brindar a la gente la posibilidad de realizar todo su trabajo a través de estos dispositivos.

Y el ámbito médico no es la excepción, desde la aparición de estos aparatos se han venido desarrollando varias aplicaciones para facilitar la adopción de estos dispositivos por parte del personal de salud. Sin embargo, a pesar de la velocidad con la que se han introducido estos dispositivos, el uso que se les da a estos sigue siendo limitado.

Actualmente la mayoría de las aplicaciones enfocadas en salud, son para el usuario común, que busca una forma de monitorear su salud, principalmente ayudando a cuidar su peso, alimentación y en general cuidar los hábitos de los usuarios.

Sin embargo, más importante es el uso que se le puede dar a estos dispositivos más enfocados al médico y su interrelación con sus pacientes.

1.3.1. Imagenología en dispositivos móviles

Una de las áreas que mejor se podrían aprovechar es la de la imagenología, ya que actualmente los dispositivos móviles cuentan con la suficiente capacidad de procesamiento y resolución en pantalla suficiente para poder mostrar con la calidad, velocidad y efectividad requerida, las imágenes médicas.

La conectividad de estos dispositivos a la red, permiten que puedan tener acceso a sistemas PACS, permitiendo a los médicos el acceso a los estudios de imagenología de sus pacientes, desde donde este y sin necesidad de ir a una computadora para hacer dicha consulta.

En la actualidad ya hay aplicaciones que permiten este tipo de consultas, una de ellas, llamada Osirix, una aplicación de código abierto dedicada al procesamiento digital de imágenes médicas, que soporta completamente el estándar DICOM. Esta aplicación nació como una alternativa libre y sin costo para imagenología y a la fecha ha tenido el suficiente crecimiento que ha llegado incluso a las plataformas móviles, siendo actualmente una de las aplicaciones de imagenología móvil de mayor uso a la fecha.

Pero las imágenes no son la única información a la que el personal de salud necesita tener acceso, una de las características ideales y deseadas es que las aplicaciones de imágenes médicas se integren al expediente clínico y que al igual que las imágenes, éste pueda ser llevado a cualquier lado.

1.3.2. Aplicaciones y dispositivos médicos

Los dispositivos móviles cada vez son más potentes y con especificaciones que brindan una amplia gama de posibilidades, pero además ya incluyen dentro de su arquitectura, cámaras de muy buena resolución, lámparas de LED, que brindan un nivel de iluminación bastante aceptable, además de sus capacidades de procesamiento, que alcanzan niveles de equipos de cómputo que se usaban hace menos de 10 años.

Entonces, si se aprovecha realmente el hardware de estos dispositivos se puede desarrollar una serie de dispositivos utilizando todo el hardware disponible. Es decir, se tienen que explotar adecuadamente estas características más la conectividad que ofrecen estos dispositivos como un medio de ofrecer telemedicina de una manera, fácil, efectiva y accesible para el usuario.

Un ejemplo del uso que se le puede dar a estos dispositivos es el que se le da al iPhone, un teléfono móvil de la compañía Apple Inc., el cual, haciendo uso de su cámara y de la lámpara de LED con la que cuenta el dispositivo, para hacerlo funcionar como un dermatoscopio tal y como es el proyecto *Handyscope* (Ilustración 7), el cual permite capturar imágenes de muy buena resolución, iluminación, incluso permite realizar un Zoom de hasta 20X, integrado todo esto con las capacidades de comunicación propias del teléfono para el envío de imágenes. Este tipo de innovaciones permiten al médico contar con un dispositivo médico de alta calidad, que permite enviar estudios de dermatología y comunicarse con su unidad médica y con el paciente, todo desde un dispositivo tan cotidiano como es su teléfono celular.



Ilustración 7. Uso de un dispositivo móvil como dermatoscopio

Ahora bien, los celulares pueden ser usados no solo como dermatoscopios, sino que aprovechando el hardware de manera similar que el ejemplo mostrado anteriormente y adecuando un pequeño dispositivo al exterior del mismo teléfono, éste puede ser usado como otoscopio u oftalmoscopio. Esto representa que desarrollando un solo kit de instrumentos que se adapten al teléfono móvil, y el software necesario, se puede tener una herramienta de telediagnóstico efectiva y funcional, fácil de

transportar y que conforme avance el auge de los dispositivos móviles inteligentes su costo será cada vez más accesible.

Pero el uso de la cámara no es lo único que se ha aprovechado hasta el momento, el puerto de datos de este tipo de dispositivos, generalmente, puede ser utilizado para ingresar señales digitales al dispositivo y que éste se encargue de procesar la información que está recibiendo, un ejemplo de esto es un electrocardiógrafo.

Un ejemplo de esto es el *iPhone ECG* (Ilustración 8), que es básicamente una carcasa para el dispositivo, con dos electrodos y hace el envío de datos por medio de Bluetooth, este dispositivo aún no está disponible y de hecho aún no es aprobado, sin embargo es un buen ejemplo de la forma en que se pueden desarrollar este tipo de dispositivos y aplicaciones móviles. Una desventaja de este dispositivo es que debido a su portabilidad no proporciona un estudio de electrocardiografía de 12 derivaciones, por lo que no podría ser utilizado para un servicio de telemedicina, sin embargo, es un buen comienzo y puede funcionar a la perfección como un ecg portátil para el paciente.



