



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA  
TECNOLÓGICA DE TELEMEDICINA”**

**TESIS PROFESIONAL QUE  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
ÁREA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**JORGE ALBERTO AMAYA ENCINO**

**Director de tesis:**

**Ing. Manuel Viejo Zubicaray**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F. MAYO 2008.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Agradecimientos

A Dios por darme vida e inteligencia para llegar a él a través del conocimiento.

A mis padres por su amor, cariño y comprensión y por los principios inculcados. Los quiero.

A todos aquéllos que han contribuido en mi desarrollo profesional y humano.

A la UNAM por transformarme intelectualmente.

A mi querido maestro por compartir conmigo su sabiduría y enseñarme con sus acciones y consejos a tener el coraje para conseguir metas y afrontar las pesadumbres y adversidades.

A mi México que espera lo mejor de mí.

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

## Objetivo

*Proponer mediante un análisis objetivo de las necesidades presentes y futuras de la atención sanitaria en México, el aprovechamiento y uso de los adelantos en las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones para la creación de herramientas de telesalud como el telediagnóstico, la teleadministración y la teleeducación con el fin de mejorar la funcionalidad de la atención prestada, optimizar el desempeño de los profesionales sanitarios y elevar el nivel de salud de la población.*

# Contenido

---

## Capítulo 1

### La generación de riqueza en el siglo XXI

**Objetivo:** *Analizar el desarrollo científico y tecnológico del siglo XX y XXI que concluya que el conocimiento ha sido y será el principal recurso de las naciones para la generación de riqueza.*

- |     |                                              |        |
|-----|----------------------------------------------|--------|
| 1.1 | La ciencia y tecnología en el siglo XX y XXI | Pág.15 |
| 1.2 | Análisis del parque tecnológico              | Pág.21 |
| 1.3 | Casos de éxito                               | Pág.26 |
| 1.4 | Situación de México                          | Pág.32 |
- 

## Capítulo 2

### La sociedad de la información

**Objetivo:** *Analizar el impacto de los avances de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones en la sociedad, los retos a los que tendremos que enfrentar y las acciones que se deberán realizar para estar preparados para vivir en la Sociedad de la Información.*

- |     |                                                                                   |         |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 | Situación mundial de las Tecnologías de Información y Comunicación                | Pág.45  |
| 2.2 | Situación de las Tecnologías de Información y Comunicación en México              | Pág. 51 |
| 2.3 | Tendencias en el sector de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) | Pág. 83 |

2.4	Metodología para proyectos de TIC	Pág. 87
2.5	Proyecto e-México	Pág. 89
2.6	Visión de las Tecnologías de Información y Comunicación en México	Pág.96
2.7	El impacto de las tecnologías de la información y comunicación en las organizaciones	Pág. 98

---

## Capítulo 3

### El sector salud en México

**Objetivo:** *Analizar objetivamente el sector salud en México presentando un diagnóstico de su situación actual y futura en el ámbito sanitario, económico, tecnológico y social.*

3.1	Sistema Nacional de Salud	Pág.102
3.2	Aspecto demográfico	Pág.104
3.3	Aspecto sanitario	Pág.109
3.4	Aspecto financiero	Pág.114
3.5	Aspecto infraestructura	Pág.117
3.6	Aspecto profesional, científico y tecnológico	Pág.127
3.7	El reto de la equidad	Pág.131
3.8	El reto de la calidad	Pág.133
3.9	El reto de la protección financiera	Pág.136

---

## Capítulo 4

### Antecedentes de telemedicina

**Objetivo:** Entender el concepto de telemedicina, las razones para su utilización, sus antecedentes, el desarrollo que ha tenido y las experiencias reales implementadas o en vías de ejecución en otros países.

4.1	Concepto de telemedicina	Pág.139
4.2	Concepto de telesalud	Pág.144
4.3	Objetivos de la telemedicina	Pág.145
4.4	Áreas o ámbitos de actuación de la telemedicina	Pág.145
4.5	Historia de la telemedicina	Pág.147
4.6	Desarrollo de la telemedicina en el mundo	Pág.152
4.7	Razones para su uso	Pág.173

---

## Capítulo 5

### Tecnologías de información y telecomunicaciones en telemedicina

**Objetivo:** Identificar y evaluar las tecnologías de comunicaciones y de información en los sistemas de atención médica.

5.1	Redes	Pág.179
5.2	Métodos de compresión y codificación de datos	Pág.201
5.3	Normalización de las comunicaciones en medicina	Pág.205
5.4	PACS (Picture Archiving and Communications Systems)	Pág.212

---

## Capítulo 6

### Aplicaciones de telemedicina

**Objetivo:** *Identificar y analizar las aplicaciones de la telemedicina en el ámbito clínico, administrativo y educativo, tanto en el presente como en el futuro cercano.*

6.1	Procesos asistenciales	Pág.222
6.2	Procesos de apoyo a la continuidad asistencial (gestión de pacientes y administración)	Pág.225
6.3	Servicios de información a ciudadanos	Pág.228
6.4	Servicios de información y formación a profesionales	Pág.230
6.5	Aplicaciones específicas	Pág.232

---

## Capítulo 7

### Beneficios de la telemedicina

**Objetivo:** *Identificar los beneficios sanitarios, científicos, económicos, informativos y formativos como sociales de un programa de telesalud.*

7.1	Ámbito sanitario	Pág.238
7.2	Ámbito científico	Pág.242
7.3	Ámbito de gestión	Pág.243
7.4	Ámbito económico	Pág.244
7.5	Ámbito social	Pág.245
7.6	Ámbito formativo	Pág.245
7.7	Ámbito informativo	Pág.246



---

# Capítulo 8

## Evaluación de proyectos de telemedicina

**Objetivo:** *Presentar los aspectos que tienen que ser evaluados en un proyecto de telemedicina.*

8.1	Descripción general del estudio de evaluación	Pág.252
8.2	Descripción de los métodos empleados en la evaluación	Pág.254
8.3	Descripción del proyecto de telemedicina	Pág.255
8.4	Estudio de factibilidad	Pág.256
8.5	Plan de desarrollo de la evaluación	Pág.286
8.6	Ejecución y Control del Proyecto	Pág.287

---

# Capítulo 9

## Diseño y desarrollo de una plataforma tecnológica de telemedicina

**Objetivo:** *Diseñar y desarrollar un proyecto de telemedicina que abarque el telediagnóstico, la teleducación y la telegestión médica para unidades médicas de primer nivel de atención en México bajo la plataforma de comunicación más conveniente.*

### 9.1 Descripción del Proyecto de Telemedicina

a) Antecedentes	Pág.289
b) Marco de referencia o de desarrollo	Pág.290
c) Definición del Problema	
• Efectos	Pág.292
• Causas	Pág.293
• Justificación	Pág.298
• Beneficiario	Pág.300
• Requisitos de la solución	Pág.303
d) Objetivo general	Pág.305
e) Objetivos específicos	Pág.305
f) Búsqueda de alternativas	Pág.306
• Ventajas	Pág.307
• Desventajas	Pág.307

9.2	Estudio de Factibilidad	
	a) Ámbito clínico ó análisis de mercado	Pág.308
	b) Análisis técnico operativo	Pág.312
	c) Estudio económico	Pág.324
	d) Análisis de gestión organizativa	Pág.329
	e) Aspectos de impacto a ser evaluados	Pág.344
	f) Evaluación económica	Pág.349
9.3	Alcance del Proyecto	
	a) Definición del Alcance del Proyecto	Pág.351
9.4	Metodología	
	a) Análisis	Pág.358
	b) Diseño	Pág.363
	c) Desarrollo	Pág.375
	d) Pruebas e Implementación	Pág.382
9.5	Planeación	
	a) Guía de Planeación	Pág.387
9.6	Conclusiones	Pág.388

---

## Anexo A.

Diagrama Entidad-Relación de la Base de Datos del Expediente Clínico Electrónico.

## Anexo B.

Programa de Actividades para el Desarrollo de la Plataforma de Telemedicina.

# Introducción

---

En el último cuarto del siglo XIX, algunos países como Estados Unidos y Alemania articularon la capacidad para convertir en negocios altamente redituables los avances científicos de su época creando productos originales con un alto impacto en la sociedad. El capítulo 1 presenta un análisis de cómo se gestó el desarrollo científico y tecnológico del siglo XX y como los gobiernos de algunos países han reforzado este proceso de negocios con nuevos avances en el conocimiento con la creación de una infraestructura nacional de ciencia y tecnología, siendo los parques científicos tecnológicos una muestra del interés de seguir alimentando dicho proceso. En este apartado se presentan los casos de éxito más relevantes de parques tecnológicos en el mundo. La razón para hablar de este tema es tratar de concientizarnos que el conocimiento es ahora el principal recurso de las naciones para la generación de riqueza.

Nos encontramos en los albores del tercer milenio y en el seno de lo que se ha dado en denominar la “ Sociedad de la Información” , precisamente por la amplia presencia y contribución de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en todos los campos de nuestra actividad, por ello la importancia de tratar el tema en el capítulo 2, donde se presenta la situación mundial y nacional de este sector, y el impacto que está teniendo el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en las organizaciones .

---

En la última década, los importantes cambios sociales, políticos y económicos en las sociedades están condicionando la evolución de los modelos sanitarios y asistenciales tradicionales. Aunado al terreno demográfico, en donde México experimenta dos procesos de enorme transición. El primero es una disminución de la mortalidad general e infantil, que en combinación con un descenso acelerado de la fecundidad ha producido el envejecimiento de la población, es decir, el aumento de la proporción de personas de mayor edad en la estructura poblacional. Son justamente estas personas las que, además de demandar pensiones, experimentan procesos de enfermedad que requieren de una atención más compleja.

El segundo proceso es la acelerada y desordenada urbanización del país que ha generado nuevos riesgos a la salud, al tiempo que ha acercado a las personas a los núcleos de población en donde se concentran los recursos médicos. No obstante, la dispersión poblacional en las zonas rurales se ha mantenido.

Estos cambios demográficos tendrán una influencia muy importante en las condiciones de salud de los mexicanos y en la demanda de servicios que hará necesaria una nueva concepción de la asistencia sanitaria en la que las tecnologías de información y telecomunicaciones juegan un papel importante.

En el capítulo 3 “Situación Actual del Sector Salud” se discuten los grandes retos a los que se enfrenta nuestro Sistema Nacional de Salud: la desigualdad (social, regional, desempeño heterogéneo y trato inadecuado) en las condiciones de salud; los problemas de calidad de los servicios (escasa evaluación y certificación de hospitales y baja calidad percibida); y los problemas en materia de protección financiera (3 millones de hogares mexicanos gastan 30% o más de su ingreso disponible al año en salud además existen inequidades en el financiamiento público para la salud).

---

Tras una breve descripción del entorno nacional e internacional, se describen las condiciones de salud prevalentes en el país y su distribución entre entidades federativas, áreas rurales y urbanas, y grupos socioeconómicos. En seguida se presenta una evaluación de la calidad con la que se están prestando los servicios de salud. También se hace un diagnóstico de los niveles de protección financiera con los que cuentan los mexicanos. Este capítulo concluye con un diagnóstico del sistema en sus cuatro funciones esenciales: prestación, financiamiento, generación de recursos y rectoría.

Las tecnologías de la Información y Comunicaciones en los aspectos relacionados con la salud y el bienestar de las personas, desempeñan una función principal: asistir y no sustituirla. Es aquí donde la telemática, disciplina que nace de la convergencia entre las telecomunicaciones y la informática y cuyo campo de estudio son los aspectos relacionados con la transmisión, el procesamiento, el almacenamiento y la utilización de información adquiere una fuerte importancia y un potencial de gran impacto en el futuro de la medicina, habilitando una nueva forma, práctica y efectiva llamada telemedicina, de hacer llegar a más gente la medicina de siempre.

En el capítulo 4 "Antecedentes de la telemedicina" se explica el concepto de telemedicina, el cual es muy amplio y tiene unos límites que no están claramente definidos. En general, se acepta que Telemedicina es algo así como "medicina a distancia" o más concretamente "utilizar las nuevas tecnologías informáticas y de telecomunicaciones para poder ofrecer una atención al paciente allí donde se encuentre". Este capítulo contiene algunos antecedentes históricos sobre el desarrollo de la telemedicina como también un conjunto de referencias de experiencias de telemedicina abordadas tanto a nivel nacional como internacional. No se ha pretendido en este capítulo ser exhaustivo, sino más bien mostrar brevemente una perspectiva que pudiera reflejar el "estado del arte" en esta materia. Además se explican los ámbitos en los cuales pudiera aplicarse el uso de la telemedicina y las razones para su utilización.

---

En el capítulo 5 “Tecnologías de telemedicina” se explican los conceptos tecnológicos que sirven de base para acometer los proyectos de Telemedicina. No hay que olvidar que, si bien este tipo de proyectos va más allá de la simple aplicación de la informática y las telecomunicaciones al mundo sanitario, la disponibilidad de un nivel adecuado de equipos y sistemas informáticos y redes de comunicaciones es condición necesaria para avanzar en Telemedicina.

En el capítulo 6 “Aplicaciones de la telemedicina” se abordan las tres aplicaciones principales de la telemedicina: clínica, administrativa y educativa así como aplicaciones específicas del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones como las teleconsultas, monitoreo de signos vitales; teleradiología y ultrasonido; telepatología; teledermatología; telecardiología y otras más.

Con la aplicación de la informática y las telecomunicaciones a la sanidad, se logran múltiples beneficios, tema del capítulo 7, como el llevar la sanidad al ciudadano, proporcionando a los pacientes una atención sanitaria de calidad independientemente de donde se encuentren y reduciendo las barreras en el acceso a los servicios sanitarios; fomentando así la equidad y universalidad del servicio. También se logra acercar al ciudadano al sistema sanitario, favoreciendo la continuidad de la atención entre los niveles asistenciales y reduciendo los condicionantes administrativos que dificultan la prestación de una atención más ágil; se potencia con ello la eficiencia en el sistema.

Así mismo, las tecnologías de información y telecomunicaciones pueden convertirse en un instrumento inestimable para aumentar la formación de nuestros profesionales y elevar los niveles de conocimiento de la población en cuanto a la prevención de enfermedades.

---

El capítulo 8 “Evaluación de Proyectos de telemedicina” aborda la forma como deben estructurarse proyectos de telemedicina; la manera de medir la viabilidad técnica, socio-económica y clínica de diferentes sistemas de telemedicina que nos permita la identificación clara de las soluciones eficientes y no eficientes. También se tratan los aspectos legales que se deben estudiar por el uso de la telemedicina

En el último Capítulo, el número 9, presenta el desarrollo de una plataforma tecnológica de telemedicina. En este apartado, netamente técnico, se explican las diferentes tecnologías de la información y telecomunicaciones y la metodología empleada para la construcción de dicho sistema telemático que trata de posibilitar el intercambio de información clínica y médica independientemente de la localización del paciente o del profesional médico. Así como también permitir la colaboración entre profesionales e instituciones sanitarias para optimizar la utilización de recursos. Al igual que el acceso remoto a información y conocimientos médicos actualizados.



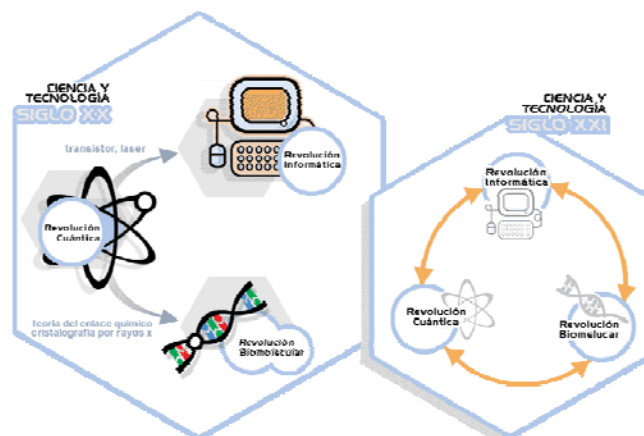
## Generación de riqueza en el siglo XXI

**E**n el último cuarto del siglo XIX, algunos países como Estados Unidos y Alemania lograron articular una gran capacidad para convertir en negocios los avances científicos de su época -como la electricidad, la termomecánica y la metalurgia- creando productos originales con un alto impacto en la sociedad. La ventaja resultante de este proceso transformó a estas naciones en líderes, posición que han mantenido, debido a la práctica de convertir avances científicos en negocios altamente redituables.

Los gobiernos de estos países han reforzado este proceso con la creación de una infraestructura nacional de ciencia y tecnología, siendo los parques científico tecnológicos una muestra del interés de seguir alimentando el proceso de negocios con nuevos avances en el conocimiento.

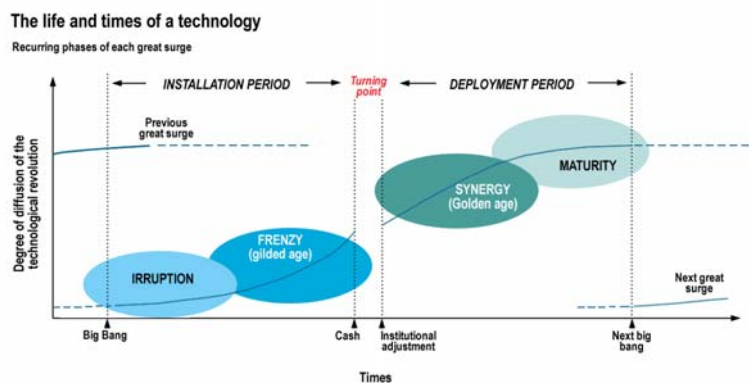
## 1.1 La ciencia y la tecnología en el siglo XXI

Con el siglo XX, llegó el fin de una época, que desentrañó los secretos del átomo, desenmarañando la molécula de la vida y creando la computadora electrónica. Con estos descubrimientos fundamentales, desencadenados por la revolución cuántica, la revolución del ADN y la revolución informática, se resuelven finalmente, en lo esencial, las leyes fundamentales de la materia, la vida y el cálculo (Figura 1).



**Figura 1.** La ciencia y la tecnología en el siglo XX y XXI.

Sin excepción, todas las tecnologías señaladas para encabezar el siglo XXI están profundamente arraigadas en las revoluciones cuántica, informática y biomolecular. Toda tecnología tiene ciclos similares y se ajusta a una curva característica, la cual está compuesta por dos períodos consecutivos de vida. (Figura 2)<sup>1</sup>. El primero, llamado período de instalación caracterizado por la exploración de la tecnología, dónde ingenieros, emprendedores e inversionistas buscan las mejores oportunidades creadas por el bing bang tecnológico, tal como ocurrió con el automóvil modelo T de Ford en 1908 y el primer microprocesador de Intel en 1971.



**Figura 2.** Curva de vida de una tecnología

<sup>1</sup> Fuente: "Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages" University of Sussex, 2002.

Esta etapa de la curva es llamada período gilded, el cual se caracteriza por la existencia de logros financieros que atraen capitales que conducen a un fenómeno conocido como burbuja.

El segundo período de la curva es conocida como de despegue, la cual es considerada una etapa en donde las ganancias rápidas ya se han llevado a cabo, y ahora los inversionistas prefieren invertir su dinero en una economía real. Las empresas de la nueva economía empiezan a ser más grandes y más lentas. El énfasis ya no está más en el desarrollo de la tecnología, ahora el objetivo es hacerla fácil de usar, confiable y segura. Esta etapa es conocida como la etapa dorada de la tecnología la cual penetra a todas las etapas de la tecnología.

Estas dos etapas de vida de cualquier revolución tecnológica están separadas por un punto de cambio, un tiempo crucial para realizar elecciones que determinan que tanto una revolución tecnológica llevara a cabo sus promesas.

En el contexto actual de rápidos cambios y competencia intensa, la innovación de nuevos productos de alto valor agregado se ha vuelto una necesidad de supervivencia, los países y las empresas que lo han entendido así, han invertido en actividades de investigación y desarrollo, lo que incluye la formación de personal y de servicios tecnológicos necesarios.

La capacidad de aportar novedades al mercado, constituye ahora una de las pocas fuentes de diferenciación de la competencia. La ciencia y la tecnología ha tenido siempre grandes repercusiones sobre la riqueza de las naciones y sobre nuestro nivel de vida. Muchas naciones y empresas lo han entendido y han otorgado gran importancia a las tecnologías que pueden darles ventaja competitiva en el mercado global.

Países como España, y Corea, que en los 70 exhibían condiciones de falta de desarrollo y competitividad similares a las de México, tomaron la decisión de incrementar apreciablemente su inversión en ciencia y tecnología, favoreciendo un ambiente de

creación de negocios de base tecnológica. Como resultado de ello, sus economías muestran ya claros signos de solidez creciente.

Algunas naciones han preparado listas de tecnologías clave que actuarán como motores de la riqueza y prosperidad en este nuevo siglo, producidas éstas, por la sinergia entre las revoluciones científico tecnológicas del siglo XX. Una de esas listas se presenta a continuación, producto de la intersección con otros campos de investigación:

1. Biomateriales interactivos: producto de la intersección del cómputo cognitivo, de los materiales ligeros y de la genética. Está área de investigación tendrá por objetivo desarrollar dispositivos que serán introducidos en el interior del cuerpo humano para monitorear su salud y controlar los problemas que se llegaran a suscitar.
2. Fuentes alternas de energía: las reservas mundiales de petróleo producen aproximadamente el 40 por ciento de la energía mundial, las cuales comenzarán a agotarse probablemente a comienzos del siglo XXI. Hay unos tres billones de barriles de reservas probadas y probables, de los que el 77 por ciento está localizado en los países de la OPEP, con el 65 por ciento en el golfo Pérsico. El costo del petróleo aumentará a medida que resulte más difícil recuperar y refinar este crudo. Salvo que se produzcan nuevos descubrimientos importantes, el precio del petróleo aumentará hacia el 2020<sup>2</sup>. Hacia el 2040, el precio del petróleo será prohibitivo, con la posibilidad de precipitar quizá una crisis económica mundial a menos que se tomen pronto medidas para impedirlo. Aunque es imposible predecir el año exacto en que todo esto comenzará, es inevitable que en un futuro no muy lejano los combustibles fósiles sean demasiado caros para alimentar la industria.

---

<sup>2</sup> La fecha está sujeta a no pocas incertidumbres; por ejemplo, el descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo y la tasa futura de consumo de petróleo, que en ningún caso pueden calcularse con exactitud.

Al mismo tiempo que el costo del petróleo aumente, la demanda de energía continuará creciendo, impulsada en gran medida por la industrialización de extensas zonas del tercer mundo. Se espera que el consumo mundial de energía se triplique antes del 2040, pasando de 10 a 30 billones de vatios (aun suponiendo grandes ganancias en eficiencia energética).

Por lo anterior, los criterios que deberá cumplir cualquier fuente de energía para el siglo XXI es el de ser barata, inagotable e ilimitada. En los próximos años los combustibles fósiles serán cada vez más escasos y prohibitivamente caros.

Plantas biológicas productoras de combustibles alternativos podrían hacer su aparición, producto de la administración ambiental, la biomanufactura y los combustibles alternativos.

La teoría cuántica también ejercerá una poderosa influencia en el próximo siglo, especialmente en el área de la producción de energía. ¿Cuáles serán las fuentes alternativas de energía inagotable en el futuro?

Los físicos consideran tres posibilidades:

- Energía de fusión
  - Reactores reproductores
  - Energía Solar
3. Biónica: resultado de la biomanufactura, de los sensores y la energía cinética, la biónica buscará reemplazar partes del cuerpo con sistemas artificiales.
  4. Manufactura molecular: el objetivo de esta área de investigación será el de construir complejas estructuras átomo por átomo mediante máquinas moleculares que puedan manipular átomos. La teoría cuántica está brindando

esa capacidad de fabricar máquinas del tamaño molecular, inaugurando con ello una clase totalmente nueva de máquinas con propiedades sin precedentes llamada nanotecnología.

Un ejemplo del posible uso de éstas máquinas moleculares podría ser el destruir microbios infecciosos, matar las células de tumores una a una, patrullar por nuestro flujo sanguíneo y eliminar la placa de nuestras arterias, limpiar el entorno devorando residuos peligrosos, reparar células dañadas e invertir el proceso de envejecimiento, así como construir supercomputadoras del tamaño de átomos.

Nuestro conocimiento molecular del desarrollo de la célula estará tan avanzado que podremos desarrollar órganos enteros en el laboratorio, incluidos hígados y riñones.

5. Genotipo: El objetivo será comprender las enfermedades y los rasgos poligénicos, es decir, aquellos que suponen la interacción compleja de múltiples genes para resolver algunas de las enfermedades crónicas más apremiantes a las que se enfrenta la humanidad, entre ellas las enfermedades cardíacas, la artritis, las enfermedades autoinmunitarias, la esquizofrenia, entre otras.

Muchas enfermedades genéticas podrían ser eliminadas inyectando células de la gente con el gen correcto. Dado que hoy está quedando patente que el cáncer es una serie de mutaciones genéticas, amplias clases de cáncer podrían tener cura al fin, sin cirugía ni quimioterapia invasivas.

6. Ciencia combinacional: combinando análisis avanzado y cómputo masivo se acortaran los tiempos de administración de enormes cantidades de información.

7. Cognitronics: en muchos laboratorios de universidades y centros de investigación se están desarrollando las primeras interfaces entre computadoras y el cerebro humano.

Algunos científicos ven una convergencia de las tres revoluciones a medida que la teoría cuántica nos dé circuitos de transistores y máquinas enteras del tamaño de moléculas, lo que nos permitirá duplicar los patrones neuronales del cerebro en una computadora.

8. Computadora cuántica: las leyes de hierro de la física cuántica son claras: el principio de la ley de Moore, que, como un oráculo, ha predicho acertadamente el crecimiento de la potencia de los microprocesadores, no puede durar mucho más.

Los físicos no tardarán en toparse con la famosa barrera del punto uno: los componentes de silicio no pueden menguar por debajo de 0,1 micrón de tamaño. Una vez que llegemos a ese límite científico, será preciso introducir tecnologías totalmente nuevas para grabar transistores cada vez más minúsculos en láminas de silicio. Los microchips deberán fabricarse tan pequeños como el filamento de una molécula de ADN. Antes o después, los elementos del microchip llegarán a ser tan pequeños que alcanzarán el tamaño de moléculas, en las que prevalecen las singulares leyes de la física cuántica.

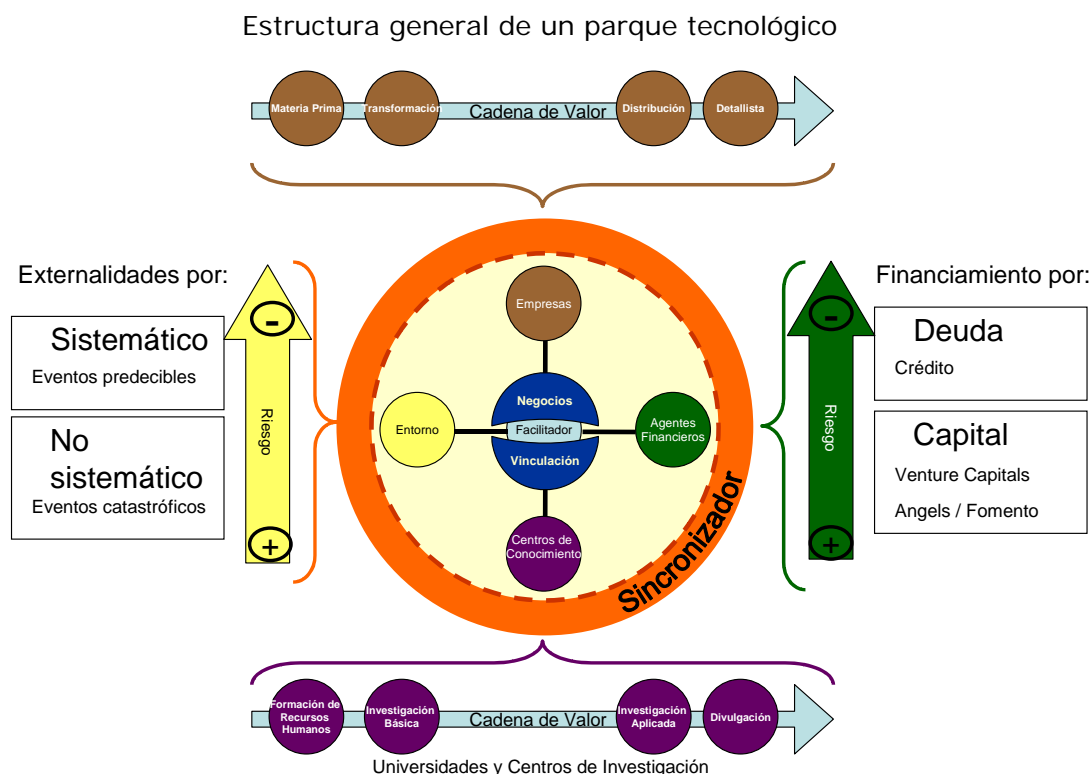
Algunos visionarios han escrito acerca de computadoras ópticas, que computan basándose en rayos danzantes de luz láser, y de computadoras moleculares, que efectúan cálculos basándose en los propios átomos. Sorprendentemente, se han fabricado ya computadoras de ADN que pueden resolver problemas en matemáticas con mayor rapidez que los supercomputadoras. Otros visionarios hablan de la computadora cuántica, quizá la máquina informática definitiva.

## 1.2 Análisis del parque tecnológico

Por todo el mundo han aparecido infraestructuras tecnológicas complementarias a los espacios industriales convencionales y a las instituciones dedicadas a transferir los conocimientos adquiridos a la sociedad.

De acuerdo a los criterios establecidos por la Internacional Association of Science Parks (IASP), el concepto genérico de parque, que englobaría tanto a los parques científicos como tecnológicos, sería el de un proyecto dotado de un espacio físico, que tiene relaciones con universidades, centros de investigación u otras instituciones de educación superior, y que ha sido concebido para fomentar la creación o instalación de industrias innovadoras basadas en la tecnología.

Podemos entender la creación, desarrollo y desempeño de un parque tecnológico delimitando una serie de 7 factores comunes a todos estos, que han agilizado y fomentado el florecimiento de negocios de base tecnológica, los cuales podemos ver como interactúan en la figura siguiente y que a continuación se describen:





1. **Agentes financieros:** Aquí podemos distinguir 4 entidades de financiamiento 1) Entidades que invierten su capital como instituciones de capital de riesgo, bolsa, entidades públicas e internacionales. 2) Entidades que brindan préstamos, pagarés, bonos como los bancos, el gobierno e instituciones de fomento. 3) Inversionistas que arriesgan su capital para obtener un rendimiento y hacer posible el negocio 4) Aavales, personas que arriesgan bienes y se ofrecen como deudores solidarios para créditos, fianzas entre otros.
2. **Empresas:** organizaciones con problemas actuales y/o futuros, así como la existencia de emprendedores con inquietudes que quieren hacer negocios aprovechando oportunidades.
3. **Centros de conocimiento:** instituciones que desarrollan el conocimiento técnico-científico para solucionar problemas que tienen potencialmente una aplicación a mercado, estas pueden pertenecer a las empresas, ser independientes o ser áreas de investigación dentro de las universidades.
4. **Entorno:** compuesto por entidades que promueven la creación del parque, las cuales pueden ser asociaciones, cámaras o el mismo gobierno, el cual establece un marco legal que facilite y promueva los negocios de base tecnológica mediante la protección a la propiedad intelectual, otorgando incentivos fiscales y apoyos extraordinarios y estableciendo mecanismos regulatorios.
5. **Facilitador o visionario:** aquella entidad, que ayuda a las empresas a descubrir oportunidades de negocio en la innovación. Ésta tiene una clara visión del futuro y lo promueve.
6. **Vinculación de capacidades:** una entidad capaz de localizar capacidades técnicas y humanas para ponerlas a disposición de un proyecto. Suelen ser las mismas universidades, institutos o centros de investigación.

**7. Negocios:** Consultores especializados en la búsqueda, análisis, diseño y protección de nuevas oportunidades de negocio

Los primeros parques se crearon a mediados de los años cincuenta en Estados Unidos. Los tres primeros fueron el Stanford Research Parck o "Sillicon Valley" en California, el Research Triangle Park en Carolina del Norte y el University Science Center en Filadelfia.

Los objetivos estratégicos que guiaron a estos primeros parques y que inspiraron a los que les siguieron fueron tres:

1. Conseguir ingresos extra por parte de las universidades a través del desarrollo inmobiliario de los terrenos en donde se ubicaba el parque.
2. Atraer centros de I+D de grandes empresas.
3. Aprovechar la capacidad científica de las universidades como factor de generación de nuevas actividades económicas.

Los parques tecnológicos se han convertido en uno de los instrumentos más utilizados en las estrategias de desarrollo económico/tecnológico de muchos países, regiones y ciudades en todo el mundo.

En la actualidad hay más de quinientos parques en todo el mundo, que bajo diversas denominaciones encajan en la definición dada por la IASP. Por áreas geográficas, se distribuyen de la siguiente forma:

- Europa: 210
- Norteamérica: 160
- Asia: 80
- Rusia: 15

- Australia: 15
- América del Sur: 10
- África: 5

En Estados Unidos, el modelo de parque tecnológico empleado es el de Stanford. Los estados que pueden considerarse líderes por la importancia que en ellos tienen los parques, atendiendo al número de personas que emplean son: California con 60,000 personas, Carolina del Norte con 57,000, Nueva York con 27,000 y Alabama con 25,000 personas.

En Europa hay dos países – el Reino Unido y Francia- que por su número de parques, más de cincuenta cada uno, dominan claramente el panorama europeo. Después se situarían en un segundo nivel, con más de diez parques cada país, Finlandia, Italia, Suecia y España; y, con menos de diez, Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Noruega y Suiza.