Ilustración 8. Electrocardiógrafo como aplicación para teléfonos móviles

Es entonces que se tienen que generar desarrollos que permitan realizar estudios de electrocardiografía de 12 derivaciones en dispositivos móviles, por que no pensar en un dispositivo externo que cuente con las 12 derivaciones y por medio de USB o mejor aún por Bluetooth transfiera los datos al dispositivo inteligente que se encargará de procesar la información, desplegarla en pantalla, almacenarla y después hacer el envío de esta información. De igual forma se podrían realizar dispositivos que permitan de

forma externa hacer estudios de Electroencefalografía u electromiografía, y que envíen la información al móvil, para que la procese de manera análoga a como lo hace el electrocardiógrafo.

Otro posible uso de los teléfonos móviles es el incorporarles dispositivos posiblemente un micrófono de alta calidad, que nos permita hacer funcionar el teléfono móvil como un equipo de tele-estetoscopio, que permita grabar diversos sonidos (cardiacos, pulmonares, abdominales) y almacenarlos o bien transferirlos en tiempo real.

Todo lo anterior es en un conjunto de usos y aplicaciones móviles que permite prever que en un futuro no muy lejano los dispositivos móviles serán parte fundamental en el desarrollo de la telemedicina, su tamaño, capacidades, adaptabilidad, portabilidad son características que enriquecen y facilitan aún más el desarrollo de telemedicina, además es un hecho que cada vez estos dispositivos son más accesibles, permitiendo que en conjunto con los servicios comerciales de Internet, y la cobertura que ofrecen actualmente los servicios de telefonía móvil, pueden ofrecer una nueva plataforma de telemedicina, donde los médicos puedan llevar sus equipos de telediagnóstico en un dispositivo más pequeño y que solo se complementa con una serie de adaptadores o dispositivos externos de un tamaño muy práctico.

1.3.3. Telemonitoreo de pacientes

Continuando con la aplicación anterior de las TIC, el caso anterior va más enfocado al uso médico, sin embargo, ahora se aborda como tecnologías que monitoreen constantemente al paciente, es decir, dispositivo que este captando señales del paciente, conectado directamente a tu teléfono o dispositivo móvil, estos dispositivos, al captar una anomalía en el estado de salud del paciente, dispara una señal al móvil, el cual se encarga de notificar al médico, al paciente y trata de orientar al paciente de tal forma que su vida no sea puesta en riesgo, este tipo de dispositivos se podrían aplicar a personas con algún problema cardiaco, hipertensos, diabéticos (en este caso podemos pensar en un monitor de glucosa en la sangre, que cuando capte un aumento en los niveles del paciente, dispare una señal por Bluetooth a una bomba de insulina, para que el paciente reciba la infusión de insulina requerida). De esta forma los pacientes pueden estar seguros de que su salud está siendo monitoreada

constantemente y sin necesidad de estar completamente dependiendo de alguna persona (enfermera o médico) que este monitoreando sus signos. Todo esto se refleja en una disminución en los costos de atención del paciente, además de brindarle mayor comodidad al no depender de alguien para su monitoreo.

1.3.4. Expediente clínico como aplicación móvil

Ya se ha hablado mucho del expediente clínico como herramienta importante para el manejo de información clínica de los pacientes, sin embargo, su principal campo de acción está enfocado principalmente a su uso en instituciones médicas y consultorios.

Sin embargo, es importante el desarrollo de este tipo de aplicaciones móviles, debido principalmente a movilidad de los servicios de salud y de cómo mediante estos dispositivos se puede lograr facilitar y unificar los servicios de telemedicina en dispositivos cada vez más pequeños.

Este es un campo de desarrollo muy reciente y es una de las áreas de desarrollo de software que mejor se pueden explotar. Además de que pueden beneficiar notablemente al impulso de la telemedicina en México.

La capacidad de los dispositivos móviles principalmente de conectividad, y el desarrollo de interfaces amigables pueden permitir que el expediente clínico sea llevado a más puntos geográficos, y con un menor costo de traslado, una mayor efectividad, y con posibilidades de conectividad mayores. Una aplicación de este tipo, conectada a los dispositivos que se han mencionado anteriormente, enriquecería notablemente el trabajo de los médicos, mejoraría la atención y permitiría mantener actualizados los datos clínicos del paciente, con información confiable y con un fácil acceso a dichos datos.

1.3.5. Educación en salud

Nuevamente, la educación en salud es una de las partes a destacar de la telemedicina, y son precisamente los dispositivos móviles los que pueden tener un gran uso en este punto. Actualmente una gran cantidad de la población cuenta con teléfono

móvil (tan es así que el mercado de los teléfonos móviles ha crecido tan velozmente en México que ha superado a la telefonía local). El desarrollo de aplicaciones para la educación y capacitación constante del personal de salud es algo que actualmente ya está funcionando. Las principales aplicaciones que encontramos en este ámbito son lectores de e-Books de medicina, o bien aplicaciones que ayudan a los médicos a entender conceptos. En este caso hace falta mejorar el acceso de estas herramientas a idiomas como el español, para que el acceso de los médicos de este país pueda ser mayor.