En el Reino Unido el concepto de parque se importa de Estados Unidos a finales de los años sesenta y principios de los setenta: el primero fue el de *Heriot-Watt University Research Park* en Edimburgo; el segundo fue el de la Universidad de Cambridge en 1970.

En Francia, igual que en el Reino Unido, el concepto de parque empieza a desarrollarse en los sesenta. Los primeros son el *Park Euromedicine* en 1965, el *Marcel Dassault-La Lauze* en 1966 y *Sophia Antipolis* en 1969.

En Rusia el concepto de parque es muy reciente, concretamente de 1988. La Universidad de Moscú fue la primera en tener la iniciativa, seguida de la de San Petersburgo.

Actualmente hay unos veintiséis tecnoparques operativos. Los parques rusos proporcionan espacio y servicios de consultoría para *start ups*.

Asia, China, Taiwán, Japón, Corea, Singapur, Malasia y la India han sido los países asiáticos que más decididamente han apostado por los parques como instrumentos de desarrollo económico y tecnológico. Podemos distinguir entre los países que, por una parte, cuentan con un parque especialmente emblemático, aunque no tiene por qué ser el único, como podría ser el caso del *Hsin Chu* en Taiwán, o el de Singapur; y, por otra, aquellos países como China y Japón con una política planificada y sistemática de desarrollo de parques.

China desarrolló su primer parque científico en 1985, el *Shenzen Science Park*. En 1988 el gobierno chino diseñó un programa denominado *Torch* para el fomento de empresas de alta tecnología y en el que establecía el desarrollo de 52 parques en todo el país.

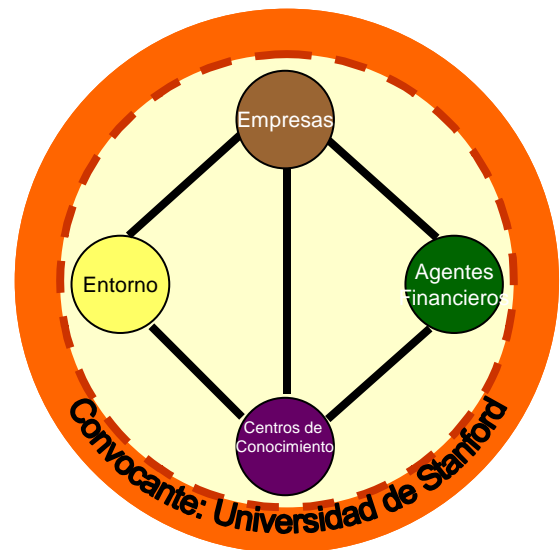
Dadas las especiales características de la economía china, sus parques generalmente están planificados por un ente central y no suelen estar vinculados a universidades, sino a centros de I+D.

Como hemos visto, los parques tecnológicos han proliferado con diferentes nombres y una gran variedad de enfoques. A continuación se presentan unos casos de éxito de parques tecnológicos.

## 1.3 Casos de éxito de parques tecnológicos

### Silicon Valley: "terreno fértil"

Silicon Valley nace como una necesidad de generar empleos para los graduados de la Universidad de Stanford que emigraban principalmente a la industria de la radio localizada en la costa este de los Estados Unidos. Frederick Terman, profesor de Stanford, propuso establecer la nueva tecnología de la radio localmente para generar empleos.



**Figura 4.** Estructura de Silicon Valley

Uno de sus primeros pasos fue llamar a dos de sus mejores graduados, William Hewlett y David Packard, fundadores de Hewlett-Packard Company. Terman motivaba también a los graduados de Stanford a empezar sus propias compañías.

Muchos han sido los países que han intentado replicar el modelo de Silicon Valley, pero ninguno ha logrado tal éxito, basado en la conjugación de una serie de factores como tecnologías emergentes, medios y capacidades disponibles (Universidad de Stanford), y madurez financiera (actualmente hay una gran cantidad de firmas y fondos corporativos de capital de riesgo que financian la innovación), todo lo cual permitió el establecimiento de un terreno fértil para la creación de la industria de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC). Silicon Valley es un ejemplo tácito de la actitud emprendedora que ha llegado a constituir empresas de talla mundial como HP-Compaq, Intel, Cisco, Apple, Oracle, Yahoo, PeopleSoft, American On Line, Sun Systems, 3COM y ADOBE entre otras. Stanford, la Red de Emprendedores, el Software Development Forum y el Club Churchill participan en la generación de la oferta y la demanda de negocios. En la incubación de empresas

participa también Stanford, un conjunto de empresas y la incubadora de negocios internacionales.

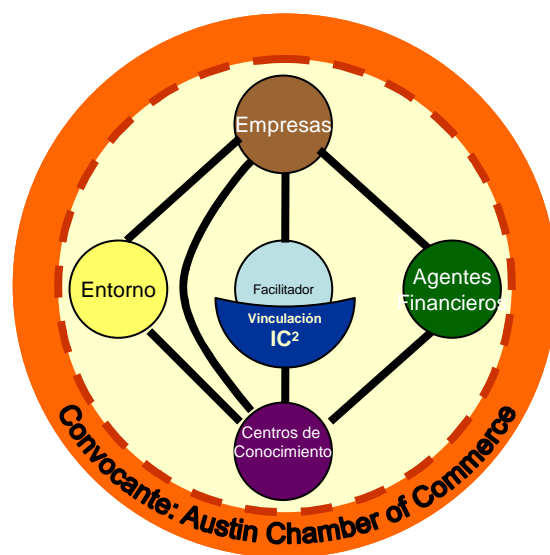
Silicon Valley es la comunidad que más puestos de trabajo ofrece en empresas tecnológicas en Estados Unidos, pues da trabajo a un 30% de total de la población activa con la más tasa de valor agregado por hora de trabajador. De este porcentaje unos 6,000 son doctores de primer nivel.

Actualmente existen 719 centros de investigación, 40 de ellos son líderes mundiales, cada año se crean de 15 a 20 empresas de alto valor agregado, 25% de los profesores de Stanford han tenido experiencia en una empresa del Silicon Valley, logrando con ello eficiencia en la investigación.

La Universidad de Stanford, los agentes financieros, el entorno y las empresas han colocado al estado de California como la quinta economía mundial y como el estado con mayor captación de capital de Estados Unidos (por cuatro veces). NASDAQ representa el equivalente al 80% de todo lo invertido en capital de riesgo en Europa.

## 2) Austin: “unión de esfuerzos”

Texas hasta los años 80 se encontraba ligada estrechamente a la explotación de petróleo y a una economía sostenida por la agricultura. A partir de 1957, la necesidad de diversificar la economía de la región y cambiar su imagen, provocó innumerables cambios que propiciaron que diversas empresas de tecnología decidieran establecer filiales en la ciudad de Austin, Texas, conjuntamente con diversas iniciativas, tanto de gobierno como de las mismas empresas lo cual



**Figura 5.** Estructura de Austin

provocó que de forma natural la ciudad se convirtiera en un parque tecnológico.

El logro de los cambios en la región supuso un apoyo significativo del gobierno de la ciudad de Austin, en particular el "Austin City Council" hizo una oferta a las empresas con alto desarrollo tecnológico que consistía en: tierra, puestos en UT-Austin (University of Texas – Austin) y bajas tasas de interés para la adquisición de inmuebles a través de hipotecas. La oferta logró el establecimiento de más de 10 empresas de alta tecnología y la atracción de más de ellas gracias a la promoción generada por la Cámara de Comercio de Austin.

El crecimiento de la región se hizo de forma acelerada, las empresas comenzaron a recibir apoyo en la transferencia tecnológica a través de UT-Austin, la cual recibió donaciones de diversos medios para convertirse en una universidad reconocida en el campo de investigación y desarrollo. Del crecimiento de UT-Austin se crearon instituciones y centros de investigación que lograron generar una vinculación entre empresas, universidad y entidades de gobierno que finalmente lograron atraer una inversión sostenida a la región en capitales y un crecimiento sostenido igualmente de las empresas.

Surgieron nuevas oportunidades de negocio y se creó una incubadora para los mismos (Austin Technology Incubator - ATI) que, a través del Innovation Creativity an Capital Institute "IC2", lograron generar empresas como Dell y dar un apoyo a los emprendedores de la región.

La generación de nuevas empresas y el crecimiento sostenido de las ya establecidas para el año 2000, generó un crecimiento en empleos del 4% anual, se obtuvo una atracción de capitales de alrededor de los \$7,000 MDD y la creación de 1,700 compañías.

### 3) Stuttgart: "una gran incubadora de pequeñas empresas catalizada públicamente"

El parque virtual PUSH<sup>3</sup>, se generó ante la escasez de crecimiento industrial de la zona capitalina de ese estado y la falta de empleo, durante 1998. En su generación se ve involucrada la empresa WRS GmbH<sup>4</sup>, que desarrolló la idea de un organismo ágil generador de microempresas de alto valor tecnológico, que se ve catalizada después de ganar el concurso de fondos públicos EXIST organizado por BMBF<sup>5</sup>.

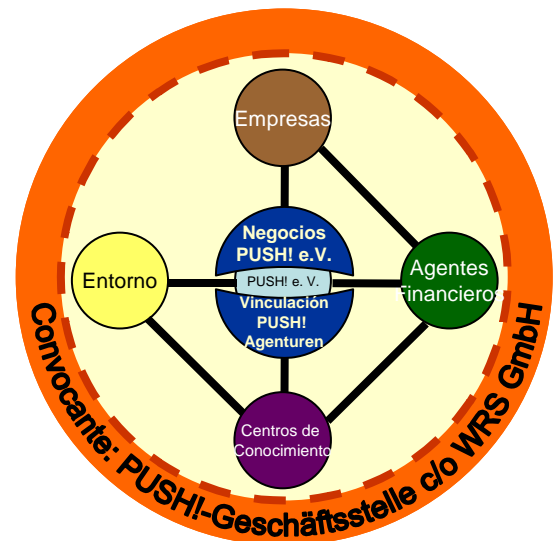


Figura 6. Estructura de PUSH

Las dos entidades anteriores proporcionan los fondos iniciales para el funcionamiento del parque, que está organizado alrededor de un organismo central PUSH! e.V., que funciona como enlace entre los emprendedores con ideas maduras y los negocios. El parque contiene agencias PUSH! (PUSH! Agenturen), que integran a todos los centros de investigación de las Universidades de Stuttgart, Hohenheim, Nürtingen y Esslingen, así como a los institutos privados como el Instituto Fraunhoff y el Instituto Max-Planck, además de coordinarlos y vincularlos con los emprendedores con buenas ideas, para así madurarlas. Los miembros del parque (empresas generadas, institutos de investigación, entidades de fomento, bancos y emprendedores) pagan anualmente una cuota por pertenecer a él.

<sup>3</sup> PUSH - Partnernetz für Unternehmensgründungen aus Stuttgarter Hochschulen (Red de socios de fundación de negocios a partir de las escuelas de nivel superior de Stuttgart).

<sup>4</sup> WRS - Wirtschaftsförderung der Region Stuttgart (Fomento de la economía de la región de Stuttgart)

<sup>5</sup> BMBF - Bundes Ministerium für Bildung und Forschung (Ministerio Estatal para la formación y la investigación)



Las agencias PUSH! toman las buenas ideas de los emprendedores y les dan forma, y posteriormente PUSH! e.V. las aterriza para convertirlas en negocios rentables.

Debido a la naturaleza del parque se logró dar pertinencia a la investigación de las agencias PUSH!, así como darles a las empresas generadas la posibilidad de existir. El gobierno logró fomentar la investigación y el desarrollo. Las instituciones financieras públicas se beneficiaron por el desarrollo industrial de la región, a través de empresas pequeñas de alto valor agregado, mientras que las privadas, de venture capital, se beneficiaron por la generación de rendimientos de las empresas apoyadas.

#### 4) Madrid: “vivero comunitario de empresas”

A partir de 1995 la ciudad de Madrid, como capital de España comenzó a mostrar un crecimiento en su economía. Para 1997 el crecimiento de la actividad económica de Madrid se caracterizó por seguir un curso que empezó con un crecimiento significativo del sector exterior, seguido de un aumento en la inversión. Estos factores, unidos a un crecimiento relativo del empleo, se transformaron en un relanzamiento del consumo en la región.

Para conseguir que el crecimiento de la región que la creación y sostenimiento de las empresas de base tecnológica son prioritarias para este fin, se creó la “Comunidad de Madrid”, definida como una red de trabajo y cooperación de las universidades y centros públicos de investigación, asociaciones y otras entidades públicas y privadas vinculadas a la I+D+I.



**Figura 7.** Estructura del vivero virtual de empresas de Madrid

La Comunidad y el gobierno generaron esquemas que promovieran la formación y difusión de actividades vinculadas a la I+D. Los principales logros obtenidos fueron la instauración de un Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica (PRICIT) y una Ley de Fomento de la Investigación Científica y la Innovación Tecnológica.

La Comunidad de Madrid poco a poco se fue integrando por miembros de los tres sectores (empresa, academia y gobierno), en los que el papel fundamental de la Comunidad fue la de convocar a la generación de crecimiento de las empresas que tenían base tecnológica y la creación de nuevas empresas de la misma base aunque enfocadas a los diversos sectores industriales (agrícola, alimenticia, tecnología, científica, etc.). Las empresas tienen el papel de proporcionar asesoría a los emprendedores para la creación de empresas nuevas con proyectos viables, las universidades se han enfocado a lograr que exista una alta transferencia tecnológica a las empresas tanto nuevas como existentes y el gobierno se encarga de proveer de apoyos financieros para la creación de empresas y permitir un crecimiento tecnológico en las existentes a través de fondos, que en su mayoría son obtenidos de la inversión de la Comunidad Europea en la región.

Para lograr la creación de las nuevas empresas se creó el Vivero Virtual de Empresas de la Comunidad de Madrid, con el objetivo de explotar los resultados de investigación a través de la creación de nuevas empresas de base tecnológica, trasladando al mercado, en términos competitivos, los logros prácticos de la investigación.

Hasta ahora, luego de alcanzar por tercera vez el sostenimiento del PRICIT (plan que se renueva cada tres años) se ha logrado una alta transferencia de tecnología y una inversión de 500 millones de pesetas en la promoción empresarial de I+D. En cuestiones de investigación se ha logrado abrir 268 líneas de investigación en las universidades y una alta inversión de las empresas beneficiadas de las mismas.

## 1.4 Situación actual de México

México es la segunda economía más fuerte de América Latina, solo después de Brasil y es la cuarta economía de toda América. En 2007 el Producto Interior Bruto Real de México fue de casi 840 mil millones de dólares, convirtiendo a la economía mexicana en la duodécima más grande del mundo<sup>6</sup>.

Para 2008 la economía mexicana se verá afectada sin duda por la crisis económica de su mayor socio comercial, Estados Unidos de Norteamérica, que tiene en puerta una posible recesión. En 2007, la economía estadounidense avanzó un 2.2%, la tasa más baja en los últimos cinco años<sup>7</sup>. Algunas de las causas de esta crisis son los préstamos baratos que provocaron una burbuja especulativa en el sector inmobiliario, los créditos de alto riesgo otorgados a personas con poca capacidad de pago, un déficit en la balanza comercial y un déficit fiscal.

Otro de los factores atribuibles de esta retroceso en el crecimiento económico estadounidense es la fuerte subida del precio del petróleo de los últimos años que ha resultado en la transferencia de cuantiosos fondos hacia los gobiernos de los países petroleros cuyas inversiones internacionales también han contribuido a inflar los precios de muchos activos reales y financieros por arriba de sus valores intrínsecos.

Ante este escenario el gobierno mexicano ajustó a la baja, el crecimiento del PIB a 2.8% respecto del 3.7% contemplado en un principio<sup>8</sup>. Además el gobierno de México ha anunciado una serie de medidas para hacer frente a la crisis económica norteamericana con el Programa de Apoyo a la Economía, el cual comprende 10 medidas temporales para impulsar la actividad económica, la inversión y el empleo en México.

---

<sup>6</sup> Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

<sup>7</sup> El Semanario, 30 de enero de 2008.

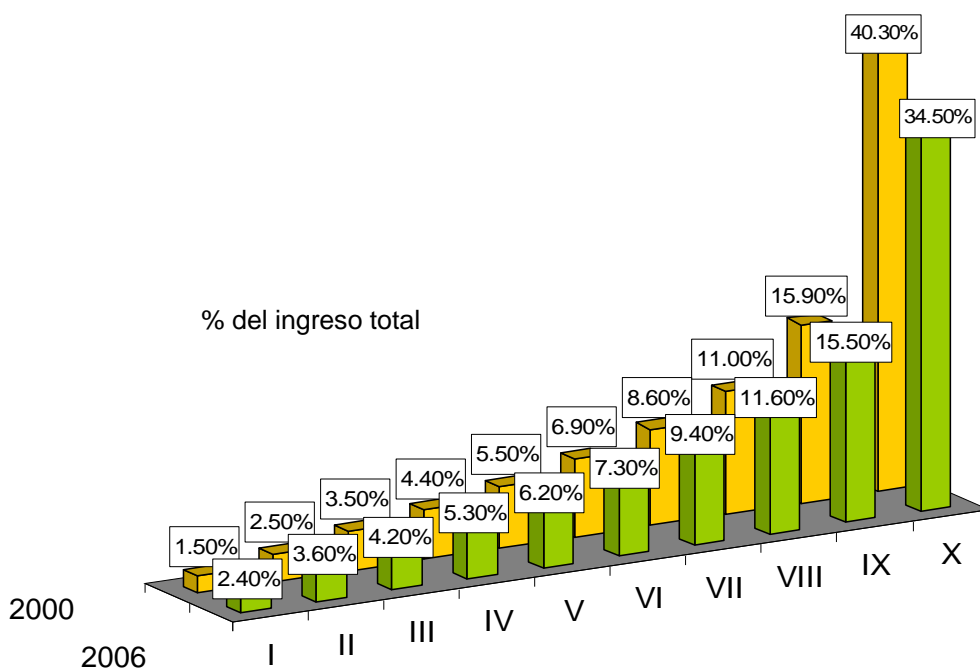
<sup>8</sup> SHCP y Banco de México, 30 de enero de 2008.

En el 2006 el comercio de México con sus socios norteamericanos representaba cerca del 84.7% (\$212 mil millones de dólares) del total de sus exportaciones y el 50.9% del total de sus importaciones (\$130 mil millones de dólares)<sup>9</sup>.

A pesar de la estabilidad macroeconómica que ha reducido la inflación en 3.76% en el 2007 y las tasas de interés a mínimos históricos y que ha incrementado el ingreso per capita pasando de \$6,237 dólares en el año 2000 a \$8,006 dólares en 2006, existen grandes brechas entre ricos y pobres, entre los estados del norte y los del sur, y entre la población urbana y rural<sup>10</sup>.

La tasa de desempleo abierto o desocupación fue de 3.6% en el 2006, muy bajo comparado con el resto de los países de la OCDE, sin embargo, la subocupación se sitúa en el 25%<sup>11</sup>.

### Distribución de la riqueza por deciles, 2000-2006



<sup>9</sup> Banxico 2007.

<sup>10</sup> Idem.

<sup>11</sup> Bancico, INEGI y STPS, 2007.

Algunos de los retos del gobierno siguen siendo mejorar la infraestructura, modernizar el sistema tributario y las leyes laborales así como reducir la desigualdad del ingreso.

En lo que representa a infraestructura, el gobierno mexicano presentó el Programa Nacional de infraestructura 2007-2012, el cual contempla ampliar y mejorar la obra en comunicaciones, transporte, energía, agua, turismo y telecomunicaciones con una inversión estimada en dos billones 500 mil millones de pesos.

Los objetivos del programa son: 1) Elevar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura. 2) Convertir a México en una de las principales plataformas logísticas del mundo, aprovechando su posición geográfica y red de tratados internacionales. 3) Incrementar el acceso de la población a los servicios públicos, sobre todo en las zonas de mayores carencias. 4) Promover un desarrollo regional equilibrado, dando atención especial al centro, sur y sureste del país. 5) Elevar la generación de empleos permanentes. 6) Impulsar el desarrollo sustentable, y 7) Desarrollar la infraestructura necesaria para el impulso de la actividad turística.

La competitividad se define como la capacidad de un país para atraer y retener inversión y ésta se refleja tarde o temprano en mayores flujos de inversión, y en consecuencia en mayores y mejores oportunidades de empleo y producción.

Medir la competitividad permite comparar las condiciones en que operan las empresas en diversos entornos, sirve como guía para la toma de decisiones de producción e inversión en un país y ayuda a orientar a los funcionarios públicos en el diseño de políticas para mejorar la competitividad de los países.

El Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) creó una metodología para la medición de la competitividad. El método de IMCO define y precisa la competitividad a partir de los 10 factores que se enuncian a continuación:

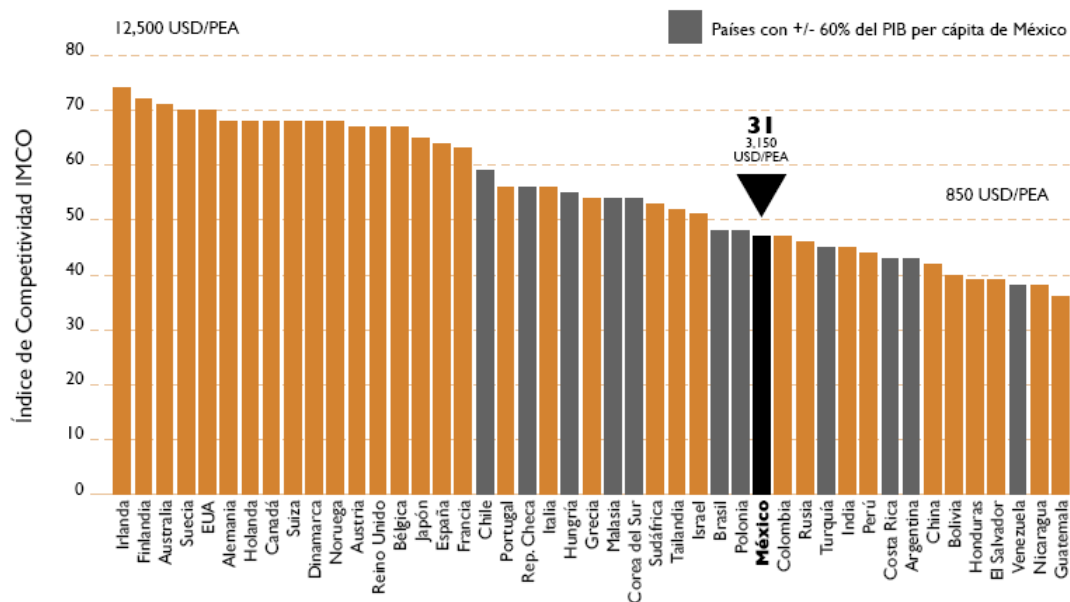
10 factores de competitividad IMCO



Fuente: IMCO. *Hacia un pacto de competitividad*, 2005.

En él, México ocupó en el 2005 la posición 31 de las 45 economías que se incluyeron en su análisis. La gráfica siguiente muestra la posición de México con relación a sus competidores y socios comerciales.

Índice general de competitividad IMCO



Como ya se ha dicho, el índice de IMCO está estrechamente vinculado con el nivel de inversiones que se hacen en relación a la población económicamente activa.

En ésta métrica, México recibe la cuarta parte de las inversiones por trabajador que obtienen los países más competitivos. O sea, México alcanza \$3,150 dólares de inversiones por trabajador, en comparación con los más de \$12 mil dólares de inversiones que se hacen en las economías más desarrolladas y competitivas por cada trabajador. Por el contrario, en México se hacen inversiones cuatro veces más altas por trabajador que las que se hacen en los países menos competitivos.

La situación competitiva actual del país es baja, incluso cuando se compara con la de los países del entorno económico de México (resaltados en amarillo en la gráfica anterior); es decir, aquellos cuyo PIB per cápita es más/menos el 60 por ciento del PIB per cápita de México. Lo anterior subraya el deterioro que sufre la competitividad del país.

La situación competitiva de México, medida con base en cada uno de los 10 indicadores de competitividad del IMCO, muestra que el país dista mucho de lograr estándares competitivos en dichos indicadores. Además, no está entre los primeros diez países en ninguno de los factores de competitividad. Su mejor calificación la obtiene en la situación que guardan sus relaciones internacionales e incluso, en este caso, obtiene una calificación mediana. En cambio, en dos de los indicadores –Manejo sustentable del medio ambiente y Mercados de factores de producción eficientes– está entre los tres países de peor desempeño competitivo.

El descenso en la competitividad es una realidad indiscutible que conlleva consecuencias graves para el país, como son: menos inversiones, menores empleos e ingresos fiscales más bajos y a la larga una menor calidad de vida para los mexicanos.

## Remesas

Las remesas, enviadas en su mayoría por mexicanos que trabajan en los Estados Unidos a sus familias en México son una fuente substancial y creciente de la economía mexicana. Estas fueron de 18,000 millones de dólares en el 2005<sup>12</sup>, siendo México el tercer país que más remesas percibe, tan solo superado por India y China. En el 2004 ya se habían convertido en la segunda fuente de ingreso extranjero después de las ventas de exportaciones de petróleo, equivalentes a la misma cantidad que entró de inversión extranjera directa (IED), y superior a los ingresos derivados del turismo, representando el 2.5% del PIB nacional<sup>13</sup>.

## Economías regionales

La disparidad regional y la distribución inequitativa de la riqueza continúan siendo un problema grave en México. Según un estudio hecho por el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas, México en el 2005 tenía Índice de Desarrollo Humano de 0.83. Por su parte los estados del norte, centro y del sureste tienen niveles de desarrollo superior a los estados del sur. Jalisco, Nuevo León, el Estado de México y el Distrito Federal tienen niveles de Índices de Desarrollo Humano similares al de países europeos, mientras que Oaxaca y Chiapas, a los de Burundi o Kenia.

---

<sup>12</sup> Migration Can Deliver Welfare Gains, Reduce Poverty, Says Global Economic Prospects 2006, Banco Mundial, 16 de noviembre del 2005.

<sup>13</sup> Informe Anual Banxico 2004.



## Inversión directa extranjera

La Inversión Directa Extranjera (IDE) presenta un cuadro brillante en la economía mexicana. En los años 2000 y 2001, México fue el recipiente más grande de IDE (22,500 millones USD) en América Latina y uno de los cuatro más grandes del mundo<sup>14</sup>.

La IED total en México durante 2006 fue de más de 19 mil millones de dólares, de los cuales 10,300 millones provinieron de los Estados Unidos<sup>15</sup>.

De acuerdo con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), los recursos foráneos alcanzaron en el 2007 un total de 23 mil 230 millones de dólares, monto mayor en 4 mil millones al reportado en 2006<sup>16</sup>.

Los Estados Unidos actualmente generan el 50% de la IED en México. 18,629 compañías mexicanas se benefician de la inversión directa de los Estados Unidos. Esto representa 52.9% de todas las empresas que reciben IED<sup>17</sup>.

Las compañías estadounidenses representan el 50% de la industria maquiladora, lo que se traduce en ventas anuales superiores a los 41 mil millones de dólares<sup>18</sup>. En 2007, la industria maquiladora fue la tercera fuente más importante de moneda extranjera para la economía mexicana, detrás del petróleo y las remesas.

En 2006, aproximadamente 38% (3,900 millones de dólares) de la inversión de los Estados Unidos en México fue captada por los seis estados fronterizos mexicanos. Estos estados, donde se encuentra la mayoría de las compañías maquiladoras, las cuales reciben el 50% de toda la inversión estadounidense en manufactura en México<sup>19</sup>.

---

<sup>14</sup> Bureau of Economic Analysis.

<sup>15</sup> Embajada de los Estados Unidos de Norteamérica en México.

<sup>16</sup> Secretaría de Economía, Febrero 2008.

<sup>17</sup> Embajada de los Estados Unidos de Norteamérica en México.

<sup>18</sup> Idem.

<sup>19</sup> Idem.

## Componentes de la economía

En el 2006, el sector de los servicios fue el componente más grande del PIB con 65.8%, seguido del sector industrial en 25% y de la agricultura en un 5% del PIB<sup>20</sup>. La fuerza laboral se ha estimado en 44 millones de personas de los cuales el 14% está empleada en la agricultura, el 26% en la industria y el 59% en el sector de los servicios<sup>21</sup>.

La agricultura, como porcentaje del PIB, ha decrecido constantemente, a un nivel similar al de las naciones industrializadas, y juega un papel cada vez menor en la economía. El 2006, la agricultura representó tan sólo el 5% del PIB<sup>22</sup>, mientras que en 1980 era el 7%, y en 1970 el 25%.

Entre las principales industrias manufactureras de México se encuentra la industria automotriz, cuyos estándares de calidad son reconocidos mundialmente. El sector automotriz de México difiere de aquellos de otras naciones latinoamericanas y de países en vías de desarrollo ya que no funciona como un ensamblador, sino que produce componentes tecnológicamente complejos y participa en ciertas áreas de investigación y desarrollo.

La industria maquiladora se ha convertido en el sector industrial más conocido del comercio de México. La industria maquiladora se ha beneficiado en el 2006 contaba con 2,810 industrias, exportaba \$111 mil millones de dólares y generaba 1,202,000 empleos<sup>23</sup>.

El sector de los servicios contribuye con el 66% (\$5,803 millones de pesos) del PIB y emplea al 59% de la población económicamente activa<sup>24</sup>. Este sector incluye el

---

<sup>20</sup> Banxico, 2007.

<sup>21</sup> INEGI, Banxico y Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2007.

<sup>22</sup> Banxico 2007.

<sup>23</sup> INEGI, 2007.

<sup>24</sup> Banxico 2007.

transporte, comercio, almacenamiento, hoteles y restaurantes, artes y entretenimiento, salud, educación, la banca y las empresas financieras, telecomunicaciones, la administración pública y defensa.

El turismo es una de las industrias más importantes de México relacionada al sector de los servicios. El turismo es la cuarta fuente de ingreso para el país aportando en el 2006 el 7.7% del PIB<sup>25</sup>. México es el octavo país más visitado del mundo (con más de 20 millones de turistas al año)<sup>26</sup>.

### **Energía y recursos naturales**

Los recursos naturales son "propiedad de la nación" (propiedad pública) constitucionalmente. Por lo tanto, el sector energético es administrado por el gobierno con diferentes grados de inversión privada limitada. México es el quinto productor de petróleo más grande del mundo, produciendo 3,082 millones de barriles diarios de crudo en el 2007<sup>27</sup>.

Pemex, la compañía estatal encargada de administrar la exploración, explotación y ventas del petróleo, es la compañía más grande (de cualquier tipo) de Latinoamérica con un monto histórico de ventas en el 2007 superiores al 1 billón 135,000 millones de pesos, a pesar de esto Petróleos Mexicanos tuvo pérdidas netas superiores a los 16,127 millones de pesos (1,480 millones de dólares); la producción de crudo disminuyó 5.3%; debió importar 50.3% más gasolina, y más cara, y sus pasivos totales crecieron 5.9%, para ubicarse en 1 billón 279,300 millones de pesos, apenas 52,000 millones de pesos menos que sus activos totales<sup>28</sup>.

---

<sup>25</sup> Sectur 2007.

<sup>26</sup> World Tourism Organization (WTO), Mayo 2005.

<sup>27</sup> Resultados financieros al cuarto trimestre de 2007, PEMEX.

<sup>28</sup> Idem.

Si bien las ventas totales de Pemex registraron un histórico monto de 1 billón 135,000 millones de pesos –mayor en 2.9% al de 2006-- , el pago de impuestos, derechos y aprovechamientos, volvió a consumir los ingresos de la paraestatal. En 2007, Pemex pagó al fisco federal por esos conceptos 660,152 millones de pesos –1.3% más que un año antes-, equivalentes al 60% de las ventas totales<sup>29</sup>.

Al no tener suficientes recursos para continuar invirtiendo en la búsqueda de nuevos yacimientos o en la modernización de la infraestructura, ya que está protegida constitucionalmente de la inversión privada o extranjera, algunos funcionarios han vaticinado que la empresa podría enfrentar un colapso institucional. Aunque la industria petrolera todavía es importante en el presupuesto de la nación, su importancia como porcentaje del PIB y de las exportaciones es muy inferior a lo que era en la década de 1980 cuando representaban el 61,6% de todas las exportaciones de México; en el 2006 tan sólo representaban el 15.6%<sup>30</sup>.

## Comercio Exterior

En el 2005, México fue el decimoquinto exportador y el duodécimo importador más grande del mundo, con un incremento del 12% anual. De hecho, de 1991 a 2005 el comercio mexicano se quintuplicó<sup>31</sup>.

México es la potencia exportadora más grande de Latinoamérica; en el 2005 México exportó 213,700 millones de dólares, el equivalente a todas las exportaciones de Brasil, Argentina, Venezuela, Uruguay y Paraguay juntas<sup>32</sup>.

Más del 90% del comercio exterior mexicano se encuentra regulado por tratados de libre comercio (TLC) con más de 40 países, entre los que se encuentran Estados Unidos

---

<sup>29</sup> Idem.

<sup>30</sup> Fuente: Banxico e INEGI, 2007.

<sup>31</sup> Organización Mundial de Comercio, World Trade in 2005.

<sup>32</sup> Organización Mundial de Comercio, International Trade Statistics 2006.

de Norteamérica y Canadá (NAFTA), la Unión Europea, Japón, Israel y varios países de América Central y América del Sur.