Además con las capacidades de los mismos dispositivos, y el hecho de que cuenten con pantallas de buena resolución, cámaras y las actuales tasas de transferencia de Internet, permiten que estos dispositivos puedan ser utilizados como equipos de videoconferencia por medio de los cuales reciban capacitación médica a distancia, donde las únicas condiciones para los médicos serían contar con el dispositivo y tener señal de telefonía celular para poder conectarse a dichos servicios.

Otra aplicación es la creación de foros de discusión entre médicos, donde puedan compartir experiencias y ayudar y debatir diversos casos, una de las ventajas es que los médicos podrían ingresar a esta información desde su computadora o bien desde el móvil, teniendo así una completa herramienta para su capacitación constante.

Dado todo lo anterior, podemos notar que los dispositivos móviles vendrán a generar toda una revolución en cuanto a la forma de trabajar y que los servicios médicos no son la excepción. La era Post-PC marcará una nueva forma de trabajar y la telemedicina deberá de migrar hacia este nuevo paradigma.

1.4. Uso de la Web 2.0 en salud

La red 2.0 se basa en la colaboración de los usuarios de Internet, es decir, un grupo de usuarios conectados a un mismo sitio puedes compartir opiniones, datos, archivos, experiencias, es decir se trata de un Internet más social. Esto lo vemos reflejado en sitios de redes sociales, blogs, wikis, donde la columna vertebral es la participación de los usuarios.

Latinoamérica es la región del mundo donde el crecimiento de la capacidad de acceso a Internet se ha incrementado más velozmente. Y es de destacar que junto con la búsqueda de información, el uso de las redes sociales y del correo electrónico, son los principales usos que la gente de estas regiones le da al Internet.

Sin embargo el uso de la Web 2.0 para los servicios de salud aún es limitado, ya que son pocos los sitios que cuenten específicamente en sus servicios con temas de salud. Algunos ejemplos de estos sitios son:

- **Sermo:** Una red social, tal vez la más grande, exclusiva para médicos, donde ellos pueden discutir y colaborar entre sí, compartiendo sus experiencias.
- **Lybba:** Es una red social que busca reunir tanto a pacientes, médicos e investigadores con el fin de compartir información y experiencias entre ellos, como una forma de mejorar las prácticas médicas.
- **Patients like me:** Una red social que reúne a pacientes de diversas enfermedades, para que busquen a otros con su mismo padecimiento y puedan compartir experiencias en el cuidado de su salud, conocer tratamientos, aprender de los síntomas, entre otro tipo de información relacionada con diversos padecimientos.

Estos son sólo algunos ejemplos de las redes sociales existentes, una de las mayores ventajas que ofrecen este tipo de sitios es que cualquier persona se puede conectar desde cualquier lugar sin ningún tipo de obstáculo, siendo tal vez la única limitante el idioma.

En México, una de las principales formas que se pueden utilizar para mantener informada a la población son las redes sociales, actualmente muchas de estas instituciones hacen uso de redes sociales como son Facebook y Twitter para estar en contacto con derechohabientes, profesionales de la salud y población en general, notificando a la población sobre cómo cuidar su salud, que hacer en caso de alguna contingencia sanitaria. Además informar sobre conferencias, cursos y capacitaciones para personal de salud e información referente a este tipo de servicios.

Sin embargo, hace falta que se desarrollen nuevos sitios donde el personal médico pueda tener acceso y compartir sus experiencias, sitios en español, y blogs donde la población pueda tener acceso a conocimientos en salud.

También es importante cuidar los contenidos, es decir, cuidar el lenguaje, la veracidad de la información publicada y dar a los usuarios la confianza de que van interactuar en un ambiente seguro y libre de amenazas informáticas. Además estos sitios deben poder ser accesibles desde cualquier dispositivo conectado a Internet.

Esto puede traer como resultado la mejora de la comunicación e intercambio de información en salud, creando así una verdadera red de conocimientos en salud, fomentar el interés de la población en temas de salud e integrarlos al conocimiento estos contenidos, además de enterar a la población sobre riesgos epidemiológicos, interconectar las diversas instituciones de salud y lograr la participación, generación de debates y el intercambio de información entre las diversas instituciones de salud, población y profesionales de la salud en un solo sitio.

1.5. Uso de las bases de datos

Una de las áreas más grandes y de mayor desarrollo en el mundo de las TIC, es el de las bases de datos, y como tal, el ECE es una base de datos. Sin embargo, las bases de datos pueden ser utilizadas en una amplia variedad de servicios, y su uso en el medio hospitalario es una de las aplicaciones que puede tener.

Uno de los usos que se les puede dar a las bases de datos, es en el manejo del inventario hospitalario, desarrollando sistemas de bases de datos, en los cuales el personal de ingeniería biomédica e incluso el personal responsable del área de cómputo pueda tener un registro de los equipos de cómputo con los cuenta la unidad, tener bien ubicados los equipos y tener una herramienta de software capaz de facilitarles la planeación de mantenimientos o bien para la adquisición de nuevo equipo.

Además se puede generar una base de datos de conocimientos institucional, conocimientos sobre el equipo médico y de forma similar a lo planteado en el uso de las redes sociales, se puede generar un intercambio de conocimientos entre los equipos de ingeniería biomédica de una institución o incluso, se puede desarrollar una gran base

de conocimientos en equipo médico (análoga al ECE) en la cual todas las instituciones de salud, compartan información y conocimientos y puedan tener acceso a esa información para la resolución de problemas o eventos al interior de sus unidades de salud.

1.6. Uso de Comunicaciones Unificadas para Telemedicina

Se ha mencionado anteriormente, el inicio de la época post-PC, y otra de las tendencias actuales, hablando de TIC, es la integración de los servicios de comunicaciones, esto es, se integran en una sola plataforma los servicios de telefonía (voz y video), conferencia web (videoconferencia), mensajería, además de que se integra a los servicios de correo electrónico.

Una de las ventajas principales de los servicios de comunicaciones unificadas, es que permiten al usuario contar con sus diferentes medios de comunicación electrónica donde esté, sin necesidad de estar en su lugar de trabajo, esto con sólo contar con una conexión a Internet. Además por sus características de comunicación y aprovechamiento de Internet, representa una solución sustentable para las comunicaciones de una institución o una empresa.

Si una de estas soluciones es implementada en una institución médica, se podrían integrar con la misma herramienta varias soluciones de las que se han mencionado anteriormente.

Una de ellas la videoconferencia, que permitiría a la institución programar eventos, capacitaciones, conferencias con su personal de salud, el cual se podrá conectar a una videoconferencia en el lugar donde estén ubicados, solo contando con una computadora y conexión a Internet. Esta solución puede funcionar como una herramienta de teleeducación. Además si se implementa esta herramienta en consultorios remotos, puede ser usada como plataforma de teleconsulta para la atención de los pacientes. Es decir, un médico en la unidad remota se conectará con su cuenta de usuario de comunicaciones unificadas, y se enlazará mediante una conferencia a un hospital de referencia, donde un médico de un nivel de atención superior lo atenderá y podrán analizar juntos el caso. Otra de las ventajas es que

permite la integración de más invitados a la conferencia, por lo que se pueden escalar los casos entre niveles de atención fácilmente.

Otra de las ventajas que nos ofrece, es que no solo sirve para teleconsulta, sino que puede ser una herramienta para telehome-care, ya que una de las características que integran los servicios de comunicaciones unificadas es que mediante el uso de certificados electrónicos se pueden integrar a servicios externos, es decir, podemos conectar un servicio de comunicaciones unificadas institucional con un servicio externo como puede ser *Hotmail*, y entonces un paciente puede estar fácilmente comunicado con su médico. Otra ventaja es que se pueden crear una especie de vínculos de confianza entre instituciones de salud, con lo que se puede compartir los servicios e información entre instituciones. Con esto, los servicios de salud tendrían un medio más de compartir información y colaborar entre ellos.

Además en la parte administrativa, funciona para que el personal de otras áreas (Como pueden ser las áreas administrativas y directivas) también tenga la posibilidad de colaborar entre ellos, haciendo uso de estos servicios.

Un servicio de comunicaciones unificadas en una institución grande es una inversión interesante, se vuelve un medio de comunicación que permite en un determinado plazo un ahorro importante de dinero sobre todo hablando de gastos de telefonía y de transportación. Con una gran facilidad de crecimiento, además de que permite que el usuario adopte fácilmente dichos servicios ya que son fáciles de usar, amigables e intuitivos.

1.7. Participación de los especialistas en TI

Es importante destacar la participación de los especialistas en TI, como pieza fundamental en el desarrollo de estas tecnologías, ya que ellos con sus conocimientos en el manejo de los sistemas computacionales, pueden determinar de qué forma se puede llevar a cabo una verdadera implementación de sistemas completamente integrados para todo el sector salud en México.

Son ellos los que determinarán, de que manera se integraran las tecnologías para que, sustentando lo expresado en las diferentes normas, puedan realizar los desarrollos tecnológicos adecuados para las diversas necesidades del sector salud en materia de TIC. Es necesario que los profesionistas en TI interesados en el desarrollo de aplicaciones médicas conozcan las normas como es el caso de la NOM024 y conozcan y adopten estándares como son HL7⁹ y DICOM, que son determinantes en el área de software computacional. Y no menos importante es que comiencen a familiarizarse con la terminología médica, es por ello que deben conocer las clasificaciones propias de la OMS, como son CIE-10¹⁰ y LOINC¹¹.

Es este punto donde los ingenieros biomédicos pueden jugar un papel importante como vínculo entre los servicios médicos y los profesionistas de TI, siendo un mediador entre las necesidades del sector médico y las herramientas informáticas, convirtiéndose en un intérprete entre las dos áreas y un intermediario para el correcto desarrollo de las herramientas de TI.

Los profesionistas en TI serán los encargados de definir las herramientas, marcos de trabajo, la forma en que se desarrollarán los proyectos contemplando las buenas prácticas en el diseño y desarrollo del proyecto, analizar los riesgos y beneficios que cada implementación traerá con ella. Desarrollar los ambientes de prueba necesarios para la implementación y que cuando los proyectos sean aprobados puedan ser implementados correctamente en el ambiente de producción. Así, posteriormente podrán definir como el marco de trabajo operacional del proyecto, es decir, determinarán los acuerdos de los niveles de servicio con los que se deben de contar, y serán los encargados de definir las mejoras y cambios necesarios en el servicio para que este pueda seguir operando en los niveles deseados.