Los beneficios generales del NAFTA han sido cuantificados por diversos economistas cuyos reportes se han publicado en diversas instituciones, como las *Lecciones del NAFTA para Latinoamérica y el Caribe*<sup>33</sup>, *El impacto del TLCAN en Norteamérica*<sup>34</sup>. Estos estudios estiman que el NAFTA ha sido positivo para México cuyas tasas de pobreza han disminuido y cuyos salarios reales han aumentando, aún considerando la crisis económica de 1994.

Sin embargo, no ha sido suficiente para producir una convergencia económica, no ha reducido las tasas de pobreza de manera considerable, ni ha logrado que México experimente tasas de crecimiento elevadas.

Algunos han sugerido que para beneficiarse realmente del NAFTA México debe invertir más en educación e innovación, modernizar la infraestructura y la agricultura, así como el sistema tributario. De igual manera, debe seguir pugnando por una reducción de los elevados subsidios que sus socios norteamericanos destinan a la agricultura y/o elevar los subsidios nacionales a este rubro.

---

<sup>33</sup> Lessons from NAFTA for Latin America and the Caribbean, Lederman, Maloney and Servén,, Stanford University Press 2005.

## Referencias bibliográficas

1. Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2001-2006, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
2. *Visions How Science Will Revolutionize the Twenty-First Century*, Michio Kaku, Universidad de Oxford; diciembre 1998.
3. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Carlota Perez, Universidad de of Sussex, Inglaterra, 2002.
4. *Eight Technologies That Will Change the World* por Brad Wieners, Revista Business 2.0 , Junio 2002.
5. Creación de empresas de base tecnológica: la experiencia internacional, Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid, España.
6. *The End of Cheap Oil* por Colin J. Campbell y Jean H. Laherrère, Scientific American, Marzo 1998.
7. Fred Terman, *The Father of Silicon Valley*, por Carolyn E. Tajnai, directora del Stanford Computer Forum, Universidad de Stanford.
8. Páginas de Internet sobre Silicon Valley
  - a. <http://www.siliconvalley.com>
  - b. <http://www.siliconvalley4.com>

---

<sup>34</sup> NAFTA's Impact on North America The First Decade, Weintraub S., CSIS Press, Washington, E.U.A., 2004.

9. *EXIST*. Programa para la creación de nuevas empresas basadas en universidades, iniciado en 1998 con la intención de incrementar el número de nuevas compañías innovadoras y establecer una cultura de emprendimiento en las instituciones de educación de nivel superior. <http://www.exist.de>

## La Sociedad de la Información

**E**l empleo de los avances de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) está produciendo una transformación radical, a gran velocidad, de la sociedad industrial del siglo XX hacia la sociedad de la información del siglo XXI, en donde el conocimiento está constituyendo el valor agregado de todos los procesos de producción de bienes y servicios de un país, haciendo que el dominio del saber sea el principal factor de desarrollo.

En la actualidad las telecomunicaciones impulsan uno de los procesos de cambio más importantes que haya vivido la humanidad: la era de la información, que transforma cotidianamente la forma en que millones de personas en México y en todo el mundo, realizan las prácticas económicas y empresariales, la educación y la salud, el trabajo, el ocio y el entretenimiento y en la manera en que el gobierno interactúa con la sociedad civil.

Las telecomunicaciones han experimentado un desarrollo acelerado que ha sido impulsado por tres fuerzas principales: la evolución tecnológica, la liberalización de los mercados y la globalización de las economías. En cuanto a la evolución tecnológica, ésta se ha manifestado con la digitalización, la fibra óptica y la constante reducción en las dimensiones<sup>1</sup> de los componentes electrónicos de los medios de transmisión y almacenaje, lo cual permite que la capacidad de los sistemas se duplique en periodos cortos, mientras sus costos se reducen significativamente.

---

<sup>1</sup> Para el año 2007 se podrá colocar en la décima parte de un milímetro cuadrado una cantidad de 100,000 transistores con una capacidad de realizar 20 millones de instrucciones por segundo.



## 2.1 Situación mundial de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)

A nivel mundial existe una disparidad significativa entre regiones que gozan de los beneficios de las comunicaciones y aquellas donde el acceso a este tipo de servicios es limitado. De acuerdo con datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones o por su nombre en inglés *Internacional Telecommunications Union* (ITU) en el 2006 había 1,267 millones de líneas telefónicas en el mundo, lo que representa que de cada 100 habitantes en el mundo, 19 poseía una línea telefónica<sup>2</sup>.

Para los países en desarrollo, basar el desarrollo de las comunicaciones es más bien un tema complejo que contempla la disponibilidad a nivel nacional, el acceso no discriminatorio y la asequibilidad económica generalizada.

Ante esta situación, aunada al reciente proceso de globalización de las economías, un gran número de países ha reestructurado su sector de telecomunicaciones con medidas como la privatización y apertura a nuevos proveedores de servicios para incrementar la oferta a un número mayor de usuarios, de tal forma que se logren niveles de penetración más significativos en todos los sectores de la sociedad.

Pero la realidad es que la disparidad en materia de tecnología e información entre las naciones industrializadas y los países en desarrollo continúa en aumento, al grado que ya se identifica el surgimiento de un nuevo tipo de pobreza: la pobreza de información.

A inicios del nuevo milenio sigue subsistiendo en todo el mundo una gran disparidad en el acceso a las telecomunicaciones. La densidad telefónica de un país es la forma más común de medir ese acceso, y es el indicador que se utiliza con frecuencia para expresar la penetración del servicio telefónico. De acuerdo con la ITU, existe una gran brecha entre los recursos de telecomunicaciones en países cuyas economías son de altos ingresos y los menos desarrollados, un ejemplo de estas variaciones en el

---

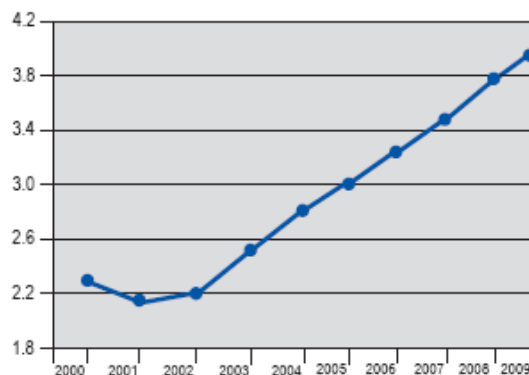
<sup>2</sup> Main Telephone Lines, subscribers per 100 people, International Telecommunication Union 2006.

desarrollo de las telecomunicaciones en el mundo, es un dato de 2003, donde la densidad telefónica en Etiopía era de 0.77 teléfonos por cada 100 habitantes, mientras que en Suecia llegaba a 162 teléfonos por cada cien habitantes.<sup>3</sup>

El gasto en las tecnologías de la información y comunicación se incrementó \$1 trillón de dólares en 5 años, de 2.1 trillones de dólares en el año de 2001 a 3.1 trillones para 2006<sup>4</sup>. El mercado mundial de las tecnologías de la información y comunicaciones tuvo un crecimiento promedio anual del 8.9% en el período de 2001 a 2005, crecimiento que se puede explicar porque los países de alrededor del mundo están encontrando indispensables a las tecnologías de la información y comunicaciones para el crecimiento de la productividad, incrementar el estándar de vida, proporcionar oportunidades educativas, mejorar los servicios de salud y eliminar barreras para una mayor participación en los mercados mundiales.

Si el comportamiento del mercado se mantiene, el gasto mundial en TIC alcanzará los \$3.9 trillones de dólares para el 2009<sup>5</sup> tal como se muestra en la siguiente gráfica.

### Gasto Mundial en Tecnologías de Información y Comunicaciones (Millones de dólares)



<sup>3</sup> Basic indicators: Population, GDP, total telephone subscribers and total telephone subscribers per 100 people 2003. International Telecommunication Union.

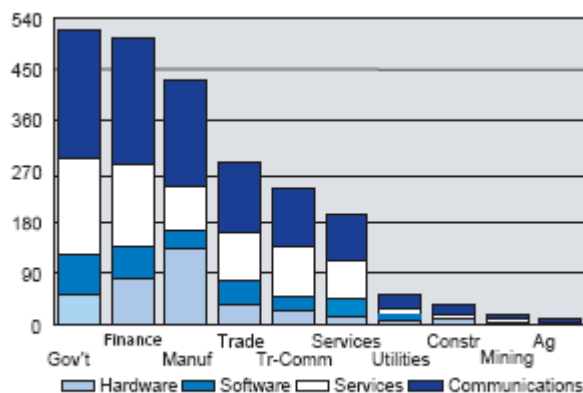
<sup>4</sup> Digital Planet 2006: The Global Information Economy, World Information Technology and Services Alliance (WITSA), página 12.

<sup>5</sup> Idem.

En términos absolutos, el gasto en tecnologías de las comunicaciones en el 2006 fue de \$1.57 trillones del total del gasto en TIC. En lo que corresponde al software, este tuvo un crecimiento de 9.9 por ciento, significando \$317.5 billones de dólares. En lo que respecta a hardware, este gasto creció un 8.9%. El gasto en software creció 11.4% entre 2001 y 2005, y representa la mayor inversión en TIC<sup>6</sup>.

Entre las industrias que más invierten en tecnologías de información y comunicaciones, se encuentra en primer lugar, el sector gubernamental con \$541.8 billones en el 2006, en segundo lugar, se ubica el sector de finanzas con \$512.8 billones de dólares seguido por el sector manufactura con \$472.3 billones de dólares y por último el sector de ventas con \$299.2 billones de dólares. La industria de la manufactura tuvo el crecimiento más notable en el 2006, liderando con un 9% a las demás industrias<sup>7</sup>. La siguiente figura muestra gráficamente la inversión en TIC y su distribución por tipo de industria.

### Gasto en Tecnologías de Información y Comunicaciones por Segmento de Industria en 2005 (billones de dólares)



<sup>6</sup> Idem.

<sup>7</sup> Digital Planet 2006: The Global Information Economy, World Information Technology and Services Alliance (WITSA), página 13.

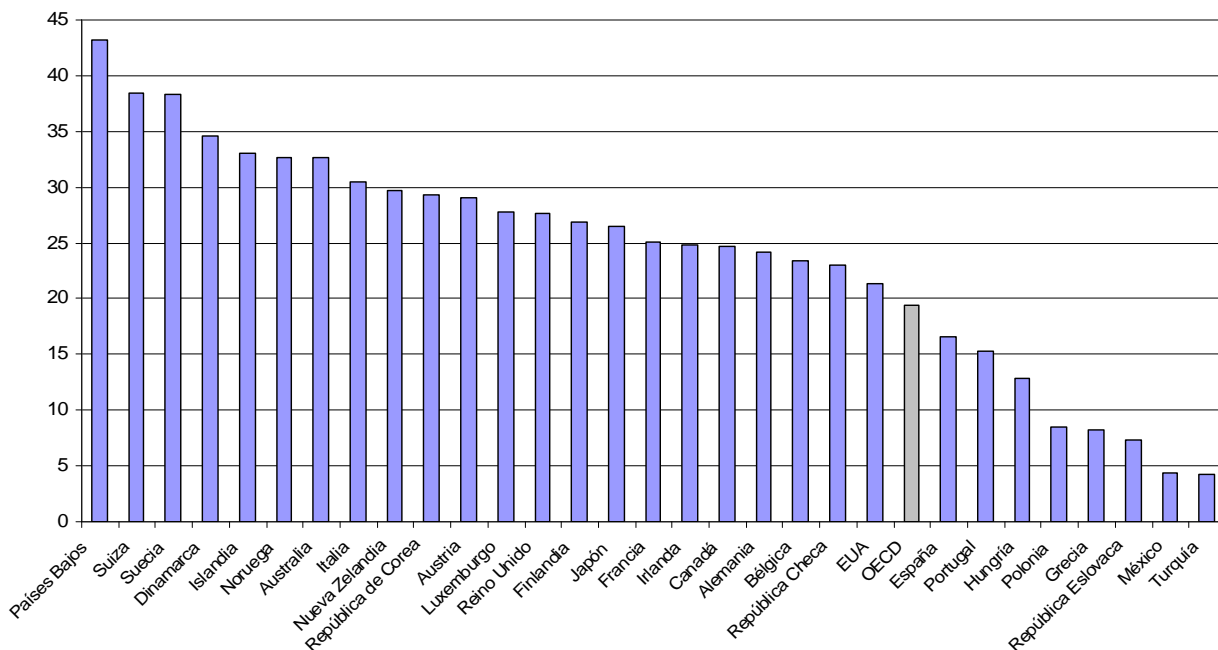
En el gasto en TIC por país, los 10 primeros países permanecen fijos en el ranking entre 2001 y 2005. En orden descendente estos son: Estados Unidos, Japón, Alemania, Reino Unido, Francia, China, Italia, Canadá, Brasil y Corea. En el 2006, China alcanzó a Francia con un desembolso de \$142.3 billones de dólares. En el 2007 China espera saltar delante de Francia y delante del Reino Unido en el 2008. Para el 2009, China será el tercer país con mayor gasto en TIC. También es de interés mencionar que la India reemplazará a Corea como miembro del top ten en el 2007 con \$65.5 billones de dólares<sup>8</sup>.

En el 2006, el número de personas en el mundo que tenían contratado servicio de Internet era de 426 millones. El promedio de personas por cada cien habitantes en los países de la OECD que contrataron el servicio en el mismo año fue de 19.47. El país con mayor número de personas por cada 100 habitantes con servicio de Internet de ésta organización fue Holanda con 43.12 y el último Turquía con 4.29. México se ubicó en penúltimo lugar con 4.43.

---

<sup>8</sup> Idem.

### Número de personas conectadas a Internet por cada 100 habitantes en los países de la OECD, julio 2006<sup>9</sup>



Hoy la industria de las tecnologías de información y comunicaciones mueven tres trillones de dólares al año y se ha convertido, después de la armamentista, en la actividad más poderosa en el mundo, al generar aproximadamente el 12% del producto mundial bruto. Esta industria se ha constituido en una de las más dinámicas de la historia: en los últimos 20 años ha transformado los usos y las costumbres de la sociedad y se ha convertido en la industria motor<sup>10</sup>.

A nivel mundial, Estados Unidos ocupa la primera posición de inversión en tecnologías de información y telecomunicaciones, esto le ha permitido registrar ascensos significativos en la productividad del trabajo.

<sup>9</sup> Internet Indicators: subscribers, ICT Statistics Database, International Telecommunication Union.

<sup>10</sup> Gaceta UNAM, Jueves 12 de julio del 2001.

“En el 2006, la inversión total en la Unión Americana alcanzó \$1,151 mil millones de dólares<sup>11</sup>. El segundo país que más invirtió fue Japón con \$343 mil millones de dólares; este y Estados Unidos conforman el 47 por ciento del mercado mundial de las tecnologías de información y comunicación<sup>12</sup>.

En la industria de la información existen a noviembre del 2007 más de 150 millones de sitios, los cuales crecen en el orden de 15 millones por mes<sup>13</sup>.

Desde mediados de la década de los 80, las telecomunicaciones mundiales han experimentado una de las transformaciones estructurales más importantes de su historia, ya que después de haber estado presididas durante casi un siglo por monopolios públicos, pasaron a ser monopolios privados y, recientemente, han sido abiertas a la competencia.

En lo que respecta al Estado, la función de éste, de proveer servicios básicos de telecomunicaciones está cambiando de actores hacia escenarios en los que el Estado ya no es el responsable directo del desarrollo y operación de las telecomunicaciones, sino que esta función está siendo realizada por terceros que actúan bajo parámetros dictados por las políticas de los órganos reguladores (COFETEL).

Para lograr la apertura del sector telecomunicaciones se tuvo que legislar y regular un conjunto de aspectos relacionados con objetivos económicos, como la operación de monopolios, la definición de tarifas, condiciones de uso de la infraestructura y la expansión de los servicios, la forma de operación de las empresas prestadoras de servicios y el uso de tecnologías.

Algunos alcances que ha tenido la liberalización de las telecomunicaciones en años recientes son:

---

<sup>11</sup> Total Information and Communications Technology Spending, Digital Planet 2006: The Global Information Economy, World Information Technology and Services Alliance (WITSA), página 23.

<sup>12</sup> Idem.

<sup>13</sup> Investigación y Análisis de Aspectos de Internet. <http://www.netcraft.com>

- a) Liberalización de servicios de valor agregado, con participación parcial de empresas extranjeras.
- b) Libertad de los usuarios de conectar equipo terminal de su selección a la red, sujeto únicamente a requerimientos técnicos que eviten dañar la red pública.
- c) Libertad de los proveedores para utilizar o interconectarse a la red básica, incluyendo arrendamiento de circuitos para proporcionar servicios competitivos de valor agregado en red.
- d) La modernización de su red (por la instalación de fibras ópticas y digitalización del equipo terminal y de conmutación) logrando con ello ser más eficientes y competitivos.

## 2.2 Situación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en México

México tiene una baja penetración y apropiación de TIC, así como una adopción desigual de dichas tecnologías tanto en los usuarios y empresas como en el gobierno. Por ejemplo, la penetración de Internet en el mundo es casi dos veces más alta que en México (2004) y únicamente uno de cada diez mexicanos tiene acceso a una computadora.

Por otro lado, mientras que 4 por ciento de la población de la región sureste de México tiene acceso a computadoras y 6 por ciento a Internet, el 23 por ciento de la población de la región centro tiene acceso a computadoras y 21 por ciento a Internet. Esta desigualdad es similar en empresas y gobiernos. Actualmente hay muchos municipios que no cuentan con ningún servicio en línea y que no emplean una computadora en su trabajo.

Entre los múltiples problemas que impiden el avance de México en la adopción de TIC están: la baja percepción de los beneficios relacionados a la apropiación de TIC entre empresarios y en la población en general; las barreras de entrada y rezagos regulatorios que inhiben una competencia más vigorosa en el sector de telecomunicaciones; la desigualdad económica y social del país; y la falta de planeación y visión en las políticas públicas para impulsar la adopción de TIC.

Un estudio realizado por la empresa SELECT especializada en análisis y consultoría de los mercados de tecnologías de información y comunicaciones, analizó la relación que hay entre la inversión en TIC y el crecimiento de la productividad en la economía mexicana. Éste es uno de los pocos documentos, si no el único, donde se estudió la relación entre la productividad y la inversión en TIC para México.

El estudio muestra que durante la década de 1990 la desaceleración del crecimiento del mercado de las TIC en México estuvo acompañada por el deterioro y posterior estancamiento de la productividad total de la economía. Esta desaceleración se dió también en el mundo, por la ruptura de la burbuja especulativa en los mercados de capitales en torno a negocios de Internet y coincidió con el final del período de inversiones en TIC en el 2000 y la desaceleración económica internacional de principios de siglo. Por ello, las empresas en México y en muchos otros países restringieron su presupuesto de inversiones en TIC, al ver que los rendimientos sobre sus inversiones no arrojaban los resultados esperados.

Para detonar los cambios en productividad por medio de adopción de TIC no sólo se requiere de nueva tecnología, sino de cambios organizacionales, liderazgo, mejores prácticas gerenciales y la integración de procesos alrededor de las TIC que permitan aumentar la eficiencia de los factores. A saber, un estudio de 100 compañías en Alemania, Francia y Reino Unido, elaborado por McKinsey & Co. Inc. y London School of Economics, concluyó que los gastos en TIC tienen un impacto bajo en la productividad, si no van acompañados por prácticas gerenciales de alto orden. De hecho, son elevados los beneficios derivados de implantar mejores prácticas gerenciales por sí solas. Sin



embargo, cuando van acompañados de la adopción de prácticas con soluciones digitales adecuadas, las recompensas se disparan.

En otras palabras, las TIC son necesarias, más no suficientes<sup>14</sup> para detonar el cambio en productividad y competitividad que el país requiere.

Las TIC pueden ser un aliado formidable, para mejorar el desempeño competitivo del país. A saber, hay cuatro vías de transmisión de los beneficios de las TIC y son:

- i) Vía mayor transparencia, la cual opera mediante el cambio positivo de conducta que se observa cuando hay más y mejor información disponible en las actividades públicas y privadas.
- ii) Vía la asignación de recursos, puesto que las TIC permiten aumentar la productividad de los recursos empleados al proveer información a los ejecutivos sobre la disponibilidad y rentabilidad de los recursos en cada situación.
- iii) Vía la reducción de costos, que se pueden obtener por medio de la automatización de procesos, la eliminación de redundancias y las ganancias que se obtienen al alcanzar tiempos de respuesta y evitar desperdicios.
- iv) Vía la innovación, la cual facilita nuevas maneras de hacer más eficiente el proceso productivo usando las TIC y otras herramientas.

---

<sup>14</sup> Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending, Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, Management Science, Vol. 42, No. 4 (Apr., 1996).

### 2.2.1 Situación actual de las TIC entre la población general y principales causas de la enorme brecha digital del país.

Hablar de México es describir un país con profundas diferencias económicas, sociales, culturales y políticas. La situación no es distinta en materia de uso y aprovechamiento de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC). La penetración, apropiación e impacto que tienen las TIC están caracterizados por cuatro elementos:

#### **1) Escasa penetración tecnológica en el grueso de los hogares e individuos (brecha digital).**

Durante el período comprendido entre 1990 y 2000, el sector telecomunicaciones mexicano creció 4 veces más que la economía en su conjunto y su participación en la economía aumentó de 1% al 3% del PIB total y se invirtieron 28 mil millones de dólares en la expansión y modernización de la red.

Durante el cuarto trimestre de 2007, el sector telecomunicaciones creció 33.9 por ciento, lo que representa el incremento anual más elevado desde hace siete años y confirma la importancia que tiene esta industria en comparación con los demás segmentos de la economía nacional que en el periodo de referencia creció 3.8 por ciento.

En México, el número de líneas telefónicas instaladas pasó de 5.4 millones en 1990, a casi 20 millones al final de 2006. En el mismo año de 2006 había 19 líneas telefónicas por cada 100 habitantes<sup>15</sup>. La recomendación de la ITU para Latinoamérica es de 20 teléfonos por cada 100 habitantes.

---

<sup>15</sup> Dirección de Información Estadística de Mercados, COFETEL, con base en información de los anuarios estadísticos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de 1973 a 1989 y con información proporcionada por las empresas.

En el 2000, el 66% de los hogares cuenta con una línea telefónica. En Nuevo León un 57%, y en Chiapas un 12%, mientras que en Oaxaca tan solo un 12% cuenta con teléfono<sup>16</sup>.

El lo que respecta a la telefonía celular, en el 2006, el número de usuarios se ubicó en poco más de 57 millones de usuarios, sobrepasando por mucho los 20 millones de líneas fijas instaladas al mismo período. En agosto de 2007 había ya 63 millones de usuarios de teléfonos celulares<sup>17</sup>.

El gasto en México en TIC en el 2006 fue casi 28 mil millones de dólares<sup>18</sup>.

En el 2006, 19 de cada 100 mexicanos tenían acceso a Internet; por otro lado, 52 de cada 100 mexicanos contaban con telefonía celular<sup>19</sup>.

En marzo de 2007, el 22.1% de los hogares del país contaba con una o más computadoras y el 12.3 % de los hogares tenía una conexión a Internet y se estima que hay 20.8 millones de usuarios de este servicio<sup>20</sup>.

En la penetración de banda ancha el país está por debajo del resto de los países de la OCDE e inclusive en algunos segmentos, por debajo del promedio de Latinoamérica, como se verá más adelante.

En el 2004 el desarrollo del Internet en México era similar al de Brasil o Turquía; sin embargo, el crecimiento en acceso a Internet que tuvieron dichos países superó el 150 por ciento en el período (2001-2004)<sup>21</sup>, mientras que México apenas logró incrementarlo en 80 por ciento. Si bien es indiscutible que se han hecho grandes esfuerzos en materia tecnológica, la pregunta que subyace es: ¿por qué países con

---

<sup>16</sup> Porcentaje de Viviendas Particulares Habitadas que disponen de Teléfono, febrero de 2000. COFETEL, con base en información de las cifras definitivas del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.

<sup>17</sup> Dirección de Información Estadística de Mercados, COFETEL con información proporcionada por los concesionarios.

<sup>18</sup> Planet 2006: The Global Information Economy. World Information Technology and Services Alliance.

<sup>19</sup> Mobile Cellular Subscribers per 100 people, International Telecommunication Union 2006.

<sup>20</sup> Comunicado Conjunto COFETEL-INEGI, Noviembre de 2007.

<sup>21</sup> Con datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

economías similares, incrementan más rápidamente su penetración tecnológica que México?.

Por ejemplo, en varios países de América Latina han desarrollado programas intensivos de acceso a TIC, conectando escuelas públicas (Brasil y Chile) e instalando centros comunitarios con usos múltiples en localidades marginadas. Este modelo ha impactado a esos países de manera considerable. De acuerdo con Nelson NetRatings<sup>22</sup>, en América Latina y el Caribe, 42 por ciento de los usuarios de Internet se conectaron desde su hogar, mientras que 58 por ciento accedió por medio de terminales situadas en su trabajo, escuelas o lugares públicos.

Estos resultados son mejores que los que México ha logrado, realizando esfuerzos similares.

Por otro lado, países europeos industrializados desarrollaron programas más ambiciosos, mediante el programa e-Europe<sup>23</sup>, basados en:

- Cambiar el marco regulatorio de telecomunicaciones para promover la competencia en el sector e incluso abrir otros mercados, como energía, transporte y servicio postal, para impulsar la adopción de TIC. Dentro de los cambios en regulación, se incluyó una norma para el comercio electrónico. Además se instituyó un grupo de trabajo sobre seguridad digital (CSTF), que funciona como centro responsable de la información en línea.
- Desarrollar el dominio «.eu» para permitir a los ciudadanos, organizaciones y empresas, tener sitios en la red y direcciones electrónicas.
- Ampliar el acceso a las TIC mediante el uso de fondos estructurales para utilizar la banda ancha en zonas rurales, así como un programa de educación para

---

<sup>22</sup> CEPAL, 2002, op. cit.

<sup>23</sup> Cuyo objetivo es convertir a la Unión Europea en la sociedad basada en el conocimiento más competitiva del mundo para el 2010.

combatir el rezago educativo de 150 millones de ciudadanos<sup>24</sup>, mediante un programa permanente de educación.

Los logros de los países europeos se han cuantificado. Por ejemplo, debido a estos programas las escuelas con conectividad crecieron 4 por ciento<sup>25</sup> y la proporción de trabajadores que utilizan computadoras creció 20 por ciento. Adicionalmente, año con año, la más vigorosa competencia en el sector telecomunicaciones ha permitido mayor y mejor acceso a Internet<sup>26</sup>.

## **2) Asimetría en la penetración de TIC en hogares e individuos, es decir, una polarización en el acceso (brecha digital local).**

En México, como lo demuestra la gráfica siguiente, es evidente la brecha que existe en el uso de tecnologías por zona geográfica, la cual se acentúa más en la región sureste, donde sólo 4 por ciento de la población tiene acceso a computadoras y 6 por ciento a Internet. La brecha no es tan grande en las regiones norte y oeste-centro, las cuales registran un impacto similar de computadoras e Internet entre la población: 10 y 12 por ciento, en el primer caso y 9 y 11 por ciento, en el segundo. Por último, las zonas que muestran un mayor acceso tecnológico en el país son el Pacífico, con 19 por ciento, y el Centro, con 23 por ciento de acceso a computadoras.

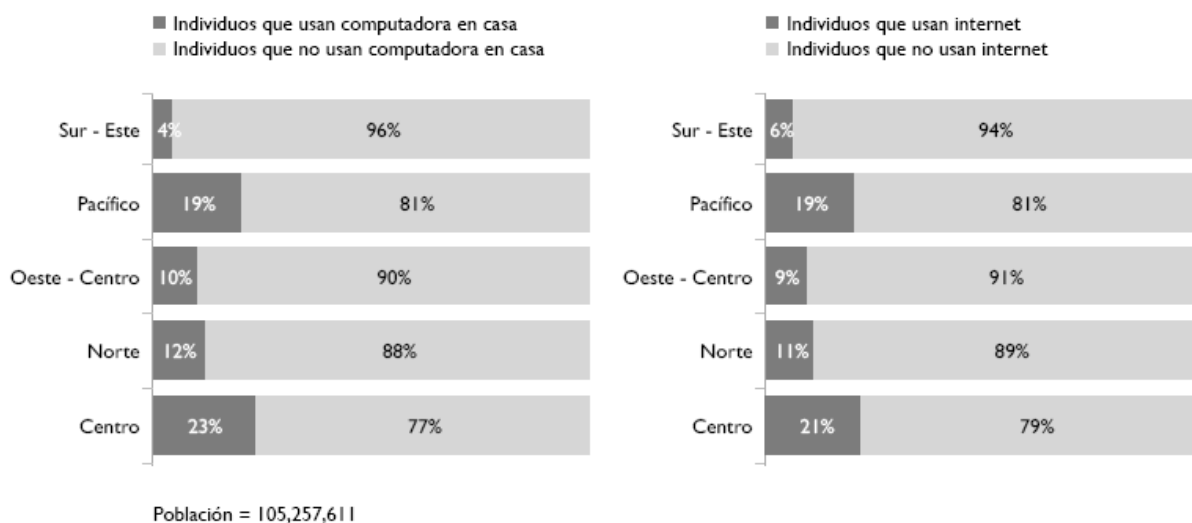
---

<sup>24</sup> Adultos que aún no terminan la educación secundaria.

<sup>25</sup> Pasando de 89 a 93 por ciento en el 2002.

<sup>26</sup> La penetración de los hogares paso de 18 por ciento a 40 por ciento en 3 años, representando casi el 40 por ciento de los usuarios del mundo.

### Rezago tecnológico por región geográfica I



Fuente: Select con información de Select, CONAPO e INEGI, agosto 2005.

Con respecto a la distribución de la población nacional, la proporción de usuarios de Internet y de computadoras en el centro del país es 1.5 veces más que el porcentaje de individuos que habitan en esta zona. En la región sur, el acceso de computadoras e Internet representa sólo una cuarta parte del tamaño de la población que reside en esa demarcación.

El problema de acceso a TIC no sólo implica una brecha entre México y otros países, sino un rezago digital al interior del país, marcado por una desigualdad en el desarrollo de TIC en la sociedad.

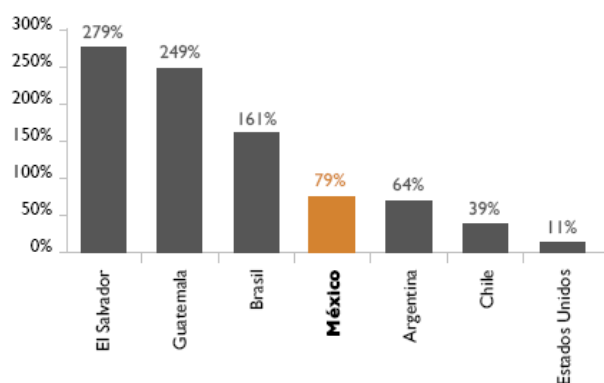
La evidencia indica que las brechas digitales se deben a diferencias culturales, de edad e ingresos, entre otros.

### 3) Desconocimiento (baja percepción) del impacto y beneficios relacionados con la apropiación de las TIC en la población.

En una encuesta realizada por Select se concluyó que casi la mitad de los empresarios mexicanos no considera que las TIC impacten de manera considerable en la eficiencia de sus empresas. Dicho efecto es aún más grave en los hogares, por lo que es difícil traducir el impacto de las TIC en los procesos de mejora continua para lograr las mismas oportunidades en la población, mejores empleos e ingresos y una educación eficiente.

Una de las principales razones que explican la baja penetración de las TIC y la brecha digital es que en México la distribución de ingresos es más desigual que en otros países del mundo. Esta condición no explica la totalidad del rezago del país, ya que economías con peores distribuciones del ingreso que México (Guatemala y El Salvador) muestran mayores tasas de crecimiento en el acceso de TIC que el nuestro como se ilustra en la siguiente gráfica en cuánto al crecimiento de número de usuarios de Internet.

Crecimiento del número de usuarios de Internet (2001-2004)



Fuente: ITU.

Varios analistas apuntan que en México subsisten altas barreras de entrada al mercado de telecomunicaciones y una política de Estado insuficiente para asegurar la inclusión digital de la población. Este tema se revisará con mayor detalle a continuación.

#### **4) Insuficiente inversión de recursos públicos para cerrar la brecha digital y de Políticas de acceso instrumentadas por el gobierno.**

Las fallas de mercado existen cuando no es rentable para los operadores de TIC, proveer a la población el acceso a ellas, dados los altos costos y bajos beneficios. Esto ocurre comúnmente en las zonas más pobres y alejadas de los países.

Por esta razón, muchos gobiernos del mundo, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, han elaborado acciones para cerrar la brecha digital.

México no ha sido la excepción y en el 2000 inició un esfuerzo importante dentro de un programa más amplio llamado Sistema Nacional e-México, que tiene el objetivo de cerrar la brecha digital mediante la creación de Centros Comunitarios Digitales (CCD), así como contenidos que promuevan el uso de TIC y de sistemas. En paralelo, al igual que muchos otros países, México creó un fondo para elaborar programas de cobertura social y rural, conocido como Fondo de Cobertura Social de Telecomunicaciones. Estas dos acciones han sido las principales políticas públicas utilizadas para cerrar la brecha digital.

La estrategia e-México ha consistido en instalar centros dotados con redes de siete computadoras en promedio y conectividad de 256 kps de salida. Los centros son operados principalmente por instituciones públicas, aunque también hay algunos donde las ONG ayudan a organizarlos. La forma en que opera la estrategia es: la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) cobra 300 pesos al mes a las dependencias públicas por la conexión vía satélite y las dependencias equipan el centro. El costo real por la conectividad vía satélite se estima en alrededor de 2 a 3 mil pesos al mes<sup>27</sup>. La frecuencia del gobierno vía satélite está contratada hasta el 2007 y aún no está claro qué pasará cuando el satélite Solidaridad, donde están conectados más de 3 mil centros, deje de funcionar en el 2007.