1.8. Importancia de la ingeniería de software

⁹ El nombre de **HL7** proviene de *Health Level 7 (Seven)*, siendo el nivel siete una referencia directa a la capa del modelo OSI (capa de Aplicación), en la cual se definen algunos protocolos para el intercambio de datos (POP, FTP, TELNET, SSH, DNS por mencionar algunos). Es decir la serie de protocolos desarrollados por HL7 trabajan en dicha capa del modelo OSI

¹⁰ **CIE-10**; Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud. Décima Revisión

¹¹ **LOINC**; Logical Observation Identifiers Names and Codes.

Es la rama de la ingeniería en computación que se encarga de la metodología para el manejo del ciclo de vida de las aplicaciones de cómputo que son desarrolladas. Esta por su naturaleza tiene muchas áreas de desarrollos y la médica es una de ellas.

La ingeniería de software en medicina la podemos encontrar en varios desarrollos, desde los sistemas ya mencionados utilizados para la administración hospitalaria, el mismo ECE conlleva la aplicación de ingeniería en todo el ciclo de desarrollo de este tipo de sistemas y entre otras cosas, encontramos aplicaciones de software que en los equipos médicos. Esto último representa otro campo de desarrollo para el ingeniero en computación, en el cual puede trabajar, ya que hay un amplio conjunto de necesidades de creación de software en el área médica.

La creación de aplicaciones y sistemas computacionales en esta área tiene que ser cuidadosa y debe considerar un amplio grupo de factores que intervendrán en el funcionamiento de dichas aplicaciones ya que, por ejemplo, hablando de los equipos médicos estos estarán en una interacción directa con los pacientes por lo que hay considerar que una falla en el diseño puede causar daños o poner en riesgo la vida del paciente debido al mal funcionamiento del software utilizado por los dispositivos médicos, un ejemplo de este tipo de problemas se vivió entre los años 1985 y 1987, en los que la máquina Therac-25, un equipo de terapia radiológica, provocó una serie de accidentes por sobredosis de radiación, que fueron ocasionados debido a los problemas en el software encargado de los sistemas de control de seguridad del equipo, lo que dejó en evidencia un mal desarrollo de dicho sistema.

Para cualquier desarrollo de software en el área médica, como en cualquier otra, deben de considerarse las buenas prácticas y la carga de responsabilidad que conlleva la implementación de un sistema, seguir normas y estándares, en el caso de aplicaciones médicas ya se han mencionado algunos anteriormente, para así generar aplicaciones médicas, ya sean grandes aplicaciones institucionales o aplicaciones móviles, de calidad y que cumpla con los objetivos con los que se planea originalmente cada uno de los sistemas informáticos médicos que se desarrollen.

1.9. Participación de las universidades y centros educativos

Es de especial importancia que las universidades y centros educativos que cuentan entre sus planes de estudio con carreras enfocadas en TI, que hagan ver a sus estudiantes las posibilidades de desarrollo de sistemas informáticos, de telecomunicaciones y cómputo en el sector médico. La importancia que tiene el desarrollo de dichos sistemas como una herramienta para el desarrollo y mejora de los servicios de salud.

Es además importante que los alumnos interesados en el medio, tengan el acceso a la información suficiente para poder contar no solo con los conocimientos en cómputo, sino que puedan ser capaces de interactuar y comprender las necesidades del sector médico.

Las universidades son por excelencia uno de los mayores impulsores del desarrollo y la investigación, y es en este tipo de servicios donde deben orientar algunas de sus líneas de investigación y desarrollo, para crear nuevos dispositivos y aplicaciones como las ya antes mencionadas, nuevas aplicaciones que faciliten y mejoren la forma en la que se proporcionan los servicios, y en general la investigación que permita la elaboración y planeación de nuevos proyectos que apoyen al desarrollo de la telemedicina y los servicios de salud en general haciendo uso de las TIC.

No menos importante resulta el desconocimiento del funcionamiento de los sistemas de cómputo por parte tanto de los encargados de los servicios de salud así como de usuarios que puedan acceder a dichos servicios. Es entonces también una responsabilidad de las universidades y centros de educación proporcionar la educación referente al funcionamiento de las herramientas de cómputo que se tengan, y mantener actualizados a los mismos en función de nuevas versiones o nuevas implementaciones en el materia de TIC, ésto con la única finalidad de que las nuevas aplicaciones puedan ser implementadas y aprovechados adecuadamente por los usuarios de los servicios.

1.10. Retos de la aplicación de TIC en Telemedicina

Uno de los principales retos que enfrentan las TIC es el rechazo a la tecnología por parte de los usuarios, es decir, muchos de los usuarios al no estar familiarizados

con las aplicaciones y usos de las TIC, se pueden sentir incómodos, esto lo podemos observar en la forma en que los mismos usuarios se niegan a hacer uso del software por razones tan variadas como: 'no lo entiendo', 'es confuso', 'no funciona como yo quisiera', 'me quita tiempo', y eso es una de las cosas que se tienen que corregir, se debe instruir al usuario en el correcto uso y aprovechamiento de las herramientas informáticas, que ellos obtengan el beneficio que éstas buscan ofrecer efectivamente.

Otro de los retos es el familiarizar a los usuarios con las herramientas, por ejemplo, no es sencillo ni cómodo para las personas estar frente a una computadora o una videocámara hablando con ella, es entonces que se debe demostrar que si bien, no hay una persona físicamente al lado del usuario de los servicios, hay una persona del otro lado atendiendo lo que ella esta mencionando y lo que puede observar por medio de una cámara, para que el usuario pueda eliminar esa sensación de estarle hablando a una máquina y la convierta en una sensación similar a la experiencia que significa el realizar una llamada telefónica.

Además, obtener el financiamiento para la realización de los proyectos es otro de los retos que enfrentan este tipo de desarrollos, en el diseño de implementación del servicio tiene que considerar que el servicio a implementar sea un servicio plenamente autosustentable.

Discusión

Se han mencionado varias aplicaciones que se pueden dar a las tecnologías de la información y las comunicaciones en el sector salud, sin embargo, hay que hablar sobre cuales son las perspectivas a futuro para estas herramientas.

Cuando se mencionó el desarrollo del expediente clínico se dijo que éste tenía que proveer a las instituciones las capacidades de acceso y manipulación de información donde quiera que se encuentren, es en este punto donde entran en juego varios desarrollos, no sólo de cómputo, sino también de telecomunicaciones.

Actualmente, en el ámbito corporativo, las tendencias en cómputo van orientadas a la virtualización, con lo cual se busca que los grandes espacios ocupados por los centros de datos sean cada vez menores, que todo el cómputo sea llevado a espacios más reducidos aunque con una gran capacidad de procesamiento, y varios servidores instalados físicamente en una sola pieza de hardware, así como el cómputo en la nube con lo que se busca que los servicios de cómputo estén almacenados en servidores conectados a la red, y los usuarios tengan acceso a los servicios según la demanda de los mismos. Este último tipo de organización puede beneficiar notablemente el desarrollo de los sistemas del expediente clínico, ya que puede ayudar a proporcionar un acceso a la información desde cualquier punto en que se encuentre el personal médico que requiera acceder a la información.

Para lo anterior hay que hablar del desarrollo de los medios de comunicación adecuados para este tipo de conexiones, actualmente uno de los mecanismos que

permiten la conexión a una red desde cualquier punto es el uso de las VPN que brindan la seguridad necesaria para el acceso a las redes corporativas. Hoy en día este tipo de tecnología puede ser utilizada incluso en los teléfonos celulares.

Hablando de dispositivos móviles, es un hecho que es con base a éstos que está definido el futuro de la computación, como se comentó anteriormente, Steve Jobs en 2010, tras el anuncio de la tablet de Apple, anunció el comienzo de la era postPC, y es esto uno de los indicativos de la importancia que estos dispositivos van a tomar en los siguientes años, siendo éstos los que comenzarán a dominar el mercado en sustitución de los equipos de cómputo como los conocemos actualmente, esto debido principalmente a la versatilidad que ofrecen, tamaño, capacidades de conexión y procesamiento.

El sector salud no es la excepción, actualmente muchos de los profesionistas de esta área ya hacen uso de teléfonos inteligentes y otros dispositivos como tabletas electrónicas, es entonces, que se debe aprovechar la presencia de estos dispositivos y generar aplicaciones que permitan a los profesionales de la salud una utilización global de estos dispositivos, que posibiliten a los médicos acceder al expediente clínico de sus pacientes, poder recibir notificaciones de su estado de salud y poder contactarlos donde quiera que se encuentren con sólo hacer uso de sus dispositivos.

A su vez, generar aplicaciones móviles para el uso de pacientes, que aprovechen esas herramientas de conectividad que brindan los dispositivos móviles para la transferencia de información clínica entre el médico y el paciente. Los servicios de teleconsulta son cada vez más sencillos de realizar con estos dispositivos, ya que actualmente muchos de los teléfonos ya cuentan con la posibilidad de realizar videollamadas. O en cualquier caso, la mayoría de los equipos de cómputo cuentan con el hardware necesario para realizarlo, siendo únicamente necesaria una conexión a Internet.

Al hablar de Internet, éstos servicios son cada vez más accesibles y con anchos de banda cada vez mayores, además de que actualmente se brindan servicios de comunicación que incluyen telefonía fija, televisión por cable e Internet (el llamado Triple Play) y actualmente mediante algunas alianzas entre empresas de telefonía y televisión por cable comienza a integrarse el servicio de telefonía móvil a dicho servicio

(total play), con esto, un paciente o un usuario con una simple conexión a Internet y una computadora con cámara o dispositivo móvil que permita el uso de videollamadas, podrá mantener comunicación con su médico, optimizando y generando un servicio de Tele-homecare de bajo costo.

Pero hay que pensar no solamente en los beneficios que se generarán para el usuario, este tipo de desarrollos también trae beneficios en la parte administrativa de las tecnologías al interior de las instituciones, ya que el uso de las tecnologías de la información no solo se tiene que ver como un uso directo con el usuario, sino que también aplicaciones como software para la administración de equipo, de servicios, etc., permiten mejorar la forma en la que se lleva la parte administrativa de una institución y por ende, se ve reflejado en mejora en la atención a los pacientes.