---

<sup>27</sup> Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



Actualmente se están reubicando antenas para servir a aquellos lugares con mayor necesidad y no desincentivar la oferta en lugares donde ya hay otras formas de conexión.

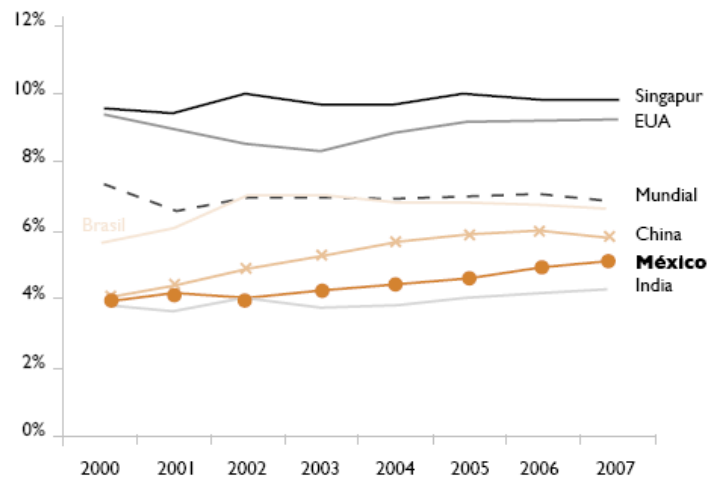
La mayoría de los CCD se ubican en escuelas y bibliotecas (71 por ciento), y ello limita su utilización debido a los horarios de las escuelas. Sin embargo, en el estado de Zacatecas, estos centros ubicados en las escuelas se han concesionado a padres de familia para que los manejen y se utilicen más tiempo. De esta manera, se puede resolver el problema del congestionamiento que sufren algunos de ellos y ampliar la oferta. Según estimaciones de la SCT, el programa ha ampliado la oferta de Internet a cerca de dos millones de usuarios. A la fecha, el número de páginas desplegadas por mes aumentó a más de 250 millones y el principal uso de los centros es el envío de mensajes entre familiares dentro y fuera del país, así como la consulta de páginas con fines educativos.

### 2.2.2 Brecha digital en las empresas

La brecha digital en México no sólo afecta a la población general. De hecho, la razón por la cual es tan grande la brecha entre las personas, es que no tienen incentivos para utilizar la tecnología, puesto que ni siquiera en su lugar de trabajo las TIC son parte de las herramientas que se utilizan cotidianamente.

Históricamente, y comparado con otros países, México y sus empresas han invertido poco en tecnología (Ver gráfica siguiente). En el 2001, el mercado de TIC entró en un periodo de desaceleración que concluyó en el 2004, lo que coincidió con tres años de pérdida de competitividad. A partir de 2004, hay un nuevo crecimiento en las inversiones en TIC, pero es insuficiente para cerrar la brecha en la adopción y aprovechamiento de TIC en las empresas mexicanas.

### Mercado\* TIC como por ciento del PIB

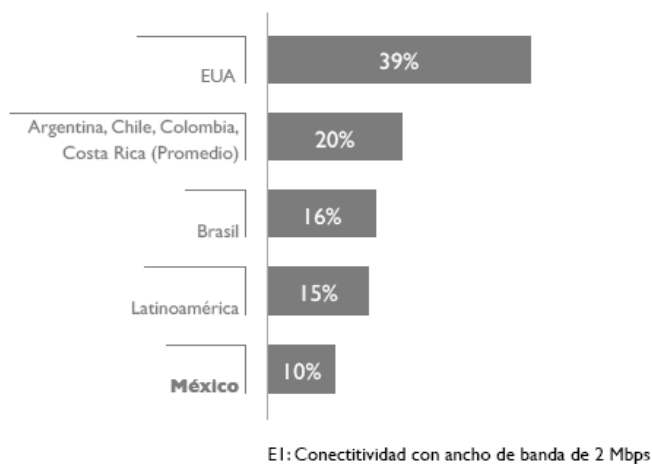


Fuente: Select con información de WITSA, 2004.

\*Mercado interno, no consideran exportaciones.

Como es de esperarse, el mercado doméstico de TIC en México es pequeño, sobre todo cuando se compara al promedio mundial, y esto es aún más notorio frente a otras economías con quienes compite el país (Brasil y China) to de las cuales se está abriendo una brecha importante. Esto se refleja en todos los indicadores de penetración, principalmente en el uso de la banda ancha en las empresas. En este rubro, México está a la zaga de los países latinoamericanos como lo ilustra la siguiente gráfica.

### Porcentaje de organizaciones con banda ancha mayor a E1



Fuente: CIDE, utilizando datos de Cisco e ICA (Instituto de Conectividad de las Américas, *Net Impact Latin America 2005*). Entrevista 1,200 ejecutivos privados y públicos en TI.

Entre los problemas relacionados con la baja penetración de las TIC en las empresas, destacan: la regulación del sector de telecomunicaciones, las tarifas que se cobran por el uso de la banda ancha, los tamaños desiguales de las empresas y la falta de financiamiento para adquirir equipos de cómputo.

Además, tal brecha es variable y depende del tamaño de la empresa, de los sectores económicos en donde operan las empresas y de las zonas geográficas del país.

El presupuesto de TIC se concentra sustancialmente en empresas de más de mil empleados, donde el presupuesto promedio anual de TIC por trabajador rebasa los cinco mil dólares. En cambio, en las empresas medianas, el mismo parámetro presupuestal es mayor a 1,701 dólares. La situación es más crítica aun en las empresas micro y pequeñas. Éstas se gastan al año alrededor de 500 dólares por empleado.

En consecuencia, el porcentaje de trabajadores con acceso a computadoras y a Internet también está fuertemente sesgado. Las microempresas están realmente rezagadas en el uso de este recurso, puesto que sólo 24 por ciento de ellas tienen acceso a

computadoras y una proporción aún más baja, el 14 por ciento, tiene acceso a Internet. Estos aspectos se visualizan mejor en las siguientes gráficas.

### Penetración de TIC por tamaño de empresa, 2005

Presupuesto de TIC por empleado, 2005 (USD)



Acceso a PCs e Internet por empleado (por ciento)

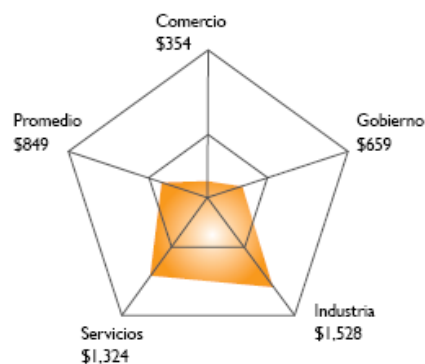


Fuente: Select, 2005

Por otro lado, las diferencias en la adopción de la tecnología entre los sectores económicos también son significativas. El presupuesto TIC por empleado está concentrado abrumadoramente en el sector de industria y servicios, donde el promedio anual por empleado es más de 1,300 dólares. En cambio, en el resto de los sectores está entre los 350 y los 850 dólares; consecuentemente la relación de computadoras y computadoras con acceso a Internet por empleado de oficina, siguen la misma tendencia tal como se observa en la siguiente gráfica.

## Penetración de TIC por sector, 2005

Presupuesto de TIC por empleado, 2005 (USD)



Acceso a PCs e Internet por empleado (por ciento)



Fuente: Select, 2005.

Para cerrar la brecha digital de las empresas mexicanas, es necesario resolver uno de los problemas clave en el sector empresarial: la baja percepción sobre las TIC como fuente de mejoras en la productividad y eficiencia de las empresas. En una encuesta realizada por Select<sup>28</sup> se encontró que sólo 26 por ciento de los ejecutivos mexicanos que han invertido en TIC lo seguirán haciendo, mientras que 43 por ciento no piensa volver a invertir en la tecnología, a pesar de considerar haber invertido poco.

Para hacer frente al rezago que hay en el uso de las TIC, el gobierno ha puesto en marcha varias iniciativas que persiguen fines parecidos. Por ejemplo, recientemente la Secretaría de Economía en alianza con el sector privado, estableció la Fundación México Digital, cuyo objetivo es promover el aprovechamiento de las TIC en el país y en particular en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, impulsando el desarrollo de aplicaciones adecuadas para microempresas de giros rezagados, identificados en estudios previos, como abarrotes y empacadoras de alimentos, entre otros.

<sup>28</sup> En el 2005 a casi 686 altos ejecutivos mexicanos.

Por otro lado, el Fondo de Apoyo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (Fondo PyME) otorga apoyos financieros de carácter temporal a programas y proyectos que fomenten una mayor competitividad y desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas.

Una contribución importante para detonar la adopción tecnológica, es el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT). Dentro de este programa se utilizan recursos públicos y fondos privados prioritarios concurrentes. Este programa opera con base en un convenio realizado entre el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y el sector privado. Está orientado a incrementar la competitividad mediante la adopción y transferencia de tecnología a las empresas mexicanas.

El programa de apoyo para la creación de nuevos negocios, denominado AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios), es otro ejemplo de éxito. Opera desde 2003 y ha detonado la inversión privada para aprovechar avances científicos y desarrollos tecnológicos en las empresas. Este programa trabaja con créditos (26 millones de pesos en el 2005) para empresas que invierten en tecnología.

En muchos países los gobiernos otorgan incentivos para el aprovechamiento de las TIC por medio de créditos, garantías y otros apoyos. En algunos países también se está promoviendo la adopción de TIC mediante el uso de incentivos fiscales.

### 2.2.3 Las TIC en el gobierno

El gobierno es uno de los principales usuarios de las TIC. Por medio de su uso puede ganar eficiencia y ser más efectivo en el cumplimiento de sus funciones básicas. La forma en que las use también puede impulsar la adopción de TIC en el país, puesto que al utilizarlas para proveer servicios a los ciudadanos, establece las condiciones necesarias para que se expandan a lo largo de toda la economía. Mediante sus acciones, el gobierno se convierte en un agente de cambio que promueve el uso de las TIC en la economía.

A pesar de los grandes avances en materia de e-salud y en el uso de las TIC en el sector, aún quedan importantes retos por resolver en conectividad y la interoperabilidad de los sistemas de salud. Estos son los principales ejes para impulsar la competitividad en la provisión de servicios, ya que cada día se hace más caro tratar a los enfermos en México.

Actualmente, el portal e-salud tiene como objetivo poner al alcance de toda la población mexicana, información médica integral que contribuya al desarrollo humano y de las instituciones del sector salud, mediante la eliminación de las barreras de acceso a la información y a los servicios de salud y seguridad social.

El portal en su versión actual contiene información valiosa sobre las condiciones de los servicios y los recursos disponibles en materia de salud en instituciones públicas, así como otras relacionadas con cuidados generales de salud, pero todavía es una herramienta muy limitada.

Los subsistemas de salud del país apenas están iniciándose en el aprovechamiento integral de las TIC. En el corto plazo, el mayor beneficio potencial derivará de reducir los costos de atención y mejorar la disponibilidad y calidad de servicios a los pacientes. En esta dimensión queda mucho trabajo por realizar, aunque no todo tiene que ver con reducir costos y lograr ahorros.

El uso de las TIC en los servicios de salud también puede generar un nuevo espacio económico vía la exportación de servicios médicos y diagnósticos a distancia. Para ello es indispensable crear las capacidades necesarias, organizar esfuerzos vía asociaciones público-privadas y hacer las inversiones imprescindibles para la instalación de la infraestructura necesaria. Un ejemplo de los negocios nuevos que se pueden hacer es la explotación de la capacidad disponible para la interpretación de imágenes a distancia.

Este es un servicio que se puede prestar no sólo dentro del país, sino que es susceptible de exportarse como ya ocurre en otros países<sup>29</sup>.

México requiere de una transformación profunda de su sistema educativo enfocada a la calidad y disponibilidad ubicua y a bajo costo del paquete educativo que recibe la población de niños. Las TIC son el eje fundamental para lograr esta transformación, por lo que es importante entender los esfuerzos que realiza el gobierno para adoptar TIC en la educación y resolver estos dos grandes retos.

Se estima que en la actualidad menos del 7 por ciento de las primarias tienen computadoras conectadas a Internet y aún menos tienen cursos y profesores capacitados para enseñar el uso de TIC. La siguiente gráfica compara el porcentaje de escuelas primarias conectadas a Internet en México con el de otros países. En educación secundaria y media superior, las TIC se usan más: su penetración en escuelas es de 19 y 45 por ciento, respectivamente<sup>30</sup>.

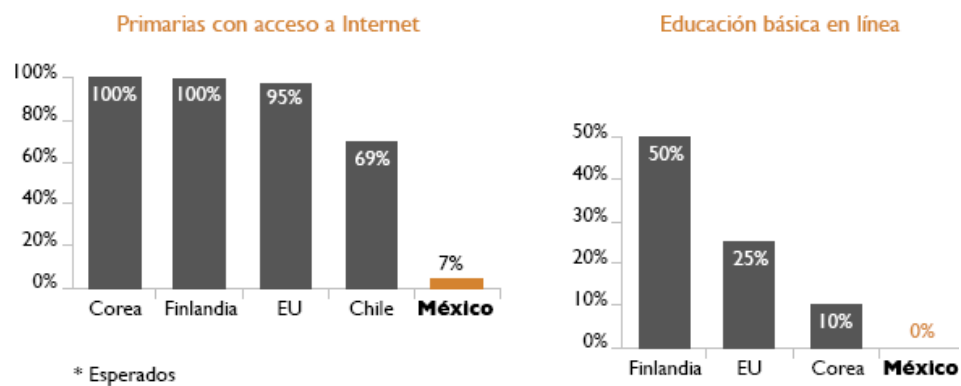
---

<sup>29</sup> Un ejemplo de esto se puede encontrar en: Friedman, T., *The World Is Flat: a Brief History of the Twenty-first Century*, Straus and Giroux, 2005.

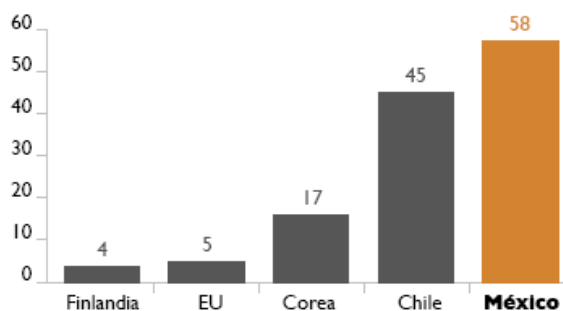
<sup>30</sup> Una de las tasas más altas del mundo.



### Conectividad de escuelas, México vs otros países



### Alumnos por computadora (primaria)



Fuente: SEP.

Para mejorar estas cifras, la Secretaría de Educación Pública (SEP) junto con otras instituciones, como el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE), han realizado esfuerzos importantes para introducir programas que utilizan y aprovechan las TIC, como:

- Sistema de Televisión Educativa (Edusat): Red escolar que tiene como propósito brindar las mismas oportunidades educativas a todos los mexicanos. llevando a cada escuela y a cada centro, materiales relevantes que ayuden a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con apoyo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones.

Otro de los grandes retos que tienen que resolver los gobiernos del país y en donde las TIC pueden ser muy útiles, tiene que ver con el clima de inseguridad que se vive en amplias zonas del país.

En México, la estrategia de TIC para el combate al delito se ha centralizado en la Procuraduría General de la República, dentro de la Coordinación de Planeación, Desarrollo e Innovación Institucional (COPLADII). Esta unidad tiene una estructura horizontal que le informa directamente al Procurador de Justicia y opera con el nivel de Subprocuraduría. El potencial de la innovación tecnológica empieza a materializarse vía la creación de nuevos procesos para fortalecer la administración y procuración de justicia. Entre los principales proyectos que se están desarrollando se encuentran:

- La creación de un mapa del crimen para analizar patrones, predecir tendencias y mejorar la procuración de justicia.
- Base de datos del personal de la PGR que sigue su desarrollo profesional desde el momento de selección. Sirve además para definir perfiles de funcionarios y administrar plazas requeridas.
- Base de datos para averiguaciones previas.
- Tablero de control para la ubicación geográfica de delitos.
- El uso del chip subcutáneo para la identificación de funcionarios.
- El uso de la firma electrónica para control y uso de información.

Las TIC en el combate a la pobreza se integró un padrón único de beneficiarios sociales de todo el gobierno, que permite corroborar información sobre quiénes realmente se encuentran en situación de pobreza y así eliminar duplicación de subsidios y mejorar la asignación de recursos a quienes más lo necesitan.

En lo que respecta a las TIC en la infraestructura, su concepto es sumamente amplio y las aplicaciones de las TIC también son muy variadas. Por ejemplo dos áreas que verían

beneficiadas por el uso de las TIC serían 1) la infraestructura portuaria y de aduanas y 2) el mercado de transporte de carga.

La capacidad de poner trámites del gobierno en línea para hacerlos más fáciles y expeditos, es una de las principales oportunidades que tienen los gobiernos para servir mejor a sus ciudadanos. La clave está en usar las TIC de manera intensiva para reducir costos y mejorar la comunicación con los ciudadanos.

México no es la excepción e inclusive es reconocido como uno de los países que más ha avanzado en la utilización de las TIC para comunicarse con la ciudadanía y proveer servicios en línea. Abundan los ejemplos: el pago de impuestos es en línea; las bases para las licitaciones de compras del gobierno se publican en Internet; se pueden programar citas con las áreas de atención del gobierno en línea y otros servicios más.

Los resultados del avance de e-gobierno son sorprendentes, a tal punto que México ocupa el sexto lugar en un ranking de Naciones Unidas en e-participación y está en el décimo primer lugar en materia de sofisticación y madurez de los servicios gubernamentales en línea que están disponibles. Por ello, se ve a México como uno de los diez países que más ha progresado en sus estrategias de e-gobierno<sup>31</sup>.

En el Reporte Global sobre Aptitud de e-gobierno difundido por la ONU (2005), México está en el lugar 31 entre 191 países evaluados, y es el segundo país de América Latina, después de Chile.

---

<sup>31</sup> CIDE, con información SFP. Por otro lado, de acuerdo a la OCDE México está considerado como el país que más ha avanzado en materia de actualización tecnológica (revista Política Digital, núm. 27).

## 2.2.4 Situación de la industria TIC en el país

Los principales segmentos de la industria son:

- Fabricación de equipo de TIC.

Los países asiáticos han incrementado sustancialmente su participación en la producción y exportación de los bienes de esta industria. Los principales países productores son China, Corea del Sur, Hong Kong, Singapur, Taiwán, Filipinas, Malasia y Tailandia. En contraposición, la participación en las exportaciones de equipo de cómputo de los países industrializados disminuyó de 89 por ciento a 51 por ciento, entre 1985 y 2000. La participación de América Latina en este segmento fue pequeña, pero pasó de 1.62 por ciento a 3.67 por ciento durante ese mismo periodo; dicho aumento se debió casi en su totalidad a que México aumentó su participación de 0.8 por ciento a 2.99 por ciento del total<sup>32</sup>.

- Fabricación de software e integración.

En el 2005, el mercado local de software en México obtuvo ingresos por 1,800 millones de dólares, de los cuales el 49 por ciento se generó por la venta de software en paquete y el 51 por ciento restante por servicios de software<sup>33</sup>. Adicionalmente, el mercado de exportación generó 221 millones de dólares<sup>34</sup>. Hoy, el mercado se encuentra dividido, 70 por ciento de paquetes de software lo producen empresas internacionales, pero en servicios la participación de firmas locales es importante.

---

<sup>32</sup> Dussel, P. E., Palacios Lara, J.J., Gómez, G. (coordinadores), La industria electrónica en México: problemática, perspectivas y propuestas, Universidad de Guadalajara, 2003.

<sup>33</sup> Select.

<sup>34</sup> Modelo de la oferta de TIC, 3er trimestre 2005, Select.

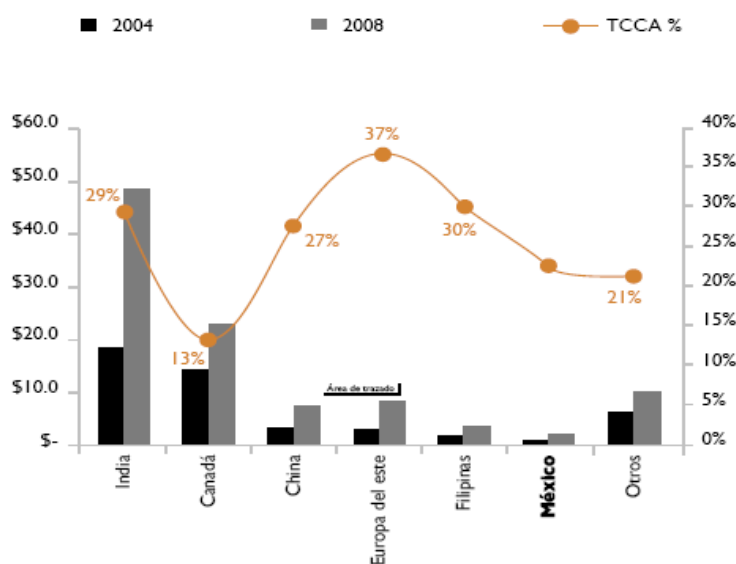
Se han dado pasos importantes para desarrollar la industria tanto a nivel nacional como internacional. En este sentido, el PROSOFT<sup>35</sup> ha sido sin duda el principal programa, con resultados muy positivos.

- Servicios de outsourcing y BPO (Business Process Outsourcing).

En México, en 2005, la demanda interna de servicios de TI alcanzó los 2,300 millones de dólares (incluyendo desarrollo de software), con un crecimiento del 8 por ciento anual. En este segmento los servicios de outsourcing son los más dinámicos; tienen un valor de mercado cercano a los 812 millones de dólares y crecen a un ritmo anual de 16 por ciento.

México tiene una gran oportunidad en desarrollar servicios de outsourcing tanto para el mercado nacional como internacional. A pesar de que ya exporta servicios tecnológicos como se muestra en la gráfica siguiente, su participación en el mercado es limitada.

Mercado mundial de exportación de servicios TIC y BPO



Fuente: "Mapping Offshore Markets", 2005, NeoIT.

<sup>35</sup> Secretaría de Economía, Programa para el Desarrollo de la Industria de Software en México, Secretaría de Economía, 2005.

La gráfica anterior muestra que México, en comparación con otros países como India e incluso Canadá, tiene una participación de mercado muy pequeña. India exporta 35 veces más servicios tecnológicos que México, y Canadá 25 veces más.

- Telecomunicaciones y servicios administrativos.

En los últimos años, la dinámica de los servicios de telecomunicaciones en México ha sido impulsada por el crecimiento de las conexiones de banda ancha para acceso a Internet en los hogares y en las organizaciones, así como por la adopción de servicios de valor agregado y soluciones integradas en las empresas de mayor tamaño. En este sentido, existe una marcada tendencia hacia la consolidación de las aplicaciones de telefonía IP en el país, además de la adopción de este tipo de soluciones entre organizaciones de todos los tamaños.

Se espera que los hogares –habilitados por una mayor penetración de accesos de banda ancha– busquen complementar sus servicios tradicionales de telefonía con aplicaciones de voz sobre IP (VoIP).

- Canales de comercialización de bienes y servicios TIC.

La facturación acumulada de los canales de comercialización de bienes y servicios TIC tiene una participación en el PIB cercana al 1 por ciento. Dichos canales están conformados por grupos heterogéneos de empresas, que se agrupan en torno a seis principales modelos de negocio, en función de su posición en la cadena de abasto y composición en sus ingresos por productos y servicios TIC<sup>36</sup>, y son: mayoristas, cadenas detallistas, distribuidores minoristas, distribuidores de valor agregado, integradores de redes y de soluciones.

---

<sup>36</sup> Modelo de la oferta de TIC, 3er trimestre 2005, Select, op. cit.

### 2.2.5 Barreras legales y de regulación para un desarrollo vigoroso de las TIC

Las TIC están compuestas por dos subsectores estrechamente vinculados en su operación cotidiana, pero que reaccionan diversamente a incentivos que derivan del funcionamiento de las normas que regulan sus mercados particulares. Estos subsectores son:

- El subsector de telecomunicaciones.
- El mercado de Tecnologías de Información.

En el caso particular de México, éste ha evolucionado de un régimen monopólico a uno de apertura completa a la competencia. Los pilares que desde 1990 han permitido la modernización y el crecimiento de las telecomunicaciones en México fueron, primero, la modificación del Título de Concesión de Telmex en 1990; luego, la promulgación de la Ley Federal de Telecomunicaciones en 1995, que abre todos los sectores de las telecomunicaciones a la competencia y hace transparentes y no discriminatorios los procesos para otorgar concesiones y dar certeza jurídica a los inversionistas que buscan entrar al mercado. Además ofrece opciones a los consumidores, y, por último, promueve el desarrollo del nuevo marco regulatorio del sector basado en la creación de la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) en agosto de 1996.

Las principales áreas que regula la Ley Federal de Telecomunicaciones son los de competencia e inversión extranjera, uso y explotación de las asignaciones del espectro radioeléctrico, las redes públicas de telecomunicaciones y las comunicaciones por satélite. Anteriormente los servicios satelitales estaban reservados exclusivamente para el uso del estado y con esta ley se abre a la participación de la inversión privada.

La Ley Federal de Telecomunicaciones se convierte en un elemento determinante en la oferta y demanda de servicios y en el establecimiento de las tarifas que tienen que pagar los usuarios por tener acceso y emplear los servicios de telecomunicaciones, pues

en la medida que presenten mejores condiciones para una competencia sana, se podrá impulsar la entrada de tecnologías recientes<sup>37</sup> con una mayor variedad de servicios eficientes con objeto de lograr una mayor penetración y cobertura de los servicios para finalmente proyectar sus beneficios en la economía del país y en la calidad de vida de un número mayor de personas.

En cuanto a la competencia en el servicio de telefonía local, esta ya es una realidad, pues se han otorgado 18 concesiones, 10 para la prestación del servicio con tecnología alámbrica y 8 para la prestación del servicio con tecnología inalámbrica. En servicios de larga distancia, en la actualidad existen 25 concesionarios. Hay competencia en las 200 principales ciudades del país, lo que representa alrededor del 83% de las líneas en servicio.<sup>38</sup>

Los beneficios logrados con la libre competencia es que se han reducido las tarifas al público. En larga distancia nacional, las tarifas disminuyeron en más del 62% en términos reales entre 1996 y diciembre de 2000. En larga distancia internacional (Estados Unidos y Canadá) y mundial (resto del mundo), se redujeron en más del 58% y 71% en términos reales, respectivamente.

Los principales retos a resolver para mejorar la situación regulatoria del sector TIC son:

- a) Obstáculos que derivan de las regulaciones de las telecomunicaciones

A pesar de las reformas en Telecomunicaciones que se llevaron a cabo en 1995 y que aumentaron la penetración de las TIC, aún existen muchos rezagos regulatorios que destrabar; ya que no se ha adoptado una política de competencia en el sector que permita la liberación y asignación de todo el espectro y fomente la convergencia de tecnologías.

---

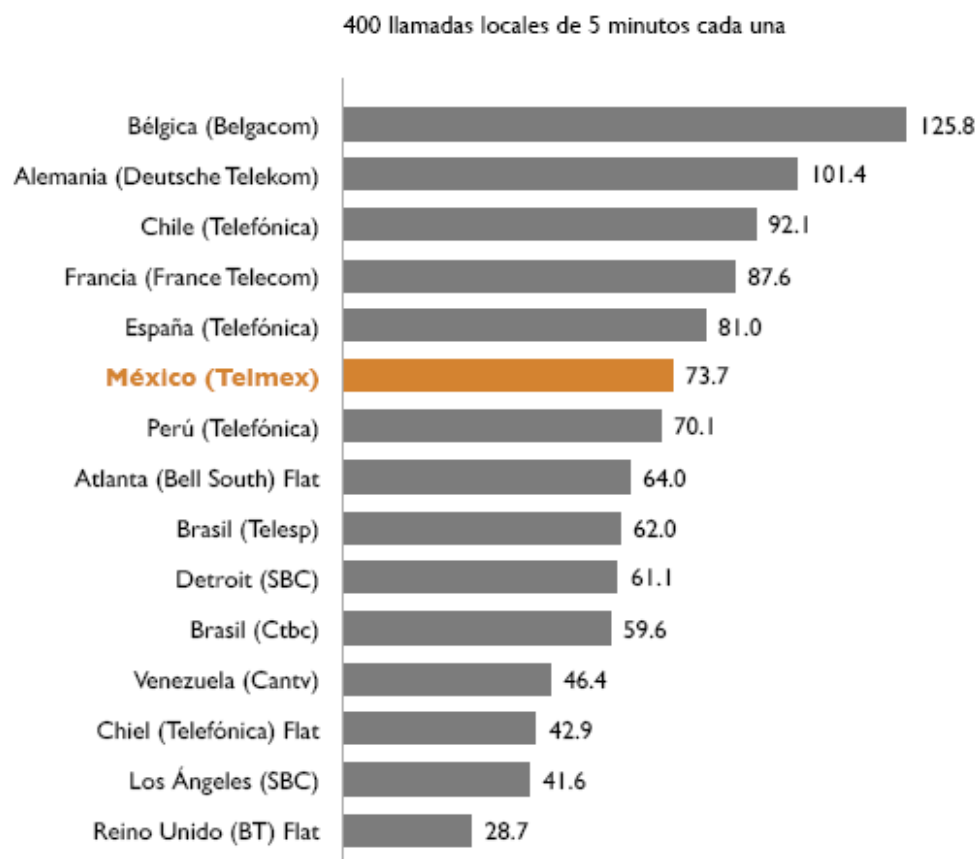
<sup>37</sup> Las tecnologías que contribuyen al crecimiento de la densidad telefónica son: la tecnología cableada convencional, las tecnologías inalámbricas fijas y móviles, las satelitales que emplean la banda L para servicios móviles y las de órbitas bajas, la telefonía pública y, finalmente, la telefonía celular para aplicaciones rurales.

<sup>38</sup> Cofetel



La falta de una política de mayor competencia en el sector ha hecho que no sólo no se aproveche de forma óptima el espectro, sino que México tenga tarifas locales y de larga distancia más altas que otros países (Ver imagen siguiente), lo cual impacta en la competitividad de las empresas.

### Costo de llamadas locales uso comercial



\* Tarifas en dólares mensuales por cargos de instalación, renta mensual y servicio medido.

Fuente: COFETEL.

En México, la Ley Federal de Telecomunicaciones contempla la asignación del espectro, así como su liberación. El problema se presenta en los largos periodos transcurridos sin que el gobierno haya licitado espectro (1997-2005). Por otro lado, el país no ha creado un mercado secundario formal para la compra y venta de espectro. Esto no sólo ha provocado la pérdida de recursos por no utilizar un activo de la economía, sino un retraso importante en la introducción de nuevas tecnologías como la televisión digital y los celulares de tercera generación.

b) Rezagos en la regulación de las telecomunicaciones y el fortalecimiento de COFETEL y COFECO

México adolece de rezagos regulatorios importantes, que no permiten tener las condiciones indispensables para fomentar el mercado y la adopción de TIC. Uno de los principales problemas ha sido la debilidad de la comisión reguladora del mercado de telecomunicaciones (COFETEL), cuyo decreto de creación le confirió facultades de regulación limitadas. Esto condujo a un proceso regulatorio lento e ineficaz, pues la entidad carecía de procedimientos flexibles y de autoridad suficiente para tomar acciones decisivas.

Desde su creación y hasta la reforma de abril de 2006, las resoluciones de la COFETEL fueron motivo de múltiples amparos por lo cuestionable de sus facultades, que no se encontraban debidamente reconocidas en la Ley. Así pues, la falta de autonomía y la limitación de sus facultades la llevaron a un proceso regulatorio lento e ineficaz, pues la entidad no disponía de procedimientos flexibles, ni tenía la autoridad suficiente para tomar acciones decisivas y oportunas en el sector.

En abril de 2006 se realizaron reformas y adiciones a la Ley Federal de Telecomunicaciones y a la Ley Federal de Radio y Televisión, que reconocen a la COFETEL en la ley y amplían su alcance a los servicios de radiodifusión, la institución sigue carente de atribuciones suficientes para su correcto desempeño, por lo que es necesario continuar reformando la ley para adicionarle funciones de una agencia

reguladora moderna, como lo recomienda la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

c) Obstáculos que derivan del marco normativo para las TI

Varios problemas afectan particularmente el desempeño del subsector de Tecnologías de Información, como el combate a los delitos cibernéticos. La legislación mexicana en materia de los llamados “delitos cibernéticos” es aún incipiente y susceptible de incrementarse y mejorar sustancialmente en los próximos años. pues su existencia afecta la confianza de los usuarios y el aprovechamiento eficiente de las TIC.

- Protección de datos personales

La necesidad de brindar al ciudadano una protección adecuada contra el posible mal uso de la información que le concierne, es indispensable para generar un ambiente de confianza en el comercio electrónico y en la transmisión de datos personales en diversos ámbitos.

La remisión masiva de mensajes ilícitos tipo “spam” es otro asunto ligado a la privacidad de los usuarios y al aprovechamiento óptimo del ancho de banda de las redes, al uso eficiente y competitivo de las TIC, en particular del correo electrónico.

- Protección de los derechos de propiedad intelectual

Uno de los aspectos más graves y de mayor repercusión sobre la inversión e innovación tecnológica en el país y respecto de la baja penetración de TIC en México, lo constituye la infracción sistemática a los derechos de propiedad intelectual, particularmente en la forma coloquialmente conocida como “piratería”.