Entonces en resumen, el camino a seguir debe ir en función del desarrollo que han tenido y tendrán estas nuevas tendencias ya que son las que se vislumbran como las que tendrán mayor éxito con el paso del tiempo:

- Cómputo en la nube
- Dispositivos móviles
- Mejor aprovechamiento de los servicios de Internet

Pero todo lo anterior no debe ser considerado a la ligera, hay que tomar en cuenta que todos los desarrollos informáticos que se lleven a cabo deberán contar con un soporte multiplataforma porque si bien se busca definir un estándar (por ejemplo, hablando nuevamente del expediente clínico), cada institución tiene que mantener su independencia al momento de decidir sobre que plataforma trabajarán, es ahí donde la labor de los diseñadores toma un papel crucial, ya que deben cuidar que los sistemas que sean desarrollados sean integrables, independientemente de la plataforma en que se encuentren (Windows, Unix, Linux, etc.)

Historia similar ocurre en el lado de los dispositivos móviles, donde hay, al menos, 3 sistemas operativos móviles que tienen o que tendrán una gran penetración en el mercado de estos dispositivos (principalmente Android, iOS y WindowsPhone se visualizan como los principales contendientes en el mercado de los sistemas operativos móviles) entonces, los desarrolladores deben guiar sus esfuerzos hacia las plataformas

más exitosas para realizar las aplicaciones médicas y buscar, de forma similar una integración, sin importar la plataforma en la cual se esté trabajando.

El hecho de que los desarrollos sean multiplataforma es importante desde el simple hecho de que no se puede condicionar a nadie a que utilice un solo paradigma, cada individuo o institución es libre de elegir el ambiente sobre el cual trabajará de acuerdo a sus conveniencias personales.

Otro punto importante a destacar es la participación de las universidades en la formación de profesionales necesarios para aprovechar estas tecnologías.

Enfocándose en el caso de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, actualmente la carrera de ingeniería en computación cuenta con varios módulos terminales, enfocados a diversas áreas como son redes y seguridad, bases de datos, ingeniería de software, entre otros, entre los cuales se encuentra el de ingeniería biomédica que comparte asignaturas con la carrera de ingeniería eléctrica-electrónica.

En este módulo se busca que el estudiante conozca el campo de la ingeniería biomédica y se le prepara de un modo un tanto introductorio en las diversas áreas de la ingeniería biomédica.

Sin embargo, salvo la asignatura *Telesalud*, no hay otra asignatura que se enfoque al uso de las tecnologías de la información en el sector salud, considero importante que se aprovechen las capacidades y conocimientos de los alumnos de la carrera de ingeniería en computación y generar en ellos la idea y darles la pauta para que apliquen esos conocimientos en el área de la computación en beneficio del sector salud. Ya que hay muchos desarrollos por realizar aún, y es un sector con amplias posibilidades de crecimiento.

Conclusión

Las tecnologías de la información y las comunicaciones en el mundo avanzan enormemente cada día, y sus aplicaciones están en mayor o menor medida implicadas en todos los sectores, siendo el de la salud uno de los que se ven beneficiados mediante el uso de las TIC. Cada una de las áreas de desarrollo en materia de TIC tiene un amplio rango de aplicaciones para beneficiar a las diversas áreas de la salud, siendo beneficiados en general todos los involucrados en el cuidado de la salud de la población, así como la misma sociedad como usuario de los servicios de salud.

Sin embargo, a pesar del gran conjunto de desarrollos que se han llevado a cabo, hay todavía mucho trabajo que realizar, el diseño de aplicaciones y servicios en beneficio de la salud, aún tiene un camino largo por recorrer a nivel mundial.

En este trabajo, se puede observar que el desarrollo de tecnologías móviles cada vez más potentes, el software libre, el correcto desarrollo de aplicaciones, bases de datos y el aprovechamiento de las redes de datos, permiten el desarrollo de sistemas de cómputo potentes, robustos y que cubren las expectativas del usuario, estas aplicaciones de las tecnologías de la información en el sector salud, suponen una nueva forma de ver los servicios de salud, un punto de vista en el que los servicios de salud se encuentran plenamente digitalizados, no solo al interior de las unidades médicas sino que también el mismo paciente mediante sistemas o dispositivos sencillos o familiares a él, puede tener un mejor control de su salud. De esta forma, los servicios de salud se verán notablemente mejorados a niveles administrativos y de servicio, y lo más importante es que la calidad de atención al paciente será mejorada.

Sin embargo, no hay que dejar de lado la participación de las instituciones educativas como las encargadas de la formación y capacitación de los profesionales encargados del desarrollo e impulso de estas tecnologías. Así como de los profesionales encargados de la manipulación de las herramientas que sean desarrolladas, ya que para aprovechar completamente cualquier tecnología se tiene que conocer su correcto uso y aprovechamiento de sus funciones.

México es un país que ya cuenta con servicios de telemedicina, sin embargo, es también un sitio en el que se puede obtener mucho provecho del uso de nuevas tecnologías para mejorar los servicios con los que ya se cuenta.