Según la Business Software Alliance, en el año 2005 la piratería de programas de cómputo creció 2 por ciento, llegando a una tasa de piratería en software de 65 por ciento. Esto representó pérdidas económicas en la industria de software por 407

millones de dólares. Algunos estudios muestran que una disminución del 10 por ciento en la “piratería” está asociada con un crecimiento del 13.4 por ciento en el PIB.

Existen otras dos cuestiones de tipo financiero que frenan el desarrollo del mercado de las TIC del país, las cuales tienen diferentes formas de impactar el sector y la competitividad:

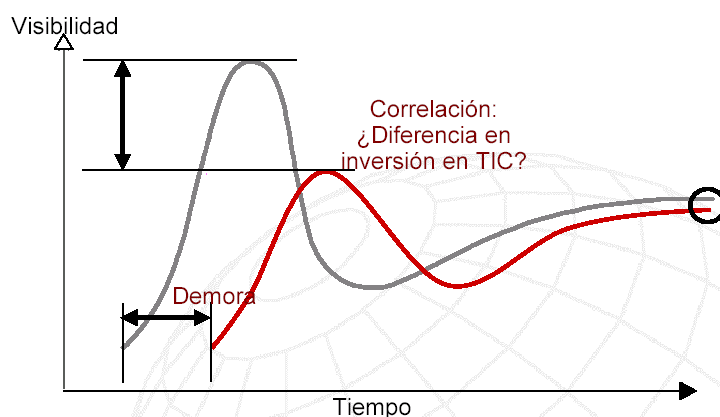
- Uso muy limitado de medios de pago digitales.
- Falta de financiamiento de capital de riesgo.

Una característica de la intermediación financiera en México es que la fracción del mercado de capitales (acciones y bonos) que se destina al sector privado es muy pequeña; en su mayoría se destina a financiar al gobierno federal vía la emisión de deuda pública. Por ello, la banca comercial ha sido, y sigue siendo, la fuente más importante de financiamiento para el sector privado.

Esto tiene importantes implicaciones para el desarrollo del sector privado, ya que bajo las condiciones actuales los recursos para financiar inversiones a largo plazo son sumamente limitados, puesto que si bien la banca es una fuente natural de financiamientos de corto plazo (capital de trabajo para las empresas y bienes de consumo para personas físicas) para las empresas, no lo es para el financiamiento de activos a largo plazo. El financiamiento a largo plazo es la tarea natural del mercado de capitales.

Por otro lado, el menor desarrollo relativo del mercado de capitales privados también limita los recursos disponibles para fondar proyectos de capital de riesgo o negocios durante su fase de arranque.

La curva de visibilidad de las TIC en México tiene un comportamiento diferente a la de E.U.A., país donde la inversión en TIC es alta y las TIC se han convertido en un *commodity*; en comparación, la curva de México presenta un desfase en el eje del tiempo que explica el ingreso tardío.



Si observamos la curva, esta presenta después de un crecimiento una caída explicada a a la gran debacle, que en el 2000, el Nasdaq experimentó, debido a una sobrevaloración del mercado de las tecnologías, una sobreestimación del mercado mundial de Internet y sobre todo un crecimiento excesivo de empresas llamadas punto com, en las cuales muchas personas consideraron que solo bastaba con tener una serie de computadoras con un servidor y listo, la empresa funcionaba. Muchas de ellas desaparecieron y hoy podemos constatar que los negocios que sobrevivieron a este período fueron los que tenían el respaldo de una organización tangible, con personas, procesos y bienes reales sin olvidar que el aspecto tecnológico cuente con elementos en el mundo físico.

La curva de visibilidad de las TIC en México explica su ingreso tardío a la Nueva Economía<sup>39</sup> y un desfase con respecto a la visibilidad explicada por la baja inversión en TIC, la infraestructura limitada, la poca experiencia en adopción de tecnologías y una insuficiente masa crítica en TIC que explica la disparidad en cuanto a tecnología digital. Basta mencionar que hay más computadoras en los Estados Unidos de Norteamérica que en todo el resto del mundo. “De acuerdo a la empresa Microsoft, en Estados Unidos existe una computadora por cada 13 niños o jóvenes, en México se da el acceso a una PC por cada 110 estudiantes, una penetración inferior al 10 por ciento”<sup>40</sup>.

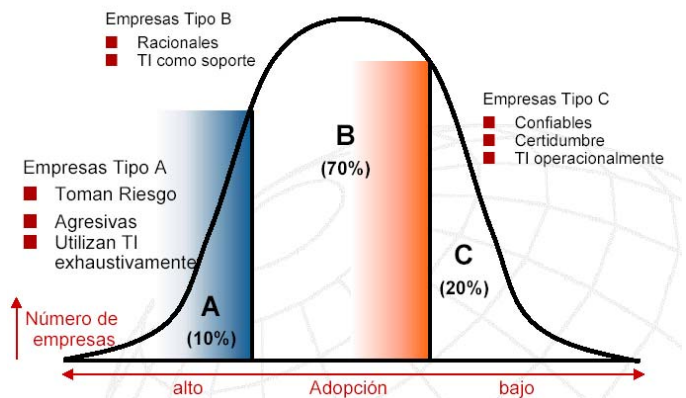
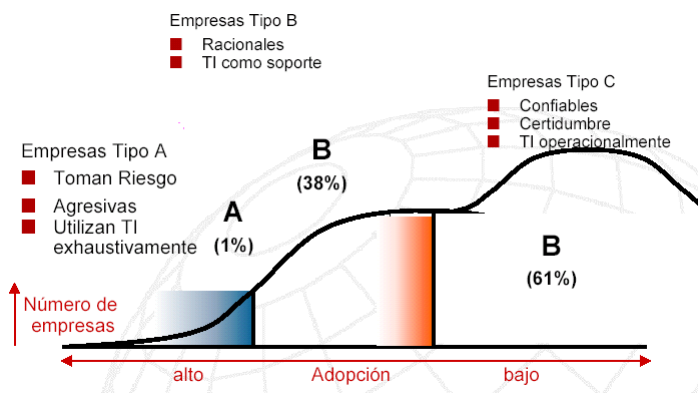
<sup>39</sup> Hasta ahora, la definición de Nueva Economía y Vieja economía, se ejemplifica en los mercados bursátiles de Estados Unidos: el New York Stock Exchange y el índice tecnológico Nasdaq. El primero de ellos representa al índice industrial; a las acciones de las empresas de la Vieja Economía; Nasdaq, representa a la llamada Nueva Economía, es decir a las empresas que combinan comunicaciones, información y alta tecnología.

<sup>40</sup> Reforma, Negocios, lunes 18 de junio de 2001.

Hay más recursos económicos en las zonas urbanas que en las zonas rurales, por lo que el ciudadano tiene acceso a terminales de computadora, Internet, bibliotecas electrónicas y muchos otros servicios que se pueden obtener por medio de los proveedores de servicios Internet. Por el contrario, para la población rural y semirural cada día son más los nuevos avances en materia de Tecnología de Información.

La razón por la que muchos países invierten en TIC es que con su uso habilitan flujos de información, sincronizan procesos y capacidades tecnológicas entre asociados comerciales permitiéndoles reducir costos, tiempos y crear valor para el consumidor. Los países desarrollados adoptan una postura activa respecto al uso TIC, ya que explotan su infraestructura disponible en tecnologías de información, consideradas ya bienes de consumo (*utilities*) para lograr reducción de costos e incrementar así la productividad.

Las empresas en Estados Unidos guardan un comportamiento tipificado tal como lo muestra la siguiente figura, donde las empresas del tipo A que representan un 10% del total existente se caracterizan porque ser agresivas, utilizar TIC exhaustivamente y tomar riesgos.



Mientras que las empresas tipo B que son un 70% del total, son racionales y utilizan a las tecnologías de información como soporte, y por último las empresas tipo C, las cuales se consideran confiables, con certidumbre y que utilizan TIC como medio de operación; éstas últimas representan un 20% del total.

En cuanto a los países de Latinoamérica su visión es de una apertura pasiva respecto al uso de TIC, la cual consiste en la generación de infraestructura y de importación de modelos de operación de TIC. Respecto al comportamiento tipificado en México. Las empresas tipo representan A apenas son el 1 %, las B un 38% y las tipo C un 61% del total de empresas existentes.

## 2.3 Tendencias en el Sector de las Tecnologías de Información y Comunicación

La perspectiva de crecimiento para el próximo 2008 para el mercado de las TIC en México superará los \$43,000 millones de dólares, un 9% más que la cifra alcanzada en 2007 y de 12% para el mercado TI. A pesar de la incertidumbre del mercado externo y a la economía mundial, este crecimiento sigue siendo alentador sobre todo si lo comparamos con la tasa de crecimiento esperada del PIB para 2008 que se sitúa alrededor de 2.8 y 3.6 por ciento.

Cabe destacar que el crecimiento estimado de la industria aún en el escenario pesimista, sigue rebasando con mucho el crecimiento de la economía. Los pronósticos para 2008 ubican el crecimiento de cuatro de los grandes sectores del mercado por arriba de los dos dígitos (Equipo 13%; Software 13%; Servicios de TI 10%; Consumibles 13%) y sólo en un segmento, el pronóstico se encuentra por debajo del promedio del mercado TIC (Servicios de telecomunicaciones en un 8%).

La perspectiva para el 2008 para los segmentos que componen la industria TIC en el país son:

- a) Software: Un crecimiento esperado para el mercado de software de aproximadamente 13%, impulsado principalmente por el mercado de aplicaciones y en específico por la implementación de ERP´s (Enterprise Resources Planning) en el sector de la pequeña y mediana empresa la (PyME)

y en aplicaciones poco robustas de CRM (Customer Relationship Management).

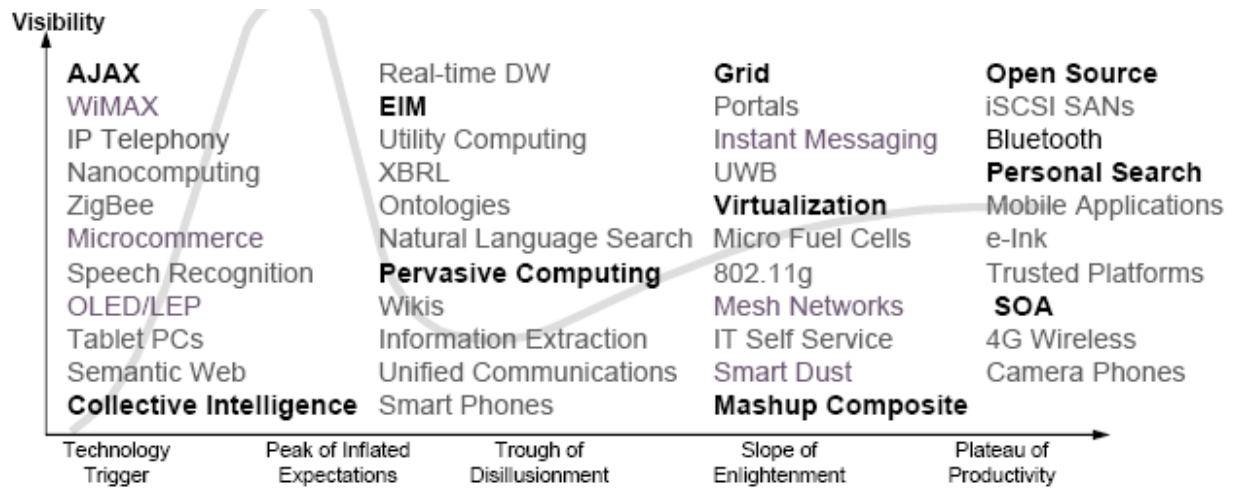
En lo que se refiere al mercado de bases de datos, se espera un crecimiento bajo pero sostenido, mientras que las herramientas de desarrollo se mantienen con un ritmo de crecimiento elevado gracias a importantes proyectos de integración en corporativos y a una mayor demanda para proyectos y centros de desarrollo de software.

- b) Mercado de servidores: Para el 2008 se espera un buen desempeño en el mercado de servidores debido a que se prevé continúen los proyectos en el sector financiero y manufacturero. Aunado a esto, se esperan algunos proyectos dentro de sector público. En la demanda sectorial se prevé que gobierno, finanzas y servicios intensifiquen su adquisición de equipos.
- c) Mercado de computadoras personales (PC´s): Se estima que en el 2008 el mercado total de PC´s crecerá a una tasa de 21%; sin duda el segmento más dinámico seguirá siendo el de equipos portátiles donde se estima un crecimiento de casi 35% motivado por las opciones de crédito al consumidor y por la creciente oferta de equipos, lo cual hará más accesible la adquisición para los usuarios. Se considera la PyME podrán incentivar el mercado de PC´s de escritorio durante 2008.
- d) Mercado de impresión: Durante 2008, se pronostican tasas de crecimiento mayores en equipos multifuncionales tanto láser como de inyección de tinta en comparación con los equipos unifuncionales; esto debido al ahorro de espacio y control de impresión que se logra con dicha aplicación en los corporativos así como al bajo precio ofrecido en los equipos para el hogar. Por otro lado se pronostica estabilidad en el mercado de láser con tasas moderadas de crecimiento, debido a que el sector público estará demandando mayores soluciones de impresión.



- e) Telecomunicaciones: El mercado de acceso a Internet podría crecer entre 23% y 25% en 2008 en términos de ingresos con respecto al 2007. La banda ancha aportará más del 85% de los ingresos totales del mercado de acceso a Internet.
- f) Canales de Distribución: En el sector de canales de distribución, los canales que en 2008 estén preparados con soluciones y financiamiento para responder a los nuevos esquemas de licitaciones y contratación de servicios por parte del gobierno y corporativos se podrían ver beneficiados.
- g) Mercado de Redes: En 2008 se espera una fuerte migración de los equipos tradicionales de voz PBX hacia funcionalidades IP como consecuencia de los avances tecnológicos de varios fabricantes; el impacto sin duda traerá una disminución del precio promedio de los equipos de voz y un incremento de servicios de integración y consultoría en telefonía basada en IP.
- h) Mercado de Servicios TI: El mercado de Servicios TI tendrá durante el 2008 podría experimentar un crecimiento cerca del 11%. El motor del crecimiento de servicios TI se encuentra en el mercado de outsourcing, que para el 2008 podría continuar con la dinámica de años anteriores y tener crecimientos superiores al 20%, resultado de la reactivación que tendrá el gobierno en la contratación de dichos servicios, siguiendo su tendencia del arrendamiento.
- i) Los segmentos más atractivos para el 2008 se centran en el mercado de seguridad que muestra una tasa de crecimiento arriba del 30%. Asimismo, el mercado de mantenimiento a aplicaciones tendrá una dinámica importante dadas las empresas que participan en este segmento se verán beneficiadas por contratos ganados durante 2007 en el sector gobierno.
- j) En la figura siguiente podemos ver el ciclo de visibilidad de algunas Tecnologías de Información y Comunicaciones, en el eje de las ordenadas se representa la visibilidad o grado de utilización de la tecnología mientras que el

eje de las abcisas representa el grado de madurez que de la tecnología de información y comunicaciones.



## 2.4 Metodología para proyectos de TIC

Existen dos crudas realidades en proyectos de TIC:

1. Alto riesgo: La probabilidad de que un proyecto de TIC tenga éxito es de un 30% a un 40%.
2. Retornos decrecientes: Cada inversión adicional en TIC no brinda las eficiencias como las de las primeras inversiones.

En el 2002, México invirtió 3,300 millones de pesos en proyectos que no cumplieron las expectativas iniciales. Invertir en TIC no es un asunto trivial, pues requiere de un proceso de planeación y de personal cualificado externo como interno.

Las principales razones por las cuales los proyectos de TIC fracasan se deben a:

- a) Falta de planeación y definición de metas claras alineadas a las estrategias de negocio.
- b) Incumplimiento de la oferta de los proveedores de tecnología.
- c) No existen un retorno rápido de la inversión (ROI).
- d) Deficiente toma de decisiones:
  - Falta de capacidad
  - Las personas que toman las decisiones no son las adecuadas.
- e) Falta de integración con los demás sistemas de tecnología.
- f) Desconexión entre las áreas de TIC y las unidades de negocio.
- g) Falta de capacidades técnicas y financieras.

- h) Desconocimiento en el uso de las herramientas.
- i) Falta de compromiso de la alta dirección.

Los problemas a los que a menudo se enfrentan las empresas en proyectos de TIC son de presupuesto restringido, productos clones de los cuales el 75% fracasa y en el 2002 representaron un 43% de costos por malas decisiones en TIC.

Hay que tener en claro que cualquier proyecto de TIC debe estar alineado a la estrategia de negocio de la empresa. A continuación se define y explican una serie de pasos en la planeación de proyectos de TIC:

- 1) Levantamiento tecnológico con el objetivo de analizar las capacidades actuales relativas a infraestructura tecnológica y operación de la misma.
- 2) Identificación de iniciativas: Automatización de procesos, Business to Business (B2B), comunicación interna, manejo de la relación con el cliente (CRM), E-learning, información gerencial e infraestructura tecnológica.
- 3) Análisis de iniciativas: estimación de la relación costo beneficio, ubicación de cada iniciativa dentro de la matriz de prioridades, donde: Gráfica NCR (EJE Y, impacto en el negocio, EJE X, Facilidad de ejecución).
- 4) Impacto en el negocio: Calcular el impacto en el negocio, por ejemplo el incremento en ventas o reducción de costos. Calcular el impacto en el cliente (retención de clientes actuales, generación de nuevos clientes, estudio comparativo con la competencia).
- 5) Facilidad de ejecución:
  - a. Generación de alternativas de solución.
  - b. Identificación de los requerimientos de infraestructura tecnológica (Software, hardware, Comunicaciones).

- c. Estimación de los montos de inversión.
  - d. Calificación y selección de la mejor alternativa.
- 6) Estimación monetaria aproximada de la inversión en infraestructura básica, bases de datos flexibles, herramientas de reporte, computadoras de mayor capacidad y lenguajes avanzados.
- 7) Calculo del Costo/Beneficio por iniciativa.
- a. Costos fijos: Comunicaciones, servidores de alta capacidad y bases de datos flexibles.
  - b. Costos variables: esquema de seguridad, desarrollo de programas, consulta de saldos por Internet.
- 8) Priorizar.

## 2.5 Proyecto e-México

El 5 de junio de 2003 se inauguró la red satelital de conectividad e-México, que comprende 3,200 localidades de todo el país incluidos los municipios y delegaciones del Distrito Federal. El objetivo del proyecto e-México es interconectar a los ciudadanos con servicios públicos como educación, salud, trámites de gobierno y comercio por medio de Internet.

El proyecto e-México se construirá de acuerdo a las necesidades básicas de contenido e infraestructura de cada municipio, de acuerdo con el índice de marginalidad y desarrollo humano. Lo que se necesite será financiado por el Gobierno Federal, los Estados, los municipios y el sector privado.

Mediante e-México, el gobierno buscan eliminar barreras y cadenas de intermediación para realizar trámites, haciendo éstos más fáciles y expeditos y con ello reducir costos y

mejorar la comunicación con los ciudadanos. La clave para conseguirlo está en usar las TIC de manera intensiva.

En la actualidad México es reconocido como uno de los países que más ha avanzado en la utilización de las TIC para comunicarse con la ciudadanía y proveer servicios en línea. Abundan los ejemplos: el pago de impuestos es en línea; las bases para las licitaciones de compras del gobierno se publican en Internet; se pueden programar citas con las áreas de atención del gobierno en línea así como otros servicios más.

A continuación se describen algunos de los servicios del gobierno en línea dirigidos tanto a personas físicas como a empresas. Se analiza la necesidad de una instancia que coordine esfuerzos en proyectos de e-gobierno para evitar los costos por la baja coordinación actual y los requisitos necesarios para la interoperabilidad de los sistemas entre las dependencias públicas. Por último se menciona la forma de como el gobierno está incentivando la participación ciudadana para empoderarlos y hacerlos partícipes en la toma de decisiones del país.

#### a) Servicios de e-gobierno

Los resultados del avance de e-gobierno son sorprendentes, a tal punto que México ocupa el sexto lugar en un ranking de Naciones Unidas en e-participación y está en el décimo primer lugar en materia de sofisticación y madurez de los servicios gubernamentales en línea que están disponibles.

En el Reporte Global sobre Aptitud de e-gobierno difundido por la ONU (2005), México está en el lugar 31 entre 191 países evaluados, y es el segundo país de América Latina, después de Chile. Entre los logros que se comentan están:

- Implementación del Sistema Electrónico de Contrataciones Gubernamentales (COMPRANET), que es el primer sistema de licitaciones públicas gubernamentales vía intranet en América Latina, para permitir mayor transparencia al proceso de adquisiciones y contrataciones de bienes y servicios

del gobierno federal. Durante 2005 se realizaron más de 12 mil licitaciones públicas electrónicas, que representan el 42 por ciento del total de las compras del gobierno.

- El programa del IMSS en línea, que ha beneficiado a más de 12 millones de trabajadores (92 por ciento de los trabajadores afiliados), al reducir el número de trámites y el tiempo de espera para hacer consultas y solicitudes.
- El e-SAT ha facilitado las obligaciones fiscales. De mayo de 2004 a mayo de 2005, el SAT recibió un total de 386 mil declaraciones de personas morales; es decir, el 99.8 por ciento de las declaraciones de los grandes contribuyentes. De personas físicas con obligación de declarar, se recibieron casi un millón, lo que representa el 80 por ciento de los causantes en esta categoría. El uso de la firma electrónica para verificar la identidad de los contribuyentes ha sido muy importante.
- En 2005 se unificó la base de datos de arraigos judiciales e impedimentos administrativos para consulta en línea, a fin de evitar otorgar pasaportes a individuos sujetos a algún proceso penal. Además, la emisión de pasaportes se redujo de 24 horas hábiles a 45 minutos.
- El INFONAVIT, con la instalación de más de 120 kioscos a nivel nacional y un centro de atención telefónica interactiva que recibe en promedio 1.2 millones llamadas al mes, ha impulsado de manera importante los programas de adquisición de vivienda de interés social. A través de su página atendió en promedio a 290 mil visitantes mensuales en 2005, lo que permitió concretar 21,900 diferentes transacciones diarias con los solicitantes.

En México, la colaboración entre las agencias y ministerios en e-gobierno es mínima existiendo duplicación y repetición de iniciativas, servicios y registros. En un estudio realizado se encontró que 40 por ciento de los estados carecía de metodologías para administración de proyectos. Uno de los principales papeles del gobierno mexicano es

compartir las mejores prácticas y promover la colaboración entre ministerios y agencias para asegurar que las experiencias de estos organismos sean aprendidas por otros.

El e-gobierno ha contribuido a mejorar la calidad de los servicios. Según una encuesta realizada por la OCDE en México, el 84 por ciento de los encuestados señalaron un impacto positivo en la calidad que brinda el gobierno. Sin embargo, poco se ha hecho para reorganizar los servicios de manera que el ciudadano sea el centro del proceso.

Aunque algunos proyectos de e-gobierno se analizan mediante el análisis costo-beneficio, la mayoría se hace sin criterios uniformes de una organización a otra. El punto está en que dada la escasez de recursos, el análisis costo-beneficio puede ayudar a priorizar el desarrollo de proyectos a fin de maximizar los beneficios del e- gobierno.

Según la OCDE, las barreras que tiene el e-gobierno en México son las siguientes:

- Barreras presupuestales: incluyen arreglos presupuestales inflexibles, incertidumbre sobre los fondos futuros y restricción de fondos. El contexto presupuestario está caracterizado por la combinación de una autoridad centralizada que realiza el gasto y tiene responsabilidades de monitoreo separadas tanto para el e-gobierno como para la administración pública. Por otra parte, el uso de un presupuesto anual, en lugar de uno multianual, no permite tener certeza sobre los horizontes presupuestales; a eso hay que agregar la rigidez de los mecanismos de gasto y financiamiento que dificulta reasignar recursos a las áreas de mayor prioridad o compartir recursos entre ministerios.
- Barreras regulatorias: el gobierno ha mejorado la estructura regulatoria, pero los esfuerzos se han enfocado exclusivamente en regulaciones externas y se ha hecho poco para simplificar las regulaciones al interior del gobierno.
- La brecha digital establece un límite práctico al impacto que puede tener el e-gobierno en México. Si bien el programa e-México está contribuyendo a mejorar el acceso a las TIC, especialmente en áreas remotas y rurales, su



aprovechamiento aún es bajo. En México, la importancia de esta iniciativa radica en reconocer los bajos niveles de penetración de Internet en comparación con otros países de la OCDE e implantar medidas para resolver esta situación.

b) Necesidad de una instancia que coordine esfuerzos

A pesar de los logros alcanzados, existen problemas muy serios que resolver, quizá el principal problema sea la falta de coordinación que hay entre dependencias del gobierno federal y los gobiernos locales, y entre los distintos Poderes de la Unión.

De hecho, actualmente no hay el equivalente de un Chief Information Officer (CIO) para las dependencias del ejecutivo federal. En consecuencia, aquellas tareas que requieren la coordinación de varias instancias, tardan mucho en resolverse o no se resuelven o, bien, requieren el involucramiento de funcionarios del más alto nivel.

Para definir prioridades también se requiere contar con una métrica de planeación y desempeño, que mida las tasas internas de retorno (TIR) de proyectos alternativos de e-gobierno. El mayor énfasis que se está poniendo en iniciativas de gobierno electrónico también debe acompañarse de mayor gasto en TIC en el presupuesto federal; de lo contrario, no se podrá avanzar al ritmo que avanzan otros países. Por ejemplo, hoy el gobierno de México gasta alrededor de 2 mil millones de dólares al año en TIC, o sea, cerca de 2 por ciento del presupuesto federal; mientras tanto, Chile gasta alrededor de 10 por ciento de su presupuesto en TIC.

c) Costo de la baja coordinación actual

Actualmente no sólo existen duplicaciones en portales y bases de datos de varias dependencias, sino hasta en call centers dentro de ellas. Por lo mismo, se dan casos en que distintas dependencias invierten en establecer sus propios centros de datos en lugar de invertir en un solo centro, el cual podría ser compartido por varias organizaciones. Todo esto contrasta tristemente con otros casos que se han resuelto mejor. Por

ejemplo, la integración del SAT, del IMSS y del padrón único de beneficiarios sociales, permite la interoperabilidad entre dependencias y un gasto mucho más racional.

Una mejor coordinación entre dependencias también redundaría en mayores beneficios para los ciudadanos, ya que se podría homologar el método de navegación y el diseño de todas las páginas públicas, como lo hicieron los canadienses, lo cual permitió capturar economías de escala y brindar mejor atención al ciudadano.

Existen varios esfuerzos para interconectar al gobierno, pero los resultados hasta ahora no son trascendentes.

Por otra parte hay esfuerzos aislados de coordinación entre entidades que han resultado ser exitosos. Un ejemplo de lo anterior, es la delegación Miguel Hidalgo (DF), que compartió un software que desarrolló para hacer más eficaz la respuesta a solicitudes con un municipio del Estado de México. Si bien es posible lograr mejoras mediante esfuerzos en este nivel, lo más importante es coordinarlos a nivel nacional para aprovechar las economías de escala, para lo cual debe comenzarse a nivel federal.

#### d) Prerrequisitos del cambio

Lograr la interoperabilidad del gobierno federal a nivel técnico no es una tarea muy costosa. Se requiere gastar menos de 30 millones de pesos en ello; sin embargo, no sólo se trata de lograr que las tecnologías se comuniquen, sino que lo hagan los funcionarios. Por ello, debe reconocerse que existe un problema adicional, que es capacitar a los servidores públicos para que puedan aprovechar las herramientas del gobierno electrónico.

Finalmente, la interoperabilidad de sistemas entre todas las dependencias públicas, permitirá crear ventanillas para que los usuarios puedan realizar cualquier trámite. Pero la integración de los servicios en línea no sólo es una cuestión tecnológica, sino también de "culturización" para vencer la desconfianza del ciudadano.

e) Las TIC facilitan la participación ciudadana en México

De acuerdo a la ONU, México se encuentra entre los 6 países del mundo que mejor atención brinda a sus ciudadanos a través de las páginas de dependencias públicas federales. No obstante lo anterior, aún no se integran los servicios de atención al ciudadano de tal forma que exista atención en línea, por teléfono y en persona, y se ofrezca un servicio estandarizado de clase mundial a todos los ciudadanos.

También falta crear un portal de e-participación con foros abiertos a la participación ciudadana, en los que intervengan los ciudadanos y sus representantes. El portal ciudadano [www.gob.mx](http://www.gob.mx), creado para darle mayor participación a la ciudadanía no ha servido a este propósito. El Foro de Democracia recibió sólo 30 mensajes en 20 meses de existencia; en su mayoría son de sólo dos ciudadanos.

En la actualidad, hay mucho campo para mejorar la participación en línea, ya que varios de los portales del gobierno están estructurados con base en la institución y no en el ciudadano. En general, los portales tienen problemas de inconsistencia y no cuentan con un índice que permita evaluar la satisfacción de usuario. Tampoco toman en consideración ciudadanos que hablan lenguas indígenas, ni discapacitados.

Los retos anteriores muestran la carencia de una política de Estado sobre el gobierno electrónico. Aunque hay avances innegables, también es evidente que los esfuerzos emprendidos, tanto a nivel de agencias del gobierno federal como de gobiernos estatales y municipales, todavía no se consolidan y están lejos de lograr su máximo potencial. Ante ello, es indudable que el principal reto en lo referente al gobierno electrónico, es la institucionalización y consolidación del mismo.

## 2.6 Visión de las Tecnologías de Información y Comunicación en México

La visión de cómo se podría verse el país en los siguientes 14 años gracias a la adopción de las Tecnologías de Información y Comunicaciones como una de las principales herramientas para detonar la competitividad se resumen en:

- Estar entre los veinte países más competitivos del mundo.
- Hacer la comunicación entre la sociedad y el gobierno directa, personalizada y continua.
- Crear ciudadanos informados y participativos, con movilidad laboral y mejores oportunidades de empleo.
- Establecer empresas productivas e inteligentes que utilicen TIC para producir bienes y servicios de mayor valor agregado e integrar las cadenas productivas.
- Contar con una industria TIC que dé servicios al resto del sector productivo mediante empresas de software y servicios que articularán los principales clusters, como el automotriz, aeroespacial, petroquímico y turístico.
- Instaurar un gobierno inteligente, que mantendrá una relación personalizada y continua con cada mexicano y aprenderá de sus necesidades; un gobierno flexible que ofrecerá asesoría y la posibilidad de realizar cualquier trámite a toda hora y desde cualquier lugar; un gobierno que hablará y discutirá con los ciudadanos, y los considerará para la toma de decisiones; un gobierno eficaz y eficiente, que gastará menos recursos y cumplirá mucho mejor la provisión de los servicios de educación, salud, seguridad, infraestructura y desarrollo social; un gobierno moderno, interconectado, que ya no utilizará papel y dará certeza jurídica a todos los mexicanos para que confíen en las nuevas formas de comunicación entre la sociedad.

Dichas metas a su vez implican:

- Cero rezago educativo en la población económicamente activa.
- Erradicar la pobreza extrema.
- Expedientes médicos electrónicos para todos los mexicanos.
- Lograr una penetración del 70 por ciento en computadoras al 2020 y hasta 70 por ciento en comercio electrónico.
- Que todos los mexicanos estén conectados por medio de un punto de conexión, al menos.

Para lograr las metas establecidas se requiere establecer primer lugar una agenda digital y una arquitectura institucional que permita su correcta implementación, así como contar con suficiente capacidad técnica, económica y política para lograr la coordinación entre los distintos órdenes de gobierno, la industria y la sociedad civil.

## 2.7 El impacto de las tecnologías de la información en las organizaciones

El viejo modelo de negocios que enfatiza activos fijos y capital de trabajo se ha vuelto vulnerable, ante organizaciones ágiles y rápidas que ya han tomado ventaja. ¿Cómo?, transformando , sus organizaciones para explotar los beneficios que la tecnología ofrece en la obtención de información para reducir costos.

Las organizaciones que florezcan en el siglo XXI tendrán algunas características: **Estar administradas mediante redes de cómputo:** complejamente entrelazadas con socios, trabajadores, contratistas externos, proveedores y clientes. **Serán más de bits y menos de átomos:** manejando información en lugar de enfocarse solamente a la administración de estructuras físicas. **Producirán de acuerdo a las necesidades del cliente:** proporcionando al cliente la tecnología para diseñar y demandar lo que requiera. **Buscarán el mejor capital intelectual:** pues necesitarán construir un reserva profunda de talento para triunfar en esta nueva era. **Serán globales:** La nueva corporación global podría estar localizada físicamente en los Estados Unidos, realizar la programación de su software en Sri Lanka, llevar a cabo su ingeniería en Alemania y manufacturar en China. **Serán digitales:** El corazón de las corporaciones del siglo 21 estará en la tecnología o lo que mucha gente llama ahora digitalización. La digitalización significa remover las mentes y manos humanas de las tareas más rutinarias de las organizaciones y reemplazarlas por computadoras y redes de trabajo. Digitalizar traerá beneficios como la disminución en el tiempo de diseño del producto, y en consecuencia reducirá costos, traduciéndose en ahorros y mejoras en velocidad. **Se retroalimentarán:** Las mejores compañías irán de la mano de sus clientes, pues los considerarán sus colaboradores aliándose con ellos para beneficio de la corporación. **Buscarán conexiones:** Las corporaciones del siglo 21 también aprenderán a administrar y conformar redes de trabajo de colaboración externas. Este conjunto de proveedores, socios y contratistas, les permitirá enfocarse a hacer lo que mejor saber hacer y hacer afuera lo que otras compañías saben desempeñar con gran eficiencia y

eficacia. Por lo tanto, el outsourcing y la formación de sociedades, será una necesidad a llevarse a cabo por las empresas del siglo 21. Por lo tanto en el nuevo siglo las alianzas se convertirán en cruciales. **Serán incubadoras de negocios:** Las corporaciones del siglo 21 verán a las universidades como centros de investigación y desarrollo de nuevos negocios<sup>41</sup>.

Podemos concluir que existe una estrecha relación entre las inversiones en TIC y la productividad y competitividad de un país. La adopción de estas tecnologías en nuestro país ha sido limitada y tardía, hay una articulación trunca de cadenas de valor que tenemos que resolver para aprovechar un potencial enorme, y para resolverlo tenemos que entender que no sólo se trata de invertir sino de invertir bien.

Uno de los fundamentos para el éxito de las empresas es comprender lo que las TIC representan en los negocios. Las TIC no son un fin en sí mismo, sino un medio para que por un lado las organizaciones puedan ser más eficientes y por lo tanto reduzcan sus costos de operación, y por otro puedan identificar nuevos mercados de clientes y proveedores.

---

<sup>41</sup> The 21<sup>st</sup> Century Corporation "The Great Transformation" by John A. Byrne.

## Referencias bibliográficas

1. Revista Política Digital, tomo 11, agosto-septiembre 2003.
2. OECD Information Technology Outlook 2002.
3. Propuesta para el uso y aprovechamiento las tecnologías de la información y comunicaciones, AMITI (Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información).
4. Despite early failures, computing will eventually become a utility, The Economist, 8 de mayo del 2003..
5. Management by Web, John A. Byrne, Revista Businessweek, agosto 28 del 2000.
6. Boletín de Política Informática, número 3, año 2002, INEGI.
7. Aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicaciones para el desarrollo de México, Dr. Ricardo Zermeño González, XIX Congreso Nacional Bienal del Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, marzo de 2002.
8. Características de acceso y uso de la computadora y la Internet en los hogares mexicanos Boletín de Política Informática No. 1, 2003, INEGI.
9. Habilitando procesos de negocio con tecnología: un análisis de la sincronización entre empresas, Boletín de Política Informática No. 2, 2003.
10. Comisión Federal de Telecomunicaciones [http://: www.cofetel.gob.mx](http://www.cofetel.gob.mx)
11. *Petróleo, manufactura y servicios, los que más invierten*, Iván Cid y Lilia Chacón, Tecnología Empresarial:  
[http://www.tecnologiaempresarial.info/circuito5.asp?ids=2&id\\_notas=6714](http://www.tecnologiaempresarial.info/circuito5.asp?ids=2&id_notas=6714)



12. *Falta alineación en aplicaciones tecnológicas en CRM*, Gartner, Tecnología Empresarial, agosto 21 del 2003:

[http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id\\_nota=6808&id=6](http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id_nota=6808&id=6)

13. *Mayor incremento en outsourcing de TI*, Gartner, Tecnología Empresarial, 19 de agosto del 2003:

[http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id\\_nota=6786&id=6](http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id_nota=6786&id=6)

14. Digital Planet 2006, World Information Technologies and Services Alliance (WITSA).

15. Las telecomunicaciones en Latinoamérica, Retos y Perspectivas, Dr. Arturo Serrano Santoyo, Editorial Prentice Hall, México 2000.

## El Sector Salud en México

**E**l modelo de atención a la salud en México está orientado a la reparación de los daños más que a su prevención, haciendo necesario un nuevo modelo institucional de atención integral a la salud, que transforme el enfoque tradicional de la atención médica, predominantemente curativa, hacia una prospectiva de atención integral a la salud, centrándola efectivamente en el usuario, enfatizando las acciones de promoción y educación para la salud, la prevención y detección oportuna de enfermedades, además debe ser reorientado para responder a los problemas derivados de la transición demográfica, epidemiológica y sociopolítica de la población.

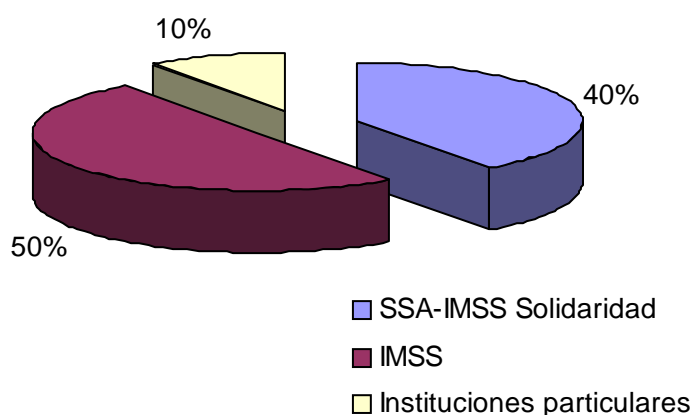
### 3.1 El Sistema Nacional de Salud

El sistema mexicano de salud tiene tres grupos de prestadores de servicios: el primero incluye a las instituciones que prestan servicios a la población no asegurada –alrededor de 40% del total de la población -, en su mayoría pobres del campo y la ciudad. Las agencias más importantes de este componente son la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) y el programa Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) - Solidaridad.

El segundo componente es la seguridad social, que se encarga de prestar atención a más del 50% de la población: el IMSS tiene a su cargo a los trabajadores del sector formal de la economía; el Instituto del Seguro Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) atiende a los empleados públicos; las fuerzas armadas tienen su propia institución de seguridad social, y esto ocurre con los trabajadores de PEMEX.

El tercer componente es el sector privado, al cual puede acudir cualquier persona con capacidad de pago. Este componente está formado por una gran diversidad de prestadores de servicios que trabajan, en su mayoría, sobre una base lucrativa, en consultorios, clínicas ambulatorias, hospitales y unidades de medicina tradicional. En teoría, este sector debería atender al 10% de la población. Sin embargo, de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional de Salud 2000, 21% de los derechohabientes de la seguridad social y alrededor de 28% de la población no asegurada reportan como su última fuente de atención ambulatoria a un prestador privado.

### Composición del sistema Nacional de salud



Si bien es mucho lo que se ha avanzado en materia de salud en nuestro país durante las últimas décadas, persisten tres grandes retos: la calidad, la equidad y la protección financiera.

Para enfrentar cada uno de los retos señalados, se plantearon cinco objetivos, consistentes con los objetivos del área de desarrollo social y humano el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.

1. Mejorar las condiciones de salud de los mexicanos
2. Abatir las desigualdades en salud
3. Garantizar un trato adecuado en los servicios públicos y privados de salud
4. Asegurar la justicia en el financiamiento en materia de salud.
5. Fortalecer el sistema de salud, en particular de sus instituciones públicas.

## 3.2 Aspecto Demográfico

En el terreno demográfico México experimenta dos procesos de enorme transición. El primero es una disminución de la mortalidad general e infantil, que en combinación con un descenso acelerado de la fecundidad –el número promedio de hijos por mujer en edad fértil se redujo de casi seis en 1975 a 2.4 en el año 2000- ha producido el envejecimiento de la población, es decir, el aumento de la proporción de personas de mayor edad en la estructura poblacional. Son justamente estas personas las que, además de demandar pensiones, experimentan procesos de enfermedad que requieren de una atención más compleja.

La acelerada y en ocasiones desordenada urbanización del país durante las últimas tres décadas ha generado nuevos riesgos a la salud, al tiempo que ha acercado a las personas a los núcleos de población en donde se concentran los recursos médicos. No obstante, la dispersión poblacional en las zonas rurales se ha mantenido.

La población mexicana creció más de siete veces en el siglo XX, al pasar de 13.5 millones en 1900 a 97.5 millones en el año 2000. En este mismo período, la tasa de

mortalidad general descendió de 35 a 4.5 muertes anuales por cada 1,000 habitantes y la tasa de mortalidad infantil de más de 200 decesos por 1,000 nacidos vivos registrados a sólo 26.

La esperanza de vida se incrementó considerablemente en el siglo, al pasar de 40 años en los hombres y 42 años en las mujeres en 1940 a 73 y 77 años en 2000, respectivamente. Además, la brecha en este rubro entre estados disminuyó, al pasar de casi 23 años entre los estados extremos en 1950 a poco más de cinco en 2000.

### Indicadores de mortalidad para México, 1950-2025

Indicadores de mortalidad	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2025
Esperanza de vida al nacer (años)	49.6	57.9	61.7	67.0	71.4	75.3	78.1	81.2
Mortalidad en la infancia (0-4 años)*	167	109	98	54	36	28	19	12
Hombres adultos (15-59 años)*	380	292	257	246	186	158	122	100
Mujeres adultas (15-59 años)*	319	235	193	145	107	91	66	50
Mortalidad todas las causas *	16.0	11.5	10.0	6.7	5.0	4.5	4.2	5.0
Enfermedades transmisibles, de la nutrición y de la reproducción **	49.8	46.3	57.3	34.4	26.2	14.0	12.5	10.1
Enfermedades no transmisibles**	43.7	47.1	34.7	49.8	59.8	73.3	73.0	77.8
Lesiones accidentales e intencionales**	6.2	6.5	10.6	15.7	13.9	12.7	12.5	12.1
* Por 1 000, calculado con base en tablas de mortalidad								
** Por ciento								
Fuente: Estimaciones basadas en CONAPO y OMS								

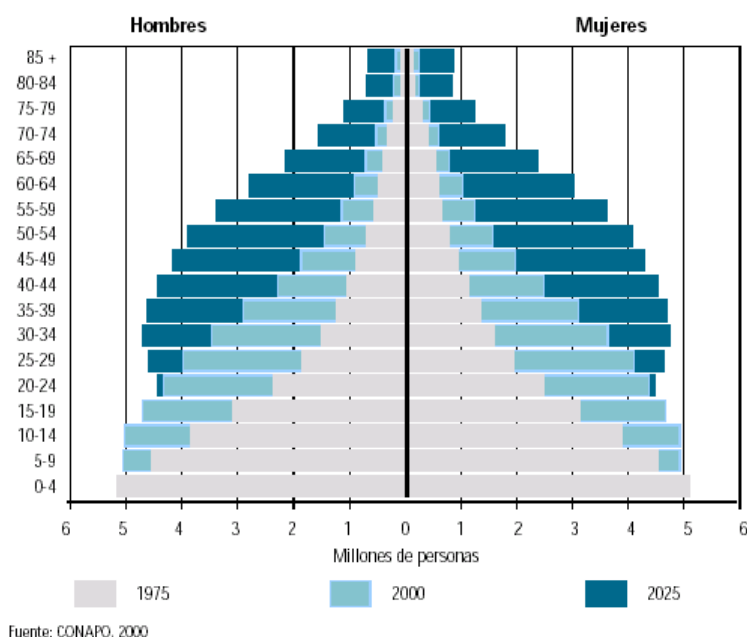
La natalidad empezó a descender a partir de los años setenta. El promedio de hijos por mujer en edad fértil pasó de seis en 1976 a 2.4 en el momento actual, cifras que nos hablan del enorme impacto de los programas de planificación familiar. En el año 2000 la prevalencia de uso de métodos anticonceptivos entre las mujeres en edad fértil ascendió a 70%.

### Indicadores demográficos para México, 1950-2000 y proyecciones para 2010 y 2025

Indicadores	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2025
Población*	25.1	34.9	48.2	66.8	81.2	97.5	112.2	126.0
Crecimiento anual %	2.6	3.3	3.1	2.5	2.0	1.4	1.0	0.5
Grupos de edad %								
0-14	42	44	46	43	39	34	27	21
15-65	55	52	50	53	57	61	67	69
65 y +	3	3	4	4	4	5	6	10
Muertes**	418	402	485	434	422	447	472	652
Nacimientos*	1.1	1.6	2.1	2.4	2.3	2.2	1.9	1.6
* Millones								
** Miles								
Fuente: 1930-2000, INEGI; 2010-2025, CONAPO								

Como resultado de la disminución de la mortalidad, la caída de la tasa de fecundidad y el aumento en la esperanza de vida, se han generado dos fenómenos que caracterizan a nuestro crecimiento poblacional reciente: un descenso de la velocidad de reproducción de nuestra población y su envejecimiento. La población mexicana, que se duplicó entre 1958 y 1981, volverá a duplicarse hasta 2030. Por otro lado, el porcentaje de adultos mayores en la estructura poblacional total se irá incrementando. De representar cuatro por ciento en 1970, los mayores de 65 años representarán diez por ciento de la población en 2025 (alrededor de 12.5 millones de adultos mayores).

## Distribución de la población por edades



“El Consejo Nacional de Población (CONAPO) ha formulado proyecciones basadas en hipótesis de crecimiento mínimo y máximo para las próximas décadas, tomando en consideración la fecundidad, la mortalidad y la migración internacional. De acuerdo con ellas, para el 2010 la población oscilaría –en millones de habitantes- entre 113 y 116; para el 2020 entre 119.7 y 130.5; para el 2030 entre 124.4 y 142.2 y para el 2050 entre 122 y 152.2<sup>1</sup>.”

“La reducción en la tasa de natalidad, una menor tasa de mortalidad y una mayor esperanza de vida al nacer, pueden generar que para el año 2020, aproximadamente, uno de cada cuatro mexicanos tenga entre 35 y 54 años de edad y uno de cada tres años sea mayor de 35 años. Este fenómeno tendrá profundas consecuencias en las esferas social, económica, política y cultural y particularmente en lo que se refiere a los servicios de salud”<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: Estimaciones y proyecciones del CONAPO bajo la hipótesis de crecimiento programático. Con base en: Consejo Nacional de Población, La situación demográfica de México, CONAPO, México, 1999.

<sup>2</sup> Ibid.

“Se requerirá de una enorme infraestructura en el país para la comunicación y la movilidad física de una creciente población; aumentará de manera acelerada la demanda de empleos (más de un millón por año) con una incorporación de la mujer al mercado laboral (la población económicamente activa pasará de 36.5 millones en 1995 a 54.6 millones en 2010); la presión sobre los servicios de salud y de seguridad social, que ya se advierte en la actualidad, se incrementará considerablemente, no sólo en el volumen de usuarios sino en el costo de la atención (se estima que una persona de mayor edad cuesta 2.5 o más veces que el costo de atención de un niño o un joven); se requerirán más médicos, enfermeras, hospitales y clínicas”<sup>3</sup>.

Estos cambios demográficos tendrán una influencia muy importante en las condiciones de salud de los mexicanos y en la demanda de servicios. El incremento absoluto de la población constituye en sí mismo un reto para el sistema de salud, pero en cambio en la estructura por edades podría llegar a ser todavía más trascendente, ya que los problemas de salud de la población adulta madura (45 a 64 años), y sobre todo de la población adulta mayor (65 años y más), son más costosos y difíciles de atender.

El panorama de México a finales del siglo XX se caracterizó por un crecimiento poco planificado de las ciudades; desequilibrios regionales muy fuertes; hacinamiento de la población en las grandes ciudades, principalmente en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey; continuación de la migración del campo a la ciudad; afectación del medio ambiente por las emisiones de gases industriales y de automotores; insuficiencia en la dotación de los servicios básicos urbanos como la atención a la salud.

Basta mencionar que en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se estima que la población será de cerca de 20 y 23 millones de habitantes en los horizontes de 2006 y 2020, respectivamente<sup>4</sup>.

Por otra parte, hay que reconocer la brecha existente entre los estados del norte y del sur de la República se ha venido ampliando de manera alarmante. Esta brecha se

---

<sup>3</sup> Ibid.



manifiesta en el coeficiente del número de habitantes por cada empleo manufacturero per cápita. Uno de los principales retos es disminuir las distancias que separan a las regiones del país y el aspecto sanitario es uno de los primeros que deben ser atendidos.

### 3.3 Aspecto Sanitario

En las últimas décadas del siglo XX se produjo en el país un aumento de las enfermedades no transmisibles (enfermedades cardiovasculares, cáncer, padecimientos mentales, adicciones) y las lesiones, lo que refleja un incremento en los riesgos asociados a la industrialización y la urbanización. A esto hay que agregar el surgimiento de nuevas infecciones –de manera muy notable el SIDA-, el resurgimiento de infecciones que parecían controladas –como la tuberculosis- el paludismo, el cólera y el dengue- y la aparición de padecimientos relacionados con la contaminación ambiental.

Al mismo tiempo, las infecciones comunes y las enfermedades de la nutrición y de la reproducción siguen representando una carga inaceptable para un país de ingresos medios como México. Este rezago en salud se concentra en las poblaciones más pobres y es el principal responsable de uno de los rasgos distintivos de nuestra transición epidemiológica: la desigualdad. Los daños a la salud en México siguen siendo mayores en el medio rural que en las zonas urbanas, en las entidades del sur del país que en los estados del norte, y en las familias de menores ingresos, sobre todo las familias indígenas, que en los hogares con mayores recursos.

Las enfermedades que son evitables con intervenciones de bajo costo son las que sobre todo dan origen al llamado rezago epidemiológico. Entre ellas destacan, como ya se señaló, los padecimientos relacionados con la desnutrición, las infecciones comunes y algunos padecimientos asociados con la actividad reproductiva.

---

<sup>4</sup> Plan regional metropolitano del Valle de México. UAM. Gobierno del Estado de México, 1993.

La desnutrición proteico-calórica constituye una huella distintiva e irreversible de la pobreza. La más reciente Encuesta Nacional de Nutrición, realizada en 1999, mostró que 18 por ciento de los niños mexicanos menores de cinco años presentan una talla para la edad menor a la ideal.

La mortalidad materna representa un problema de salud pública relacionado con la cobertura y calidad de los servicios de salud. La tasa de mortalidad materna en los municipios indígenas (municipios con 40% o más de población indígena) de Chiapas, Guerrero, Hidalgo y Oaxaca es de 11, 28.3, 9.1 y 12 por 10,000 nacidos vivos, Las cifras estatales para estas mismas entidades, en contraste, son de 7, 7, 5.4 y 5.8, respectivamente.

Los problemas de salud derivados de las emergencias y los desastres también constituyen un problema relacionado con el rezago en salud. En los últimos cinco años, los desastres naturales ocurridos en México –huracanes, temblores, inundaciones, sequías, erupciones volcánicas- generaron más de cinco millones de damnificados, alrededor de 2 mil muertes directas, y un número indeterminado de muertes indirectas, debidas en su mayoría a infecciones, insuficiencia de alimentos y falta de servicios básicos.

En el año 2005 cinco tipos de enfermedades –diabetes mellitus, enfermedades del corazón, cirrosis, enfermedades cerebrovasculares y enfermedades pulmonares- concentraron el 40% de las muertes ocurridas en el país.

En el año 2005 la diabetes fue la primera causa de mortalidad general, al concentrar casi el 14 por ciento del total de muertes. Un incremento de un poco más del 3 por ciento respecto a 1999.

La mortalidad por tumores malignos también va en ascenso. Las tasas aumentaron de manera muy importante entre 1980 y 2000, lo mismo que el peso relativo. Destaca en particular el incremento de ciertos tumores malignos de la mujer, como los tumores cérvico-uterino y de mama.

El cáncer de tráquea, bronquios y pulmón es la primera causa individual de muerte por tumores malignos en la población posproductiva. La tendencia de esta neoplasia asociada al tabaquismo es hacia el aumento, por lo que si no se establecen firmes políticas de control seguramente seguirá siendo un problema de salud pública por muchos años.

### Principales causas de mortalidad general en México, 2005

Orden	Causas	Defunciones	%
	Total	443,950	100
1	Diabetes mellitus	67,090	13.6
2	Enfermedades isquémicas del corazón	53,188	10.8
3	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	27,566	5.6
4	Enfermedad cerebrovascular	27,370	5.5
5	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	20,253	4.1
6	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	16,448	3.3
7	Accidentes de tráfico de vehículo de motor	15,742	3.2
8	Infecciones respiratorias agudas bajas	14,979	3.0
9	Enfermedades hipertensivas	12,876	2.6
10	Nefritis y nefrosis	11,397	2.3
11	Homicidios	9,852	2.0
12	Desnutrición calórico protéica	8,440	1.7
13	Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	7,018	1.4
14	Tumor maligno del estómago	5,328	1.1
15	Tumor maligno del hígado	4,839	1.0

16	Tumor maligno de la próstata	4,788	1.0
17	VIH/SIDA	4,650	0.9
18	Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios)	4,306	0.9
19	Tumor maligno del cuello del útero	4,270	0.9
20	Enfermedades infecciosas intestinales	4,263	0.9
	Causas mal definidas	9,484	1.9

En México la población de personas diabéticas fluctúa entre los 6.5 y los 10 millones, y nuestro país ocupa el noveno lugar de diabetes tipo II en el mundo<sup>5</sup>.

Según datos de la Encuesta Nacional de Salud 2000, casi 25% de la población mexicana de 20 a 69 años de edad presenta hipertensión.

Los trastornos depresivos siguen siendo un problema poco esperado, pero se sabe que en las próximas décadas serán la principal causa de pérdida de años de vida saludable en el planeta. Actualmente en México, al menos 40 por ciento de la población económicamente activa está deprimida, asegura Irma Corlay, médico siquiatra del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Sin embargo, las estadísticas oficiales de la Secretaría de Salud refieren que de 12 a 20 por ciento de la población de 18 a 65 años de edad -más de 10 millones de individuos- están deprimidos o sufrirán algún episodio de este tipo en algún momento de su vida. La misma dependencia reconoce que, por lo general, la depresión no es diagnosticada y mucho menos atendida con oportunidad.

---

<sup>5</sup> Periódico El Universal, Paul Frenk, México, D.F., a 12 de noviembre de 2007.

**Principales causas de pérdida de años de vida saludable en México por  
sexo, 2005**

Mujeres			Hombres		
No.	Causa	%	No.	Causa	%
1	Depresión unipolar mayor	6.5	1	Afecciones originadas en el periodo perinatal	5.9
2	Diabetes mellitus	6.3	2	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	5.1
3	Afecciones originadas en el periodo perinatal	5.3	3	Consumo de alcohol	4.8
4	Anomalías congénitas	4.3	4	Agresiones y homicidios	4.6
5	Enfermedades isquémicas del corazón	2.8	5	Accidentes de tránsito	4.6
6	Osteo-artritis	2.3	6	Diabetes mellitus	4.5
7	Cataratas	2.2	7	Anomalías congénitas	4.0
8	Enfermedades cerebro-vasculares	2.2	8	Enfermedades isquémicas del corazón	3.5
9	Demencia y enfermedad de Alzheimer	2.1	9	Depresión unipolar mayor	2.6
10	Asma	2.0	10	Peatón lesionado	2.2
Total (millones de AVISA)		6.9	Total (millones de AVISA)		8.4

En lo que respecta a VIH/SIDA, en México su incidencia tuvo un crecimiento inicial relativamente lento, pero después presentó una fase de crecimiento acelerado que alcanzó su pico en 1999. Entre 2000 y 2003 se mantuvo estable y empezó a descender en 2004. Los casos acumulados registrados hasta el final de 2006 sumaban poco más de 110,300 y se estima que más de 182,000 adultos son portadores del VIH. México ocupa el tercer lugar de América y el Caribe en el número de casos de SIDA, después de Estados Unidos y Brasil.

### 3.4 Aspecto financiero

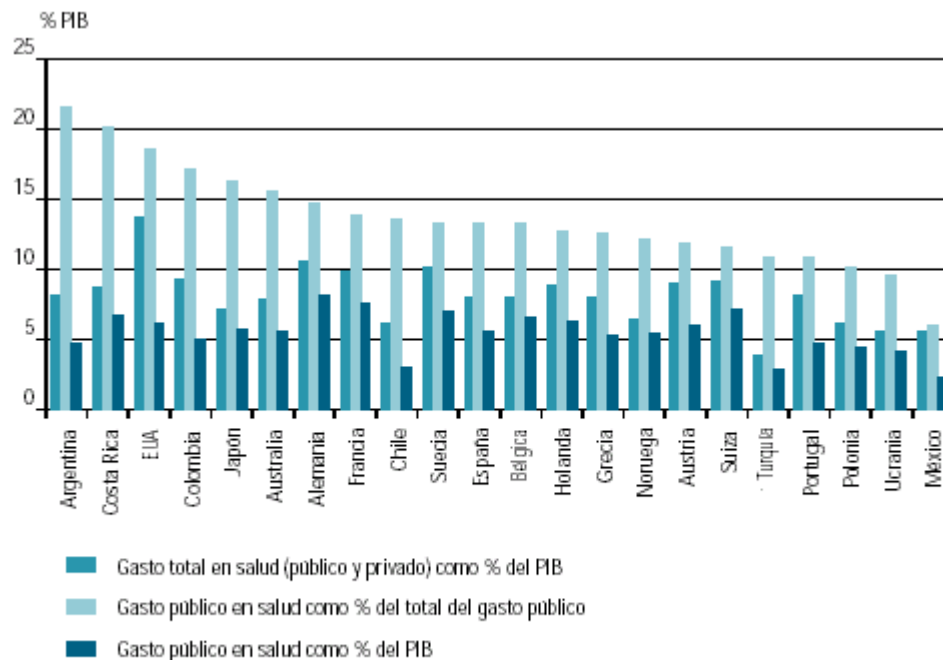
El Gasto en El gasto en salud en México se ha incrementado de manera importante en los últimos años. De 5.6% del PIB en 2000 aumentó a 6.5% en 2005. Lo mismo sucedió con el gasto per cápita en salud, que se incrementó de 3,664 a 4,981 pesos en el mismo periodo.

A pesar de estos incrementos, el porcentaje de su riqueza que México invierte en salud está por debajo del promedio latinoamericano (6.9%) y muy por debajo del porcentaje del PIB que le dedican a la salud otros países de ingresos medios de América Latina, como Argentina (8.9%), Brasil (7.6%), Colombia (7.6%) y Uruguay (9.8%).

De concretarse la movilización de recursos públicos que está planeada para extender la cobertura del Seguro Popular de Salud (SPS) a toda la población que no cuenta con seguridad social, y de mantenerse el ritmo de crecimiento observado en los últimos años en el gasto en seguridad social y el gasto privado en salud, el gasto en salud como porcentaje del PIB en nuestro país posiblemente se incrementará a 7.0% en 2010.

De acuerdo con un informe de la Organización Mundial de la Salud, México ocupa la posición 62 en cuanto a la aplicación de recursos para el cuidado médico de su población.

### Porcentaje del PIB destinado a salud



Fuente: OMS, 2000

Del gasto total en salud, 46% corresponde a gasto público y 54% a gasto privado. Con los recursos públicos se financia la operación de los dos tipos básicos de instituciones públicas de salud, las instituciones de seguridad social [Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa (SEDENA) y Secretaría de Marina (SEMAR)] y las instituciones dedicadas a atender a la población sin seguridad social [Secretaría de Salud e IMSS-Oportunidades (IMSS-O)]. Con los recursos privados se financian las actividades de trabajo en consultorios, clínicas y hospitales.

## Gasto público en salud

El gasto público en salud, como ya se mencionó, representa 46% del gasto total en salud, porcentaje mucho menor que el promedio de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que es de 72%.

En 2004 entraron en vigor diversas reformas a la Ley General de Salud que dieron origen al Sistema de Protección Social en Salud (SPSS) y a un nuevo componente del sector público de la salud, el SPS. Este seguro, que cubrirá a toda la población sin seguridad social (alrededor de 50 millones de mexicanos) en 2010, se financia con recursos federales que se le asignan a la Secretaría de Salud, recursos estatales y contribuciones familiares.

En 2005 el gasto público en salud total ascendió a 243,812 millones de pesos. De este total 122,331 millones (50%) le correspondieron al IMSS, 92,535 millones (35%) a la Secretaría de Salud, 21,233 millones (8.7%) al ISSSTE y 7,714 millones (3.1%) a los servicios de salud de PEMEX.

El gasto de las entidades federativas en salud es, además de reducido –sólo da cuenta de tres por ciento del gasto total-, muy heterogéneo: 27 estados aportan menos del 20% de su presupuesto, siendo los casos más extremos Chiapas, Durango, Oaxaca, San Luis Potosí y Zacatecas, que no llegan al 5%. Las cinco entidades que aportan más del 20% son Aguascalientes, el Distrito Federal, Morelos, Sonora y Tabasco.

Un problema del gasto en salud es su inequitativa distribución entre instituciones, entidades federativas y grupos de ingreso. El gasto por persona en servicios médicos de PEMEX, por ejemplo, es dos a seis veces mayor que el gasto de otras instituciones.

El gasto público por persona de los estados también varía considerablemente: en 19 se sitúa por encima del promedio y en 13 está por debajo, siendo los casos más extremos Guanajuato, México, Michoacán, Puebla y Veracruz.



### 3.5 Aspecto infraestructura

Para otorgar las prestaciones médicas se dispone de un sistema de unidades médicas organizadas en tres niveles de atención, que comprenden las unidades de medicina familiar, los hospitales generales de subzona, zona o región, y los hospitales de alta tecnología y máxima resolución diagnóstica-terapéutica. Esta red de servicios, sustentada en un sistema de referencia y contrarreferencia, asegura la utilización adecuada de los recursos instalados, permitiendo otorgar los servicios en áreas geográficas relativamente circunscritas, evitando grandes desplazamientos a la población, equilibrar las demandas de atención con los recursos instalados, mejorar la oportunidad y la calidad de la atención.

El primer nivel de atención lo constituyen las unidades de medicina familiar en donde se otorgan servicios de salud integrales y continuos al individuo y su familia; es el sitio de entrada al sistema de salud institucional.

El segundo nivel de atención lo forman los hospitales generales de subzona, zona o región en donde se atiende a los pacientes, remitidos por los servicios de los distintos niveles de atención, de acuerdo a la regionalización de los mismos, para percibir atención diagnóstica, terapéutica y de rehabilitación de conformidad a la complejidad de su padecimiento.

El tercer nivel de atención es la red de hospitales de alta tecnología y máxima resolución diagnóstica-terapéutica; en ellos se atiende a los pacientes que los hospitales del segundo nivel de atención refieren, o por excepción los que el primer nivel envíen de conformidad a la complejidad del padecimiento.

#### Unidades de Salud

México cuenta con 23,269 unidades de salud, sin contar a los consultorios del sector privado. De este total, 86.8% pertenecen al sector público y 17.2% al sector privado.

De ese gran total, 4,103 son hospitales y el resto, unidades de atención ambulatoria. Del total de hospitales, 1,121 son hospitales públicos y 3,082 son unidades privadas con servicios de hospitalización.

### Hospitales

México cuenta con 1,121 hospitales públicos. De este total, 628 pertenecen a las instituciones que atienden a la población no asegurada y el resto a la seguridad social. El mayor volumen de hospitales se ubica en la categoría de hospitales generales.

La cifra de hospitales por 100,000 habitantes es de 1.1 tanto en la seguridad social como en las instituciones que atienden a la población sin seguridad social. Sin embargo, existen diferencias importantes entre entidades federativas. La disponibilidad de hospitales en Baja California Sur y Campeche, por ejemplo, es seis y cinco veces más alta, respectivamente, que la del Estado de México.

Los registros regulares sólo permiten agrupar a los hospitales públicos en dos grandes categorías: menos de 30 camas y 30 camas y más. En la seguridad social, la mayoría de los hospitales (64%) se ubica en la categoría de 30 camas y más.

En las instituciones que atienden a la población sin seguridad social, los hospitales de 30 camas y más representan 54% del total.

Por lo que se refiere a los hospitales privados, su número asciende a 3,082, con diferencias importantes en el número de camas. La mayoría de estas unidades (69%) tienen menos de 10 camas y sólo 6.2% cuentan con más de 25 camas.

### Unidades de atención ambulatoria

El sector público cuenta con 19,156 unidades de consulta externa, incluyendo unidades y brigadas móviles. La mayoría (12,030) pertenecen a los Servicios Estatales de Salud (SESA). Le siguen en orden de importancia IMSS-Oportunidades, con 3,540 unidades, y el IMSS, con 1,507. Estos números absolutos arrojan una tasa de unidades de consulta

externa por 100,000 habitantes de 20.7 para los SESA, 33.3 para IMSS-Oportunidades y 3.4 para el IMSS.

### Camas

La capacidad de producción de servicios de los hospitales también puede medirse a través del número de camas disponibles, que son de dos tipos: las llamadas camas censables, que son la fuente de los registros de egresos hospitalarios, y las camas de las áreas de urgencias y otros servicios, que no generan formalmente egresos hospitalarios por ser de observación o de corta estancia.

El sector público de la salud cuenta con 78,643 camas, de las cuales 53.7% corresponden a hospitales de la seguridad social y el resto a hospitales de las instituciones que atienden a la población sin seguridad social. Por institución, la Secretaría de Salud concentra el mayor volumen de estos recursos, con 42.4%, seguida por el IMSS e ISSSTE, con 37.3 y 8.6% de las camas, respectivamente.

Por lo que se refiere al número de camas por 1,000 habitantes, el sector público mexicano cuenta con una cifra de 0.74 camas, inferior al valor estándar sugerido por la OMS, que es de 1 cama por 1,000 habitantes. La cifra correspondiente a las instituciones de seguridad social es de 0.87 camas, contra 0.63 de las instituciones que atienden a la población sin seguridad social.

Hay importantes diferencias en los valores de este último indicador entre entidades federativas.

En los hospitales de los SESA de Colima, la disponibilidad de camas por 1,000 habitantes es 8.5 que significa que es 4.5 veces más alta que la de Puebla y Chiapas, respectivamente. En el IMSS también se observan diferencias de esta naturaleza. El IMSS en Morelos dispone de tres veces más camas (0.9 por 1,000 derechohabientes) que el IMSS en Guanajuato (0.3 camas por 1,000 derechohabientes).