Referencias

Bibliografía

1. DOMÍNGUEZ Espinoza, Edgar Uriel. Software Libre: Tecnología para la evolución a la sociedad de la información. Tesis de licenciatura, UNAM, México 2010.
2. Guía tecnológica 17. Electrocardiógrafo. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, Junio 2006, México.
3. Marco Legal, Atención Médica a Distancia. CENETEC. Descarga disponible en: www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/comite_e-Salud/MARCOLEGAL.pdf.
4. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Innovación y Calidad. Programa de Acción Específico 2007-2012. **Telesalud**. México.
5. National Institutes of Health. National Center for Research Resources. Electronic Health Records Overview. Estados Unidos. Abril 2006.
6. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre desarrollo humano México 2011. México, Mayo 2011.
7. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. La brecha digital, un concepto social con cuatro dimensiones. México 2003. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/tecnologia/brecha.pdf>

8. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Innovación y Calidad. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Serie tecnologías en salud, Volumen 3. Telemedicina. México.
9. World Health Organization. Telemedicine: Opportunities and development in Member States. Global Observatory for eHealth series - Volume 2. WHO - 2010

Sitios de Internet

1. ALIVECOR. mHealth por iHumans [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta 18 de Septiembre de 2011]. Disponible en: <http://alivecor.com/>
2. ATA. American Telemedicine Association [en línea] Actualización: 2011. [Fecha de consulta: Junio 2011]. Disponible en <http://www.americantelemed.org>
3. CENETEC. Programa de telemedicina CENETEC [en línea]. Actualización: 27 de Octubre de 2011. [Fecha de consulta: Agosto 2011]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/programa_telemed.html
4. DGEPI. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. Anuarios de Morbilidad Epidemiológica [en línea]. Actualización: 1 de Diciembre de 2011. [Fecha de consulta: 26 de Julio de 2011]. Disponible en: http://www.dgepi.salud.gob.mx/2010/plantilla/inicio_anuarios.html
5. HANDYSCOPE. Mobile dermatoscope: handyscope [en línea]. Actualización: 2010. [Fecha de consulta: 18 de Septiembre de 2011]. Disponible en: <http://www.handyscope.net/>
6. HDR. Informes sobre desarrollo humano [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta: 2 de Agosto de 2011]. Disponible en: <http://hdr.undp.org/es/estadisticas/>
7. HIMFG. Centro Mexicano de Educación en Salud por televisión: CEMESATEL [en línea]. Actualización: 13 de Mayo de 2011. [Fecha de consulta: 28 de Agosto de 2011]. Disponible en: <http://www.himfg.edu.mx/interior/cemesa.html>

8. HIMSS. Healthcare Information Management Systems Society [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta: Agosto de 2011]. Disponible en: <http://www.himss.org>
9. IMSS. Instituto Mexicano del Seguro Social [en línea]. Actualización: 19 de Octubre de 2011. [Fecha de consulta: Junio - Agosto 2011]. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/>
10. IPN. Dirección de cómputo y comunicaciones [en línea]. Actualizada: 12 de Octubre de 2011. [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2011]. Disponible en: <http://www.dcy.com.mx/>
11. ISSSTE. . ISSSTEMed [en línea]. Actualización: 14 de Enero de 2009. [Fecha de consulta: Agosto 2011]. Disponible en: <http://sipeweb.issste.gob.mx/issstemed/>
12. LA ECONOMÍA. Índice de desarrollo humano [en línea]. Actualización: 22 de Abril de 2010. [fecha de consulta: 2 de Agosto de 2011]. Disponible en: <http://www.laeconomia.com.mx/indice-de-desarrollo-humano/>
13. LYBBA. Lybba | Vision [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta: 20 de Septiembre de 2011]. Disponible en: <http://www.lybba.org/vision/>
14. OSIRIX. About OsiriX [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta: 18 de Septiembre de 2011]. Disponible en: <http://www.osirix-viewer.com/AboutOsiriX.html>
15. PAHO. Normas y Estándares en Epidemiología: Nueva lista OPS 6/67 para la tabulación de datos de mortalidad CIE-10 [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta: 16 de Julio de 2011] Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/sha/bs993mort.htm>
16. PATIENTSLIKEME. About Us: *PatientsLikeMe* [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta: 20 de Septiembre de 2011]. Disponible en: <http://www.patientslikeme.com/about>

17. SERMO. Introduction. The Largest Online Network, Exclusive to Physicians [en línea]. Actualización: 2010. [Fecha de consulta: 20 de Septiembre de 2011]. Disponible en: <http://www.sermo.com/about/introduction>
18. SINAIS. Sistema Nacional de Información en Salud. Mortalidad [en línea]. Actualización: 1 de Julio de 2011. [Fecha de consulta 25 de Julio de 2011]. Disponible en: <http://sinais.salud.gob.mx/mortalidad/>
19. SINAIS. Sistema nacional de Información en Salud. Recursos físicos y materiales (infraestructura) [en línea]. Actualización: 01 de Julio de 2011. [Fecha de consulta: 5 de Agosto de 2011]. Disponible en: <http://www.sinais.salud.gob.mx/infraestructura/>
20. WHO. International Classification of Diseases (ICD) [en línea]. Actualización: 2011. [Fecha de consulta: 15 Julio de 2011]. Disponible en: <http://www.who.int/classifications/icd/en/index.html#>

Noticias

21. EL UNIVERSAL. Buscan crear expediente clínico electrónico. Viernes 12 de febrero de 2010