## Quirófanos

El sector público cuenta con 2,893 quirófanos en todo el país; 1,526 pertenecen a las instituciones de seguridad social y el resto a las instituciones que atienden a la población sin seguridad social.

El número de quirófanos por 1,000 habitantes para el país en su conjunto es de 2.7, de 2.3 para la población sin seguridad social y de 3.2 para la población con seguridad social.

En estos quirófanos en 2005 se generaron 3.1 millones de cirugías; 58.2% se efectuaron en los hospitales de la seguridad social y el resto en los hospitales de las instituciones que atienden a la población sin seguridad social. El promedio diario de cirugías por quirófano es de 2.9, con importantes diferencias entre instituciones y estados. En los hospitales de la seguridad social este promedio es de 3.3, destacando el IMSS, donde se realizan casi cuatro cirugías diarias por quirófano. En cambio, el valor de este indicador en las unidades hospitalarias que atienden a la población sin seguridad social es de 2.5.

A continuación se muestra una tabla que indica el número de unidades de atención, camas y quirófanos en instituciones públicas en México en el 2005.

	Nacional	Población Sin Seguridad Social			Población con seguridad		
		Secretaría de Salud	IMSS Oportunidades	Otros	IMSS	ISSSTE	Otros
Camas	78,643	33,388	2,181	782	29,351	6,825	6,116
Quirófanos	2,893	1,259	69	39	992	284	250
Hospitales	1,121	533	69	26	264	106	123
Unidades de consulta externa	19,156	12,030	3,540	53	1,507	1,127	899

#### Equipo de alta especialidad

La tecnología de alta especialidad es un recurso valioso para el diagnóstico y tratamiento de todo tipo de enfermedades. Estos equipos son de alto costo y requieren de personal especializado para su operación y mantenimiento.

Los tomógrafos son equipos de diagnóstico médico que permiten observar el interior del cuerpo humano a través de cortes transversales usando rayos X. En México, en el sector público, se cuenta con 175 unidades de este tipo: 69 en las instituciones que atienden a la población sin seguridad social, 46 en el IMSS, 25 en el ISSSTE y 22 en PEMEX, SEDENA y SEMAR. Los 13 restantes pertenecen a otras instituciones públicas.

Las unidades privadas con servicio de hospitalización cuentan con 185 unidades. Estas cifras arrojan una tasa por millón de habitantes de 1.2 para la Secretaría de Salud y

otras instituciones que atienden a la población sin seguridad social y de 2.2 para las instituciones de seguridad social.

Los aceleradores lineales se utilizan para el tratamiento de diversos tipos de cáncer, como el de cabeza y cuello, testículos, próstata, mama y pulmón en estadios iniciales, entre otros. Los SESA y la Secretaría de Salud federal contaban en 2005 con 17 aceleradores lineales distribuidos en siete entidades federativas (10 en el Distrito Federal, dos en Jalisco, y uno en los estados de Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco y Veracruz, respectivamente). Esta cifra arroja una tasa de 0.12 aceleradores por millón de habitantes sin seguridad social. El IMSS contaba ese mismo año con 13 aceleradores (cuatro en el Distrito Federal, cuatro en Nuevo León, dos en Jalisco, y uno en Durango, Guanajuato y Puebla, respectivamente), para una tasa por millón de habitantes de 0.3.

El sector público de México cuenta con 346 mastógrafos, de los cuales 63% pertenecen a las instituciones de seguridad social (IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEDENA y SEMAR) y el resto a las instituciones que atienden a la población sin seguridad social. Las unidades privadas con servicio de hospitalización cuentan con 273 unidades. Estos números absolutos arrojan una tasa de mastógrafos en el sector público de 12.6 por millón de mujeres de 25 años y más, con diferencias importantes entre instituciones. La disponibilidad de mastógrafos por millón de mujeres de 25 años y más en el IMSS es de 18.7, contra 6 en las instituciones que atienden a la población sin seguridad social.

Finalmente tenemos a los litotriptores, que se utilizan para el tratamiento de los cálculos renales y vesiculares. Las instituciones que atienden a la población sin seguridad social cuentan con sólo 17 equipos de este tipo, lo que equivale a 0.3 litotriptores por millón de habitantes. Estos equipos están distribuidos de la siguiente manera: siete en el Distrito Federal, tres en Jalisco, dos en Sinaloa, y uno en Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, Sonora y Tabasco, respectivamente. El IMSS, por su parte, cuenta con 76 litotriptores, lo que equivale a 1.69 equipos por millón de asegurados. Los

litotriptores del IMSS están mejor distribuidos, ya que están disponibles en 20 estados de la república.

### Medicamentos

Uno de los insumos fundamentales del proceso de atención a la salud son los medicamentos. En años recientes, la disponibilidad de estos productos en las unidades públicas de atención a la salud ha sido motivo de una enorme preocupación por parte tanto de los usuarios como de las instituciones prestadoras de servicios de salud.

Las mediciones externas de la disponibilidad de estos insumos indican que ésta ha mejorado en el ámbito ambulatorio, pero no así en los hospitales.

Como en el caso del resto de los recursos, existen importantes diferencias en este rubro entre instituciones y entidades federativas.

En 2005 los porcentajes de recetas surtidas completamente en unidades ambulatorias variaron entre instituciones. El IMSS-Oportunidades presentó porcentajes de 94.3% contra sólo 61.2% en las unidades de los SESA que no atienden a la población afiliada al SPS (figura 22). Los datos iniciales de 2006 nos hablan de una importante mejoría en los SESA, que alcanzaron porcentajes de recetas completamente surtidas en unidades ambulatorias de 89% en las unidades que ofrecen servicios a los afiliados al SPS y de 79% en las unidades que no ofrecen servicios a estos afiliados.

Hay también diferencias entre estados. El porcentaje de recetas completamente surtidas a los afiliados al SPS en las unidades de atención ambulatoria fue superior al 90% en nueve estados e inferior a 69% en cinco entidades federativas.

Llaman la atención Baja California, Campeche, Chihuahua, Tabasco, Tamaulipas y Tlaxcala, que en las mediciones de 2005 y 2006 mostraron porcentajes de recetas completamente surtidas superiores al 90% en todas sus unidades.

En la Encuesta Nacional de Satisfacción y Trato Adecuado que se llevó a cabo en 2005 se verificó la existencia de 30 medicamentos que siempre deberían estar disponibles en hospitales. En 70.4% de los hospitales de los SESA se contaba con la totalidad de estos medicamentos. Por lo que se refiere al surtimiento completo de recetas, sólo 44.4% de los afiliados al SPS egresaron con sus recetas totalmente surtidas.

La industria farmacéutica mexicana ocupa el sitio número 15 en el volumen de producción mundial. En 1998 tuvo ventas por cinco mil millones de dólares. Cerca del 80% de estas ventas se hicieron en el mercado privado y 20% fueron ventas al gobierno. El 72% de los medicamentos fueron productos de empresas extranjeras y 28% de compañías mexicanas. Sólo 15% de estos productos fueron medicamentos genéricos.

El acceso a estos insumos es muy variable. Los derechohabientes de la seguridad social reciben los medicamentos que requieren sin pago de bolsillo. En las unidades de las instituciones para la población no asegurada hay un problema crónico y serio de abasto de medicamentos. En la Encuesta Nacional de Salud de 1994 se menciona que la principal causa de no utilización de los servicios de Salud fue la no disponibilidad de medicamentos. A esto debe agregarse la barrera económica: una investigación reciente indica que el costo promedio de las recetas surtidas en las farmacias privadas y en las farmacias de la SSA es de aproximadamente 100 pesos, equivalentes a 2.5 salarios mínimos. Además, 55 por ciento de las familias entrevistadas habían consumido algún tipo de fármaco en las dos semanas previas. Este problema espera mitigarse con el Programa de Medicamentos Genéricos Intercambiables.

#### Recursos humanos

México enfrenta un déficit relativo de médicos y enfermeras, y, sobre todo, un grave problema de distribución de estos recursos.

En 2005 México disponía en las instituciones públicas de 648,283 trabajadores de la salud: prestadores de servicios clínicos, empleados administrativos y otro tipo de



personal. De ese total, 22.2% correspondía a médicos en contacto con pacientes, 30.5% a enfermeras y 4.5% a personal involucrado en servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento. Entre 2000 y 2005 el número de médicos se incrementó 19% y el número de enfermeras sólo 3.9%. La información sobre recursos humanos en el sector privado es muy limitada. Se calcula que en él laboran poco más de 55 mil médicos, alrededor de 37 mil enfermeras y cerca de 4 mil trabajadores involucrados en la prestación de servicios auxiliares.

Estas cifras, al distribirse en la población del país, arrojan una tasa de 1.85 médicos por 1,000 habitantes, cifra inferior al promedio de la OCDE, que es de 2.9, y a las de Argentina (3.0) y Uruguay (3.6), pero superior a las de Brasil (1.15) y Colombia (1.35).

Existen importantes diferencias entre estados. El Distrito Federal cuenta con tres médicos por 1,000 habitantes; Oaxaca, Guanajuato y Chihuahua cuentan con uno, y Puebla, Chiapas y el Estado de México con menos de uno. Cabe además destacar que en seis entidades (Distrito Federal, Jalisco, México, Nuevo León, Puebla y Veracruz) se concentran cerca del 50% de los médicos del país.

La tasa de médicos por 1,000 habitantes en los municipios de muy alta marginación es de 0.7, mientras que en los municipios de muy baja marginación es de casi 2.5. El caso más extremo es el de los municipios indígenas de Oaxaca, que cuentan con sólo 0.13 médicos por 1,000 habitantes.

También hay diferencias importantes en la disponibilidad de médicos entre instituciones públicas. PEMEX cuenta con más de tres médicos por 1,000 derechohabientes, contra menos de dos en la Secretaría de Salud, IMSS e ISSSTE, y menos de uno en el IMSS-Oportunidades.

La situación de las enfermeras es similar. A nivel nacional se cuenta con 2.2 enfermeras por 1,000 habitantes, cifra muy inferior al promedio de los países de la OCDE, que es de 8. Hay importantes variaciones entre estados. El Distrito Federal cuenta con casi cinco enfermeras por 1,000 habitantes, contra menos de una en el Estado de México. La

relación de enfermeras por médico es de 1.2. En países como Canadá, Luxemburgo y Japón esta relación es de 4 a 1.

Referente al aspecto de la demanda en los servicios de salud, esta, se refleja en el crecimiento de la población derechohabiente del IMSS en la última década en un 10.26%, ocasionando con esto, un abasto insuficiente, diferimiento, inoportunidad e inequidad en el acceso a los servicios sanitarios. Entre 1995 y 1999, la población usuaria del IMSS creció un 15%, amparando a 44.5 millones de derechohabientes.

En cuanto a la cobertura física de los servicios de salud, ésta es incompleta, pues se ha visto disminuida en los últimos 5 años, del 48% al 38% de la población en general, no obstante los usuarios del servicio se conservaron.

Durante el último decenio, el presupuesto autorizado para los servicios de conservación de los centros hospitalarios no ha sido suficiente, ya que sólo se han realizado acciones prioritarias, dejando de lado la realización de acciones preventivas y de imagen física de las unidades, lo que ha originado un rezago importante en las acciones de conservación, máxime que la edad promedio de las instalaciones era de 22 años sobre una vida útil de 40.

Respecto a la inversión física, en los últimos 5 años la inversión, ésta se redujo en un 52%, provocando consecuentemente la obsolescencia de la infraestructura de las unidades médicas, aunada a las restricciones presupuestales para su crecimiento y el de plantillas de personal.

### 3.6 Aspecto Profesional, Científico y Tecnológico

En el campo científico somos testigos de grandes avances en biotecnología, informática y telecomunicaciones, que prometen ampliar la capacidad de los servicios para identificar y resolver los problemas de salud.

Es importante destacar que de acuerdo a estadísticas mundiales, las inversiones por equipos a escala internacional representan aproximadamente el 3 por ciento del total de los gastos médicos que existen en un país, y México no es la excepción. Cabe señalar que todos los productos son importados, pues la mayoría se producen en Europa en Estados Unidos de Norteamérica, por lo que cuentan con tecnología de punta y son a estos países a los que pertenecen los grandes monopolios de fabricantes de el mercado de equipo médico de alta tecnología. Ejemplo de estas empresas podemos mencionar a Hewlett Packard, Siemens, Toshiba, Philips y otras.

En un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud, Latinoamérica tiene una población de casi 600 millones de habitantes; existen poco más de 16,500 hospitales y 1,100,000 camas hospitalarias. El 50% de los equipos no se usan porque no funcionan o no se saben utilizar.

En cuanto al recurso humano, y analizando quién está a cargo de esos 16,500 hospitales, el déficit de personal profesional y técnico es del 75%. El personal que está al cuidado de esta infraestructura física y tecnológica es empírico y de bajo nivel de escolaridad. En el sector público, hay un 19% de personal técnico egresado de escuelas técnicas; sin una especialidad en mantenimiento de equipo médico y el 6% es profesional universitario en el área eléctrica, electrónica, mecánica, pero muy pocos con una especialización en ingeniería médica.

Una de las metas del sector salud es integrar la unidad interinstitucional para la evaluación de la tecnología, cuyo objetivo será certificar la calidad, confiabilidad, eficiencia y eficacia de los equipos médicos que se importan al país y se que fabrican en

el territorio nacional, definiendo métodos para su valoración, evaluación, asimilación, adquisición, uso, sustitución y recomendación.

Como también consolidar el enfoque ambulatorio de la atención hospitalaria, al vincular los avances tecnológicos de realizar procedimientos médicos y quirúrgicos de mayor complejidad con una menor invasión al paciente con un menor costo y tiempo. Para conseguir tales objetivos el diagnóstico por imagen está siendo cada vez más importante en el sector salud de nuestro país.

El funcionamiento de los hospitales mexicanos es cada vez más competitivo, (tanto por las exigencias de los usuarios, de los servicios y de los terceros pagadores) particularmente en sector privado, aunque también existen tendencias en la misma dirección en las instituciones del sector público. No es posible sustentar el "derecho a la salud"<sup>6</sup> si no se garantiza a la población que los servicios hospitalarios son de buena calidad, ello significa ofrecer a los pacientes los mayores beneficios posibles con los menores riesgos para su salud y vida.

Hoy en día, existe en todo el mundo una fuerte movilización hacia la certificación, tanto en el sector privado de producción de bienes y servicios como en algunos organismos gubernamentales. Los servicios de salud no escapan a estas acciones, por lo que existe una tendencia a mejorar la calidad de los servicios a través de procesos de certificación.

Dentro de los objetivos que establece el Programa de Reforma del Sector Salud 1995 - 2000, se encuentra el de establecer instrumentos para promover la calidad y eficiencia de la prestación de los servicios de salud. Por disposición constitucional, el Consejo de Salubridad General (CSG) tiene carácter de autoridad sanitaria, por lo que en su organización colegiada están representadas diversas dependencias y entidades públicas,

---

<sup>6</sup> El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su párrafo cuarto menciona el "derecho de toda persona a la protección a la salud".

así como instituciones nacionales de educación superior y asociaciones científicas de profesionales de las disciplinas para la salud.

Para cumplir con este encargo, el CSG estableció la Comisión Nacional de Certificación de Hospitales, integrada por organismos públicos, organizaciones académicas, sociedades profesionales, representantes de la sociedad. Y con el CSG como autoridad sanitaria.

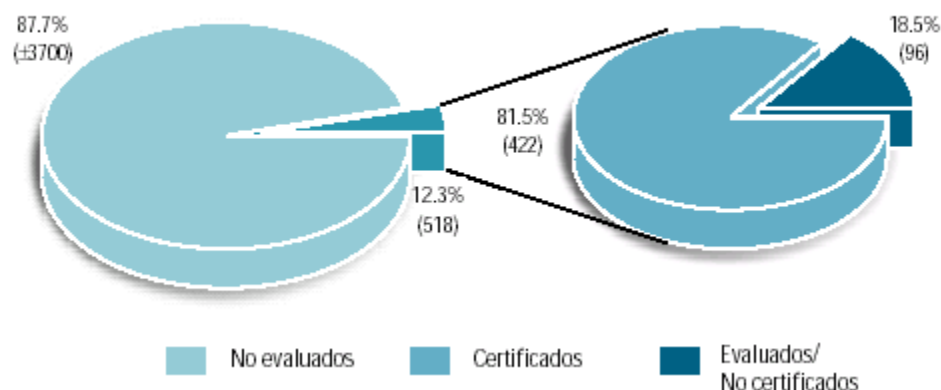
La certificación no es un fin, sino un medio para proteger a la población y para estimular a la mejora continua de la calidad de los servicios, no garantiza que todos los resultados de los procesos de atención van a ser en los mejores términos para el paciente; sólo garantiza que la organización certificada cuenta con una estructura, así como con un diseño y operación de sus procesos de tal manera, que se eleva al máximo la probabilidad de producir los mejores resultados a la salud del paciente.

“Los criterios para la certificación de hospitales evalúan aspectos de su estructura, tales como recursos humanos, instalaciones físicas, equipamiento e insumos; las funciones de apoyo a la atención como sus derechos, valoración, expediente clínico, urgencias, hospitalización, cirugía y anestesia; las funciones de atención al cliente, como gobierno de la institución, personal médico y paramédico y seguridad hospitalaria; y finalmente la recopilación de indicadores de su funcionamiento”<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Diario Oficial de la Nación. 22 de junio de 1999.

### Evaluación y certificación de hospitales en México



En lo que respecta al área del conocimiento, de acuerdo con datos de CONACyT, el gasto público en salud representa en nuestro país el 2.3 por ciento del gasto total en ciencia y tecnología, 0.01 por ciento del PIB y 0.45 por ciento del gasto total en salud. Los países industrializados dedican más del 0.1 por ciento del PIB y más del 1.5 por ciento de su gasto público en salud a la investigación.

Llama la atención que, pese a lo escaso de los recursos, los investigadores de las llamadas ciencias de la vida y de las disciplinas clínicas generan más del 50 por ciento de la producción científica nacional, destacando la inmunología y las neurociencias.

Otro problema de la investigación en salud es su concentración sectorial, institucional, geográfica y disciplinaria. La casi totalidad se concentra en el sector público, en cuatro instituciones –CINVESTAV, IMSS, SSA y UNAM– y en centros ubicados en la zona metropolitana de la Ciudad de México. La mayor parte es investigación biomédica y clínica, mientras que la investigación en salud pública, a pesar de su alto impacto y creciente productividad, se encuentra relegada.

### 3.7 El reto de la equidad

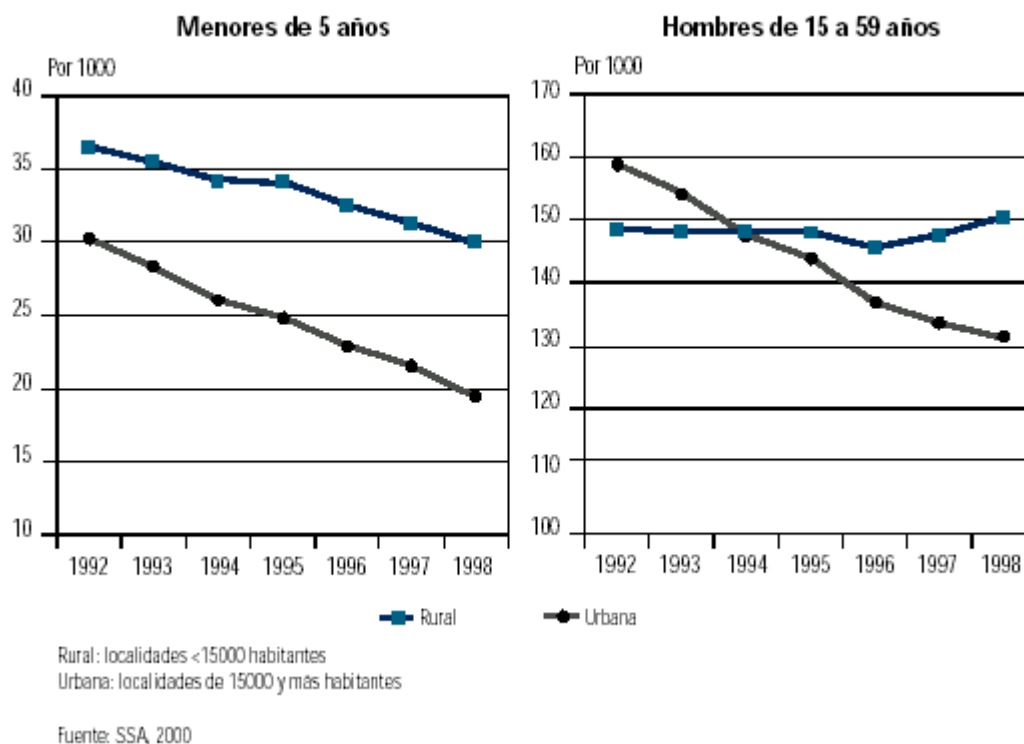
En 1999, por ejemplo, la tasa de mortalidad infantil en San Martín Huamelulpan, Oaxaca, fue de 103 por 1,000 nacidos vivos, mientras que en San Nicolás de los Garza García, Nuevo León, fue de sólo nueve. Así, algunos municipios de Oaxaca tienen hoy el nivel de mortalidad infantil que Nuevo León presentaba hace 60 años.

Aunque los avances científicos de los últimos años han permitido elevar considerablemente los niveles promedio de salud en el país, la distribución del progreso sanitario entre regiones y grupos sociales sigue siendo muy desigual. Los pobres presentan un riesgo de morir en edades tempranas mucho mayor que el resto de la población y, además de sufrir las mismas enfermedades que otros grupos sociales, padecen de problemas propios.

La mortalidad en menores de un año en México también tiene una distribución muy desigual. En Guerrero, la tasa ajustada de mortalidad infantil es de 52 por 100 nacidos vivos, mientras que en Nuevo León es de 14.

Las desigualdades en salud también están presentes en la población adulta. Mientras que en las áreas urbanas de Nuevo León, Baja California Sur y Quintana Roo la probabilidad de morir entre los 15 y los 59 años es parecida a la de varios países europeos o a la de los Estados Unidos, en las áreas rurales de Guerrero, Puebla y Oaxaca es similar a la de El Salvador, Nicaragua u Honduras.

## Probabilidad de muerte



En lo que toca a la salud de los indígenas, la tasa de mortalidad de los niños indígenas es 58 por ciento más alta que la de la infancia del resto del país. El riesgo de morir de una mujer indígena durante el embarazo, parto o puerperio es casi tres veces más alto que el de una mujer no indígena.

La esperanza de vida al nacer de la población indígena es de 69 años, contra 74 de la población nacional.

El principal problema de salud de los niños indígenas menores de cinco años es la desnutrición crónica.

En las zonas indígenas de Oaxaca, por ejemplo, el número de médicos por 1,000 habitantes indígenas es de 0.13, contra 0.94 en el estado en su conjunto y 1.38 a nivel



nacional. La cifra nacional es de 0.79 por 10,000 habitantes, contra 0.07, 0.11 y 0.19 en las zonas indígenas de Oaxaca, Veracruz y Puebla, respectivamente.

En este momento, las áreas rurales de Oaxaca, Guerrero y Chiapas presentan una esperanza de vida 10 años menor que las áreas urbanas de Baja California Sur, Nuevo León y el Distrito Federal.

### 3.8 El reto de la calidad

La calidad de la atención es otro de los retos del Sistema Nacional de Salud. Los largos tiempos de espera en la atención ambulatoria constituyen una causa frecuente de queja y un motivo de no utilización de los servicios públicos.

Los resultados del Diagnóstico Basal de Calidad realizado en 1,952 centros de salud urbanos y rurales, y 214 hospitales generales de la SSA entre 1997 y 1999 son muy ilustrativos. En las unidades de primer nivel había serios problemas de abastecimiento de medicamentos y equipo, un uso deficiente de los expedientes clínicos y problemas de apego en el manejo de programas. El porcentaje de apego a la norma de atención de diabetes mellitus, hipertensión e infecciones respiratorias agudas, por ejemplo, era de 33%, 44% y 20%, respectivamente.

En los hospitales, el equipamiento con frecuencia era insuficiente y obsoleto, y también existía poco apego a la normatividad en el manejo y control de enfermedades. La calificación global en 89% de estas unidades fue menor de 74 puntos sobre 100. En ambos tipos de instalaciones, además, el nivel de satisfacción de los prestadores con su entorno laboral era muy bajo: menos de 40 por ciento de los trabajadores se sentía satisfecho a este respecto.

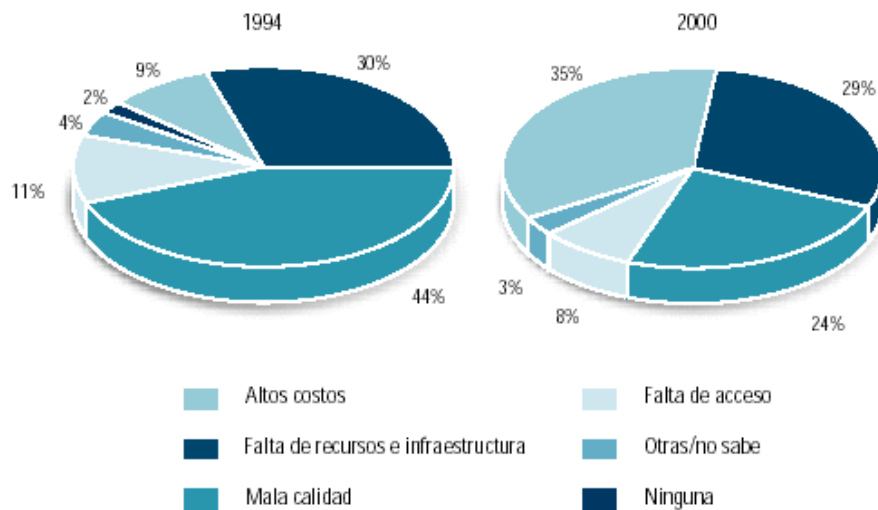
Las evaluaciones de las unidades hospitalarias solicitadas por la Comisión Nacional para la Certificación de hospitales apuntan en el mismo sentido. De los casi 4 mil hospitales que existen en el país, sólo han sido evaluados y dictaminados por esta comisión 518

(13%). Esto significa que en más del 85% de las unidades hospitalarias se carece de la información más elemental sobre la existencia de los requisitos básicos para garantizar una atención adecuada.

Los problemas de calidad no son privativos del sector público. De los cerca de 3 mil unidades hospitalarias con la que cuenta el sector privado, sólo 60 han solicitado su certificación, y en el proceso de evaluación obtuvieron calificaciones promedio de 75 puntos, para ubicarse en un nivel similar al de los hospitales de la SSA y en un nivel inferior de los hospitales de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Un caso especial son las 1,500 unidades hospitalarias privadas que cuentan con cinco camas o menos y que funcionan sin regulación. Estas unidades suelen estar mal equipadas, tienden a estar atendidas por médicos no certificados, no cuentan con médicos de tiempo completo y tienen un servicio de enfermería a cargo de pasantes o auxiliares. Por lo que se refiere a las cesáreas, el problema es todavía más grave en ese sector. En Nuevo León, por ejemplo, 74 por ciento de los nacimientos hospitalarios (más de 12 mil) fueron atendidos por cesárea. En países como Japón y el Reino Unido el porcentaje de nacimientos por cesárea es menor de 15 por ciento.

Por otro lado, existe un grado aceptable de satisfacción de los usuarios con la atención ambulatoria recibida, tanto en los servicios públicos como privados. Pero este no es el caso de los servicios de urgencia: seis de cada diez mexicanos reportaron no haber obtenido la atención que necesitaron con la rapidez esperada. Este problema fue más común en la región sur, entre la población de bajos ingresos, y entre los derechohabientes del IMSS y del ISSSTE. Asimismo, 22 por ciento de la población presentó problemas para obtener atención domiciliaria. Este problema fue más frecuente en la región sur del país, entre las mujeres y entre los no asegurados.

### Principales problemas de los servicios de salud según los usuarios



Fuente: FUNSALUD, 2000

Por lo que se refiere a los tiempos de espera, en promedio la población espera 4.5 días para obtener una cita de primer contacto, 9.5 días para ver a un especialista y casi cuatro días para ingresar a un hospital. Algunas esperas alcanzan los 90 días, y la principal razón para no volver a utilizar los servicios de la última atención ambulatoria son los largos tiempos de espera.

Por lo que toca a las cirugías, cinco de cada 100 mexicanos reportan que necesitaron de una cirugía en el último año. Sin embargo, sólo uno de ellos fue operado, reportando haber esperado 15 días para la intervención; dos estaban en lista de espera, y el resto no contaba con ninguna información sobre las posibilidades de ser atendido.

Los componentes públicos del sistema de salud generan anualmente 168 millones de consultas generales, 34 millones de consultas de especialidad, 24 millones de consultas de urgencia, 13 millones de consultas odontológicas, 1.5 millones de partos, 2.7 millones de intervenciones quirúrgicas y poco más de 4 millones de egresos hospitalarios. Por lo que se refiere a los servicios auxiliares de diagnóstico, el sector público genera 4 millones de estudios de anatomía patológica, 167 millones de análisis de laboratorio y 18 millones de estudios radiológicos.

Estos servicios, sin embargo, están distribuidos de manera muy desigual. Así por ejemplo, el porcentaje de mujeres embarazadas que reciben atención prenatal temprana es de 41% en Sonora y Jalisco, y de sólo 28% en el Estado de México. El porcentaje de nacimientos en hospitales generales es de más de 92% en Aguascalientes, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Quintana Roo, Sonora y Tamaulipas, pero menor de 50% en Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Puebla. Las diferencias son todavía más dramáticas si se utiliza como criterio el nivel de marginación. El porcentaje de partos atendidos por personal calificado del sector salud es casi de 100% en los municipios de muy baja marginación, mientras que en los municipios de marginación alta es de apenas 40%. Se calcula que al año quedan sin atenderse por personal calificado alrededor de 370 mil partos, que provocan la muerte de 1,400 mujeres.

Los servicios se producen además con una productividad muy heterogénea. El porcentaje de ocupación hospitalaria en el sector público de México es de 69%, pero con diferencias enormes entre agencias. El porcentaje de ocupación en la SSA es de 62%, mientras que en el IMSS es de 84%. El número de consultas diarias por médico es de 7.9 para las agencias públicas en su conjunto, pero de 6.3 para la SSA, 5.8 para el ISSSTE y 12.2 para el IMSS. Finalmente, el número de intervenciones quirúrgicas diarias por quirófano para todo el sector público es de 2.8, contra 3.9 para el IMSS, 2.5 para el ISSSTE y 2.2 para la SSA.

### 3.9 El reto de la protección financiera

Por último, los problemas financieros relacionados con la atención de la salud representan ya una seria carga para la población. Este complejo reto se debe en parte al aumento de los costos de la atención. Más importante aún es el hecho de que 52% de los gastos totales en salud se cubren directamente con recursos del bolsillo de las familias al momento de utilizar los servicios de salud. En Colombia, en contraste, este gasto representa 25% del total y en Gran Bretaña apenas alcanza el 3%.

Las cifras disponibles más conservadoras nos indican que cada alrededor de dos millones de hogares mexicanos se ven obligados a utilizar más del 30 por ciento de su ingreso disponible en la atención de sus necesidades de salud. Estos gastos catastróficos son causa frecuente de empobrecimiento.

Una alta proporción de las personas no cuenta con ningún tipo de seguro, el gasto de bolsillo representa más de la mitad del gasto total en salud y, por lo mismo, un alto porcentaje de los hogares mexicanos corre el riesgo de empobrecerse para acceder a la atención que requieren.

Las cuentas nacionales de salud indican que más del 50% del gasto total en salud es gasto privado y más del 90% del mismo es gasto que proviene directamente del bolsillo personal. También se sabe que éste último tiende a ser mayor, como porcentaje del ingreso total, en los hogares más pobres. Se calcula que cada año entre dos y tres millones de hogares mexicanos se ven obligados a hacer uso de más de la tercera parte de su ingreso disponible para financiar la atención de su salud, con lo que incurren en lo que se conoce como gastos catastróficos.

No es de sorprender que dos de cada diez mexicanos posterguen la atención de su salud cuando la requieren y que incluso deban renunciar a ella. Según la Segunda Encuesta Nacional de Satisfacción con los Servicios de Salud, 20% de las personas reportaron haber tenido problemas para pagar las cuentas del médico y del hospital, y para pagar las medicinas prescritas.

## Referencias bibliográficas

1. Programa Nacional de Salud 2001 – 2006.
2. Programa Nacional de Salud 2007 – 2012.
3. Daños a la Salud, Sistema Nacional de Salud, Boletín de Información Estadística, número 19, volumen II, año 1999.
4. Recursos y Servicios, Sistema Nacional de Salud, Boletín de Información Estadística, número 19, año 1999.
5. Anuario Estadístico de la Secretaría de Salud y los servicios en los Estados, 1999.
6. Criterios para la certificación de hospitales, Diario Oficial de la Federación, Tomo DXLVII, No. 3, Pág. 38, México, D. F., jueves 1 de abril de 1999.

## Antecedentes de la telemedicina

**E**l modelo de atención a la salud en México está orientado a la reparación de los daños más que a su prevención, haciendo necesario un nuevo modelo institucional de atención integral a la salud, que transforme el enfoque tradicional de la atención médica, predominantemente curativa, hacia una prospectiva de atención integral a la salud, centrándola efectivamente en el usuario, enfatizando las acciones de promoción y educación para la salud, la prevención y detección oportuna de enfermedades, además debe ser reorientado para responder a los problemas derivados de la transición demográfica, epidemiológica y sociopolítica de la población.

### 4.1 Concepto de telemedicina

Etimológicamente, telemedicina significa “medicina a distancia”. El uso de las telecomunicaciones y la informática en salud no es sólo para la atención sanitaria cuando existe distancia real entre médico y paciente, se usa para mejorar la atención cuando el paciente está presente.

Otra definición aplicable al término Telemedicina, es que es el uso de las telecomunicaciones para el diagnóstico médico y la atención del paciente. Implica el uso de la tecnología de las comunicaciones como un medio para llevar servicios médicos a lugares remotos.

El concepto abarca desde el uso del servicio telefónico estándar hasta la transmisión a alta velocidad y con amplio ancho de banda de señales digitalizadas, utilizando

computadoras, fibra óptica, satélites y otros dispositivos, además de software sofisticado.

Willemain describe la telemedicina como cualquier sistema de cuidados en el que el médico y el paciente están en diferentes localizaciones.

La telemedicina puede ser definida también como el uso de señales para transferir información médica de un lugar a otro. Bashshur, desarrolla una serie de puntos que deben ser considerados: 1) separación geográfica entre médico y paciente (telediagnóstico), o entre dos médicos (teleconsulta); 2) uso de telecomunicaciones y tecnología informática para facilitar la interacción entre médico y paciente o médico y médico y la transferencia de información; 3) desarrollo de normativas que replacen a las existentes en los contactos cara a cara. The Military Joint Working Group on Telemedicina, da la siguiente definición: "la investigación, monitorización y manejo de pacientes, así como la educación de pacientes y personal en el uso de estos sistemas que permiten el acceso inmediato a estrategias expertas y la información de pacientes, no importa donde esté localizada esta información relevante".

El Departamento Defensa de los EUA define la telemedicina como la aplicación de tecnología de comunicación digital para proporcionar cuidados médicos, también ofrece la oportunidad de acceder a bases de datos en tiempo real para facilitar los cuidados a pacientes individuales y además el manejo de grandes organizaciones de sanidad. La Armada de los Estados Unidos define la telemedicina como un "sistema holístico en el que cada individuo y proveedor de salud tiene un total acceso a la información en cualquier momento y en cualquier lugar".

Goor y Christensen, en 1992, definen la telemedicina como el "examen, observación y tratamiento de pacientes y el entrenamiento del personal, para la utilización de las telecomunicaciones, para que la asistencia de expertos y las historias de los pacientes puedan ser obtenidas de forma inmediata, en tiempo real desde cualquier lugar".



Entre otras definiciones de la Telemedicina tenemos las siguientes:

- Uso de la telemática para la asistencia médica.

La investigación, monitorización y gestión de pacientes. La educación de los pacientes y del personal médico, usando sistemas que permitan el acceder al consejo de un experto a la información del paciente sin importar dónde se encuentre el paciente o se localice la información.

Telemedicina es el uso de las telecomunicaciones y las tecnologías médicas para el intercambio de información de propósito médico, asistencial entre médicos y pacientes o entre médicos y profesionales médicos geográficamente distantes.

La Unión Europea define la Telemedicina como un sistema para compartir y acceder a la experiencia médica de manera rápida por medio de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información, con independencia del lugar donde se encuentren el paciente y la información.

El concepto de Telemedicina es muy amplio y tiene unos límites que no están claramente definidos. En general, se acepta que Telemedicina es "medicina a distancia" o más concretamente la utilización de las nuevas tecnologías informáticas y de telecomunicaciones para poder ofrecer atención médica al paciente donde éste se encuentre.

Hay que entender que lo que se mueve son los datos clínicos, no los pacientes. El especialista puede estar en cualquier sitio, no necesariamente en un hospital, e incluso a miles de kilómetros de distancia, pero asistirá a la consulta en directo, y en apenas unos minutos, dispondrá físicamente de los elementos diagnósticos (radiografías, electrocardiogramas y otros) necesarios. Junto al médico de atención primaria, podrá establecer un diagnóstico preciso.

La Telemedicina no implica investigación y desarrollo de nuevos procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos. Posibilita la aplicación de éstos al mayor número de personas, especialmente a aquellas residentes en núcleos rurales o áreas sanitarias dispersas.

La Telemedicina hace uso de las tecnologías de telecomunicaciones para intercambiar información de salud y proveer servicios de cuidado de la salud, sin importar barreras geográficas, temporales y socio-culturales.

Es cierto que el término distancia ha ido acumulando muchas connotaciones negativas: tardanza, falta de calidad y otros aspectos. Sin embargo la telemedicina tiene las connotaciones opuestas, pues posibilita la obtención de mejor asistencia médica, incluso estando lejos de los centros médicos y de los profesionales que pueden darla. En consecuencia, la Telemedicina deberá entenderse más bien como "medicina sin distancias".

La Telemedicina resulta especialmente relevante en países grandes, con núcleos urbanos dispersos, áreas rurales extensas y regiones insulares. Los sistemas de comunicaciones actuales han empezado a hacerla realidad. Sin embargo sus aplicaciones y su difusión son muy dispares.

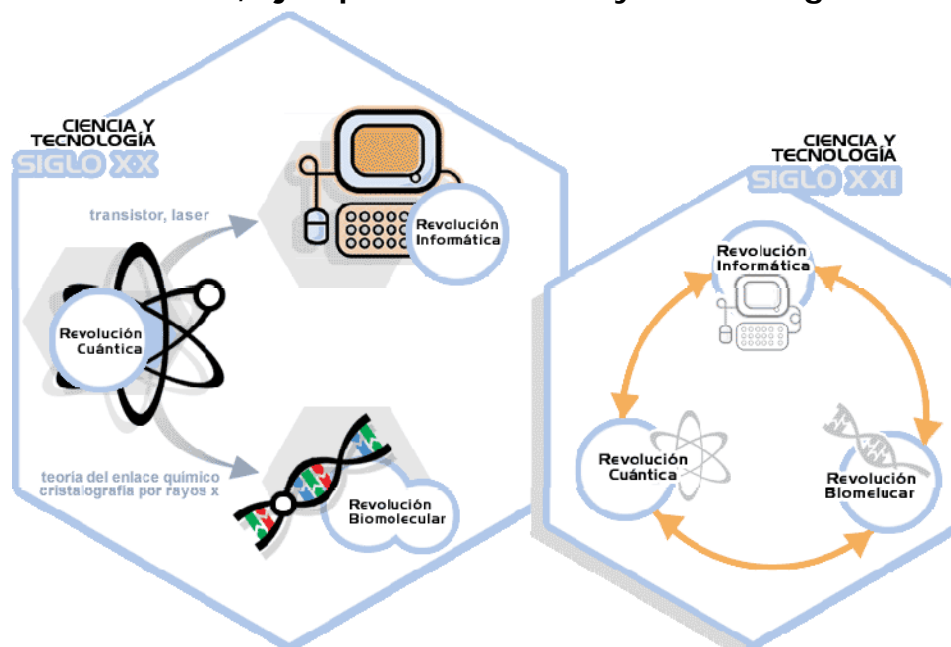
El mayor logro de la Telemedicina ha sido romper la barrera que supone la distancia en la comunicación entre pacientes y médicos y entre estos últimos. Acorta el tiempo que podría necesitar un paciente para ser atendido, para recibir pruebas diagnósticas o para comenzar a ser tratado. También es útil para la comunicación entre médicos, pueden organizarse reuniones científicas sin que los asistentes abandonen su lugar de residencia, se posibilita la formación de equipos formados por facultativos que viven en diferentes partes del planeta. Los que trabajan en zonas rurales o despobladas podrán sentirse tan arropados por sus compañeros como los que trabajan en el más céntrico hospital de una gran urbe. Sus detractores piensan que va a acabar con la relación humana entre el médico y el paciente.

Dos factores han desencadenado una explosión de interés en el resurgimiento de la telemedicina:

1. Los rápidos avances en telecomunicaciones que pueden aplicarse a la atención médica.
2. La creciente demanda para el acceso equitativo a una medicina de alta calidad a costos moderados.

Otro factor decisivo que ha contribuido al desarrollo de la Telemedicina es la incorporación de diversas tecnologías (informática, multimedia, Internet, etc.) a la vida cotidiana y, como consecuencia, la aceptación de estas tecnologías como imprescindibles para la sociedad actual.

### La telemedicina, ejemplo de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI



Un proyecto de telemedicina bien aplicado puede tener beneficios diversos, como por ejemplo, minimizar la necesidad de transporte de pacientes, proporcionar

asistencia especializada en zonas rurales, facilitar el apoyo diagnóstico a equipos de emergencia así como algunos otros más.

La Telemedicina es más que una herramienta tecnológica o asistencial. Por encima de ellas, la Telemedicina es un instrumento de cambio organizativo, que obliga a las instituciones a pensar de otra manera, soslayando las diferencias establecidas entre los niveles asistenciales y fomentando la integración de la información que se tiene de los pacientes, y la cooperación entre los profesionales. Es, además, un elemento de gestión que contribuye a la mejora de la eficacia y eficiencia de la atención prestada y a la optimización de los recursos disponibles.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Telemedicina se define como: “El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar 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 evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven.”

## 4.2 Concepto de telesalud

Telesalud es un programa institucional que incorpora telediagnóstico, teleadministración, teleeducación, teleenseñanza y cualquier intercambio de información para la funcionalidad de los servicios de salud para beneficio de médicos, administradores, pacientes, familiares y población en general.

La diferencia entre telesalud y telemedicina es que la primera es la tecnología aplicada a la salud y la segunda es un programa de acciones concretas aplicadas a la salud como respuesta a necesidades concretas.

### 4.3 Objetivos de la Telemedicina

Con el desarrollo de la Telemedicina, la aplicación de la informática y las telecomunicaciones, se logran numerosos objetivos en la salud:

- Llevar la sanidad al ciudadano, proporcionando a los pacientes una atención sanitaria de calidad, independientemente de donde se encuentren y reduciendo las barreras en el acceso a los servicios sanitarios; fomentando así la equidad y universalidad del servicio.
- Acercar el ciudadano al sistema sanitario, favoreciendo la continuidad de la atención entre los niveles asistenciales y reduciendo los condicionantes administrativos que dificultan la prestación de una atención más ágil; se potencia con ello la eficiencia en el sistema.
- Introducir nuevas formas de gestión que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos sanitarios para mejorar la calidad de la atención sanitaria que se presta a los ciudadanos, todo ello desde el más profundo respeto a los principios de nuestro Sistema Nacional de Salud.

### 4.4 Áreas ó ámbitos de actuación de la Telemedicina

El empleo de la telemedicina puede abarcar diversos ámbitos, situaciones, y lugares en donde su uso es conveniente. A continuación se mencionan algunos de ellos:

- Aislamiento de algunas zonas por dificultades geográficas o climatológicas.
- Escasa dotación de recursos especializados en zonas con baja densidad de población.
- Atención domiciliaria de enfermos con circunstancias especiales.
- Atención a pacientes en conflictos bélicos o situaciones de catástrofe. Éste es un caso particular de aplicación de la Telemedicina que ha dado lugar a avances

considerables, dadas las especiales circunstancias en que se produce: utilización intensiva de recursos quirúrgicos en condiciones de falta de medios y grandes distancias de los centros especializados.

- Compañías que desplazan trabajadores a zonas despobladas y con escasos recursos sanitarios locales (compañías petrolíferas, constructoras y otras más) o áreas rurales alejadas de los grandes núcleos urbanos y con dificultades de comunicación terrestre. Se ha implementado esta tecnología dentro de sus recursos, para tener un rápido y eficiente acceso a la más moderna tecnología médica bajo la supervisión y el apoyo de expertos en cada materia. La medicina militar de campaña, fue pionera en el uso de la Telemedicina, y hoy en día, los modernos ejércitos disponen de estos sistemas como parte básica de su infraestructura militar y sanitaria.
- La atención médica en las regiones insulares, tiene dos problemas a los que la Telemedicina aporta solución: uno es el elevado costo de los traslados de las islas y el otro es la desigualdad en el acceso a los servicios médicos y hospitalarios entre la población residente en una isla.
- Otra área de aplicación importante es la Telemedicina marítima. Recientemente se han puesto en marcha los buques-hospital, preparados para prestar asistencia hospitalaria en la mar a los buques comerciales y de recreo que lo solicitan.
- El espacio es otra área donde la Telemedicina está empezando a cobrar importancia, a medida que el paso del tiempo haga aumentar el número de personas situadas en órbita de la Tierra, y después probablemente de la Luna y Marte.
- El sistema de prisiones es un área notable de aplicación de la Telemedicina, ya que permite que los médicos de los hospitales urbanos puedan atender a los presos sin que sea necesario que éstos salgan del recinto penitenciario. Esta experiencia se está llevando a cabo en Texas, E.U.A.

- Las plataformas petrolíferas, en cualquier lugar en el que se ubiquen, son objetivo importante de la Telemedicina en conexiones vía satélite o barcos sin médico a bordo.
- Compañías de seguro médico privado, para sus redes de hospitales y demás centros de asistencia médica.
- Sistemas de información integrados entre centros de salud y hospitales.
- Unidades de apoyo ante desastres.

Como podemos ver, los ámbitos en los que se puede emplear la Telemedicina evidencian la utilización de la tecnología para llevar la medicina al lugar que se le requiera.

## 4.5 Historia de la Telemedicina

Históricamente podríamos decir que se practica Telemedicina desde el momento mismo de la invención del teléfono. Alexander Graham Bell lo hizo cuando estaba enfermo. En los años 20, el código Morse sirvió de enlace para la petición de ayuda médica. En 1924, una emisora de radio de Estados Unidos consiguió la transmisión de voz entre el médico y paciente además de transmisión de imagen<sup>1</sup>. La transmisión experimental a través de televisión se hizo hasta 1927.

Desde que a principios del presente siglo se pusieron en marcha las modernas vías de la telecomunicación, cuyos representantes genuinos fueron el telégrafo, el teléfono y más tarde la radio y la televisión, la medicina fue consciente de que una nueva era de investigación y progreso quedaba abierta.

---

<sup>1</sup> Institute of Medicine. Committee on Evaluating Clinical Applications of Telemedicine; Marylin, J. (ed). A guide to assessing telecommunications in healthcare. Washington: National Academy Press; 1996.

Fue Norman Jefferis Holter quién a mitad de este siglo, junto a Gengerelli y Glasscock, inició la exploración de los parámetros biológicos "sin tocar al hombre", y cuyas experiencias culminaron felizmente, cuando consiguieron recibir vía radio el electrocardiograma de personas que deambulaban por la calle a considerable distancia de la estación receptora.

La primera referencia bibliográfica que habla de telemedicina aparece en 1950. El artículo habla de la transmisión de imágenes radiológicas vía teléfono, entre West, Chester y Filadelfia, Pensilvania a una distancia de 24 millas. Apoyados en este trabajo, radiólogos canadienses crearon un sistema de telerradiología en 1950 en el Hospital Jean-Talon de Montreal.

Se inauguraba así una nueva etapa tecnológica, en la que un medio audiovisual, acercaba a profesionales alejados físicamente, pero permitiéndoles una discusión interactiva que mejoraba el enfoque diagnóstico y coordinándose entre ellos, la actitud terapéutica a seguir sobre pacientes igualmente distantes.

A finales de los años 50 surgió el STARPAHC (Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health Care) que supervisaba de forma remota el cuidado médico de los Indios Papago, aislados en una reserva. La evolución fue vertiginosa, pero una falta de fe en esta tecnología lo paró parcialmente todo. Cuando esto ocurre, son los Gobiernos los que apuestan por estas tecnologías, pues son los que pueden asumir el riesgo económico implícito en toda investigación y desarrollo, y esto es lo que pasó en la infancia de la Telemedicina, casi todos los proyectos que comenzaron antes de 1986 en E.U.A., y Canadá fracasaron. El Gobierno Federal y el Estatal tomaron cartas a principio de los 90, costeadando y promocionando nuevos programas de Telemedicina.

En 1959, un radiólogo canadiense informó sobre consultas diagnósticas basadas en transmisión de imágenes de fluoroscopia a través de cable coaxial.

La Telemedicina data de los finales de la década de los 60, en E.U.A. Exactamente su nacimiento se localiza en la Universidad de Nebraska (1959), usando televisión



interactiva (madre de la CATV o Community Antenna TV, que es la televisión por cable que nos están vendiendo actualmente) para comunicar el Hospital Norfolk State con el Instituto Psiquiátrico de Nebraska en Omaha. El uso que se le dio fue la teleconsulta psiquiátrica entre ambos centros, separados físicamente por 112 millas de distancia.

Es precisamente en Estados Unidos donde 13 agencias federales y más de 40 estados, han desarrollado infraestructura tecnológica, y trabajan con esta metodología médica. Universidades y grandes centros médicos, como la Clínica Mayo, el Hospital General de Massachusets, el Emory University o el Southern California, por citar sólo algunos, invierten sumas importantes de sus presupuestos para el avance de la Telemedicina. De igual modo, grandes empresas privadas como AT&T y V-TEL, han invertido en los últimos años más de 1,000 millones de dólares en el desarrollo de estas tecnologías de comunicación.

Desde hace más de tres décadas, los programas espaciales de Estados Unidos y la antigua Unión Soviética han permitido a los equipos médicos controlar desde tierra las condiciones físicas de los astronautas que se hallan en órbita.

En 1961 la revista de Anestesiología informó sobre la radiotelemedría para la monitorización de pacientes.

La transmisión de los barcos que se encuentran en altamar, de electrocardiogramas y rayos X fue informada en 1965. Poco después de 1967 se informa de la transmisión transoceánica.

En 1967, en Miami se emplea por primera vez los canales de radio para la transmisión de ritmos electrocardiográficos. Hoy día, los paramédicos envían electrocardiogramas desde sus unidades móviles a los hospitales.

Entre 1967 y 1971 se crea un sistema a tiempo real interactivo audio/vídeo entre el aeropuerto internacional de Boston y el Hospital General de Massachusets.

En 1976, con el lanzamiento del satélite Hermes, se desarrollaron tres experiencias de telemedicina. Uno consistía en vigilar parámetros vitales, tales como ritmo cardíaco, respiración, temperatura y presión arterial a un paciente desde zonas remotas de Ontario, Canadá. La segunda experiencia consistió en establecer enlaces entre hospitales canadienses, para consultas médicas, transmisión de datos (EKG, radiografías y sonidos cardíacos) y la formación continuada. El tercero consistió en el envío de imágenes médicas.

En los 70 y 80 el Servicio Público de Salud de los Estados Unidos, en colaboración con el Departamento de Defensa, patrocinó una serie de proyectos de telerradiología. Como el Proyecto de Red de Imagen Digital para promover el desarrollo de la telerradiología civil y militar.

Debido a que se trataba de empresas muy costosas, pudiéndose llevar a cabo con grandes inversiones, los proyectos de telemedicina no eran muy abundantes ni duraderos.

A principios de los 71 la Universidad Católica de Roma comienza a usar un servicio de teleconsulta para casos de intoxicación y envenenamientos a través de la red telefónica. Hoy día es un sistema extendido por toda la nación.

En 1976 se introdujo en Italia un sistema prototipo para la adquisición y transmisión de EKG a través de la red telefónica. El Centro de Investigación de la Compañía Pública de Telecomunicaciones, instaló un servicio de teleconsulta entre Turín y el Hospital de Susa a 50 km de distancia.

Los países europeos más avanzados en telemedicina son Noruega, Suecia, Francia y Finlandia. La aplicación más frecuente es la Radiología, pero la patología, dermatología, psiquiatría, química y neurofisiología, medicina general y enfermería.

En Suecia, existe una red extensa de telemedicina en todo el país.

Dinamarca comenzó a utilizar telemedicina en 1988.

Islandia empezó a aplicar telemedicina en 1992.

Francia e Italia son países muy activos en el desarrollo de telecomunicaciones entre marinos y tierra. Tres satélites en órbita (Inmarsat) son capaces de establecer líneas de telecomunicaciones con cualquier barco independientemente de su localización, formando parte de un proyecto de la Comunidad Europea. Cada país debería contar con centros de telemedicina para ayudar a los marinos.

Reino Unido también tiene años de experiencia en el desarrollo de telemedicina. El centro de telemedicina de la Universidad de Belfast proporciona educación continua a seis instituciones. El sistema de salud inglés da relevancia a la telemedicina en su plan estratégico en 1999.

Dos aspectos a principios de los 90 hicieron resurgir el interés en telemedicina<sup>2</sup>:

Factor Tecnológico: Avance de la tecnología de las telecomunicaciones de alta velocidad y gran ancho de banda, el abaratamiento de sistemas de cómputo, y el desarrollo de sistemas capaces de capturar la imagen (Desarrollo de videocámaras de alta resolución, monitores, digitalización y compresión de datos) y transmitirla, así como otros datos en forma digital.

Proliferan proyectos de telemedicina, en áreas como enfermería, dermatología, otorrinolaringología, oftalmología, cardiología, cuidados a domicilio, psiquiatría, asistencia en prisiones, traumatología y medicina de catástrofes, radiología, patología y educación médica.

Alguna de las herramientas específicas y tecnologías son: otoscopios, endoscopios, visualizadores de dermatología y odontología, electrocardiogramas, estetoscopios eléctricos, monitores para radiografías, tomografía computarizada, resonancia magnética e imágenes nucleares y otros más.

---

<sup>2</sup> Strode AW, Gustke S, Allen A. Technical and Clinical Progress in Telemedicine. JAMA. 199; 281:1066-1068.

Factor económico: Interés cada vez mayor en controlar el gasto sanitario y reorganizar las vías para que la mayoría de la población pueda recibir asistencia sanitaria, así como mejorar las condiciones económicas y políticas que alienten a realizar las inversiones de capital en este sector.

En los últimos años, la Telemedicina está adquiriendo un valor singular. Su uso en la pasada guerra del Golfo Pérsico, o en las más recientes guerras de Yugoslavia y Somalia, ha permitido que delicadas intervenciones médico-quirúrgicas hayan podido ser dirigidas por especialistas desde puntos tan alejados como Alemania o Estados Unidos, con resultados plenamente satisfactorios.

## 4.6 Desarrollo de la Telemedicina en el mundo

En un reciente estudio realizado por the Health Information Management System Society (HIMSS), llevado a cabo entre 1,754 líderes de las tecnologías de la información, el 34% indicaron que estaban implicados en algún proyecto de videotelemedicina, el 10% estaban planeando involucrarse dentro del próximo año, y otro 28% ya lo había planteado en sus respectivos ámbitos. Sólo el 15% no estaba considerando implantar sistemas de videotelemedicina en el futuro cercano.

Entre las tendencias generales que se aprecian en los proyectos de Telemedicina se observa: La orientación que en cada país se ha dado a las experiencias de Telemedicina está condicionada por las limitaciones de las organizaciones sanitarias.

Existe un amplio consenso en utilizar estas aplicaciones para acceder a una segunda opinión especializada sobre determinados casos que, de otra manera, sería muy difícil de obtener.

La aplicación más común es la Telerradiología, ya que una vez que se dispone del suficiente nivel de infraestructura de comunicaciones y sistemas informáticos para el intercambio y análisis de las imágenes con calidad diagnóstica, se puede conseguir un gran aprovechamiento de los recursos disponibles y una mejora sustancial en la atención al paciente, evitando que éste se desplace hasta el centro especializado para la realización de la prueba radiológica y obtener el correspondiente diagnóstico.

A ello hay que añadir que actualmente la capacidad resolutive de los sistemas y equipos involucrados en el tratamiento de estas imágenes ha alcanzado los niveles exigibles por los profesionales del sector. En estos momentos, el problema no es tanto de calidad de las imágenes como de aceptación de estas nuevas herramientas por los especialistas.

Además de las imágenes radiológicas, también pueden intercambiarse otras técnicas complementarias como electrocardiogramas y preparaciones de anatomía patológica.

A continuación se describen a grosso modo las experiencias de varios países a nivel mundial en lo que a investigación, desarrollo y aplicación de la Telemedicina se refiere:

### **Australia**

En febrero de 1993 el "Australian Institute of Health and Welfare" editó un documento en el que se exponía el estado de la telemedicina en Australia<sup>3</sup>.

### **Chile**

La Universidad Católica de Chile impulsa un proyecto piloto de telemedicina, orientado en un comienzo a la radiología y la patología, que también contempla aplicaciones de educación a distancia. Este proyecto piloto no pretende resolver problemas asistenciales, sino evaluar la tecnología, definir aplicaciones y la mejor forma de

---

<sup>3</sup> Crowe, BL. Telemedicine in Australia. A discussion paper. Canberra. Australian Institute of Health and Welfare; 1993.

trabajar a distancia. Contempla la extensión del proyecto a ciudades distantes, con el fin de contribuir al desarrollo de una red telemédica nacional.

## **Canadá**

En 1997, Canadá, por medio del Memorial University of Newfoundland establece su primer programa por el satélite INTELSAT para educación y sanidad a distancia con el programa de solidaridad con Nairobi y Kampala, extendiéndolo a 6 islas caribeñas.

En noviembre de 1997, desde la Alberta Heritage Foundation for Medical Research<sup>4</sup> realizan una evaluación de un proyecto piloto sobre telepsiquiatría es rentable a partir de 400 consultas.

El Centro para la evaluación de Tecnologías Sanitarias de Québec publica en 1998 el informe de "Telesanidad y Telemedicina en Québec. Estado de la cuestión<sup>5</sup>".

## **Brasil**

El Hospital Éber Rodrigues dos Santos, es considerado la institución hospitalaria más avanzada de Brasil en el área de Telemedicina.

En este hospital se realizan varias cirugías y endoscopías en línea, o cualquier procedimiento que genere imágenes o información digitalizada que pueda discutirse en una videoconferencia a una velocidad de 512 Kbps.

El Amazon Telehealth Program es un proyecto para apoyar la educación a distancia y la Telemedicina para el sector rural en el Amazonas, y está siendo desarrollado por el

---

<sup>4</sup> Doze S, Simpson J. Evaluation of Telepsychiatry Pilot Project. Edmonton: Alberta Heritage Foundation for Medical Research; Nov, 1997.

<sup>5</sup> Conseil d'évaluation des technologies de la Santé du Québec (CETS). Telesanté et telemedecine au Québec-État de la question. Montreal : CETS ; 1998. (CETS 98-7 RF).

Instituto EduMed, una asociación sin fines de lucro, en colaboración con la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del Amazonas.

El programa facilitará la comunicación remota entre estudiantes de medicina en comunidades rurales e indígenas en el Amazonas y sus profesores en el Hospital de la Universidad de Manaus y en otros hospitales de apoyo, para mejorar los servicios de asistencia y de prevención de la salud en aquellas regiones, aumentando la calidad de vida de su población.

Prestará ayuda a más de 85,000 indígenas de los más de 130 grupos étnicos diferentes que aún viven en condiciones muy primitivas en el estado de Amazonas.

### **Costa Rica**

Muchos factores incidieron en lograr que el proyecto de Telemedicina en Costa Rica alcanzara cobertura nacional, entre ellos se encuentra que Costa Rica es un país que presenta uno de los mejores índices de crecimiento de América Latina, que fortalece el desarrollo de proyectos en el área social. Según el Índice de desarrollo humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Costa Rica ocupa el segundo lugar en América Latina después de Chile. (Posición 28 entre 174 países). En este sentido la prioridad más alta la tienen los proyectos de educación y salud, con programas que procuran concertación y apoyo comunitario.

Cada hospital cuenta con un equipo de Telemedicina con monitores de alta resolución, cámara de vídeo, estetoscopio, micrófono y una cámara de dermatología para estudiar los tejidos; todos adaptados a procesadores de alta velocidad, conectados en red.

El sistema de Telemedicina utiliza la Red de Servicios Digitales Integrados (RSDI) del Instituto Costarricense de Electricidad. Esta tecnología está disponible en un 100% en los sitios, con capacidad de conectarse simultáneamente entre sí, o bien con hospitales extranjeros.

El proyecto ya está en marcha en los 29 hospitales del país y consta de 4 etapas. La primera etapa arrancó en 1997, y en el mes de enero de 1998, se instalaron los primeros 12 equipos de Telemedicina. En una segunda etapa se llegó a un total de 20 sitios, en mayo del 98. En diciembre de 1998, todos los hospitales del país ya contaban con un equipo de esta índole. Para el desarrollo de las aplicaciones específicas para radiología, cardiología y radiocirugía se partió de una plataforma de Telemedicina desarrollada por el grupo de Bioingeniería de la Universidad Politécnica de Madrid.

De esta forma, Costa Rica y México pasan a ser los únicos países latinoamericanos que cuentan con esta tecnología, colocada en los servicios de urgencias y en los auditorios, para que puedan cumplir con los objetivos de videoconferencia y Telemedicina simultáneamente.

## **África**

Entre las experiencias africanas en el empleo de las telecomunicaciones para la práctica de la medicina están:

- Enlace de Telemedicina entre el Hospital Universitario en Maputo y el Hospital Regional en Beira para teleradiología y teleconsulta, con posibles extensiones a algunas clínicas rurales.
- Red de Información de Telemedicina entre hospitales en Dar es Salaam que conecta telecentros en áreas rurales y remotas.
- Red privada de información de Telemedicina entre hospitales y clínicas de Nairobi con futura extensión a Europa y Estados Unidos.
- Red de información de Telemedicina entre hospitales de Ouagadougou que conecta telecentros con áreas rurales.



**Rusia**

En este país la aplicación que se le ha dado a la telemedicina es en el monitoreo remoto de salud de los niños que viven en el área rural contaminada por el incidente nuclear de Chernobil, utilizando sistemas de radio-móvil e incluyendo sistemas de comunicación satelital.

**Vietnam**

En este país asiático se han enlazado hospitales en la capital Phnom Penh para teleconsulta.

**Venezuela**

Se han logrado comunicar unidades remotas de salud en el área noro-central de Caracas con el Hospital Universitario de José María Vargas.

**República Dominicana**

En la República Dominicana a partir del año 1996, se presentó el primer evento de Telemedicina con el tema Diarrea crónica en niños menores de dos años.

Actualmente se construye en la República Dominicana un centro de tele-radiodiagnóstico conjuntamente con el Massachusetts General Hospital de los Estados Unidos.

## **Panamá**

Este país latinoamericano, además de contar con el servicio telefónico de urgencias médicas prehospitarias 911, ha desarrollado el centro de atención para diagnóstico de segundas opiniones empleando tecnologías de Red Digital de Servicios Integrados.

## **Colombia**

Integra una red de Telemedicina en los departamentos de Amazonas, Guainia, Nariño, Caquetá y Guaviare, con el fin de apoyar el diagnóstico oportuno en las regiones apartadas del país y fomentar la educación continuada del personal de salud. Este programa persigue:

Incrementar el acceso de la población, a un diagnóstico clínico oportuno y de buena calidad, a través de la transmisión de imágenes de radiología, ecografía, de hematología e histología y de trazados electrocardiográficos a centros hospitalarios especializados, localizados en Santa Fe de Bogotá y Cali.

Mejorar la transmisión de información epidemiológica, y a partir de esta información promover el desarrollo de proyectos de investigación.

Está organizado en una red de referencia conformada por el Hospital San Juan de Dios, el Instituto de Cancerología, el Instituto Dermatológico, el Hospital Universitario Evaristo García, de Cali y una red periférica formada por el Hospital San Rafael de Leticia, en el departamento del Amazonas; el Hospital San José de Guaviare, el Hospital María Inmaculada de Florencia, Caquetá; y el Hospital San Andrés de Tumaco, Nariño.

Participan también la Sociedad para el Desarrollo de la Salud en la Amazonía, la Universidad Politécnica de Madrid, el Instituto Pasteur de la Guyana Francesa, la Universidad de Sevilla, el Hospital Necker de París y el Programa Europeo Obsquid.

## Situación en Estados Unidos de Norteamérica

La Telemedicina en el área de asistencia remota a pacientes comenzó en los Estados Unidos a comienzos de los años sesenta, sobre todo en zonas rurales. Se conectaban clínicas rurales, hogares de la tercera edad, con centros sanitarios distantes. El interés en la Telemedicina sufrió un fuerte incremento cuando en 1993 el gobierno estadounidense incluyó este aspecto en su concepción de una infraestructura nacional de información.

Actualmente en Estados Unidos, la Telemedicina está disfrutando de una segunda oleada de popularidad. La revolución de las telecomunicaciones, el abaratamiento del precio del ancho de banda para comunicaciones a través de la red, y las decisiones políticas para proveer a cualquier ciudadano de un amplio abanico de servicios de salud son sólo algunas de las muchas cuestiones que reavivan el interés y la actividad en el campo de la Telemedicina que había estado dormido desde los años setenta.

Un ejemplo del desarrollo de la Telemedicina es el proyecto WellCare TeleMedicine. En el primer trimestre de 1994, el Hospital General de Massachusetts inició un ambicioso proyecto de Telemedicina entre varios hospitales, que consistió en el desarrollo de un sistema de telerradiología que facilitó la transmisión con Arabia Saudita y que permitió que más de 6,000 imágenes por año fueran usadas para el soporte del telediagnóstico y la teleconsulta de aproximadamente 600 casos clínicos.

En Oregón, E.U.A., dado el escaso número de dermatólogos, la alta incidencia de patología dermatológica (un 20% de la población rural); ha ocasionado que el Dr. Perednia haya establecido una consulta en videoconferencia en combinación vía fax para transmisión de datos clínicos y analíticos, con una fiabilidad diagnóstica del 85% frente al 98% de la consulta convencional especializada.

En el Hospital Universitario de Kansas City se ha establecido un proyecto de Telemedicina en tiempo real, con vídeo interactivo por cable con 30 imágenes por segundo, y cámaras de 288 líneas de resolución, con 7 centros sanitarios de ámbito

rural que atienden una población entre 1,000 y 20,000 habitantes, con una proporción de médicos entre 1 y 50. La media de médicos es 2.4 similar a la media de E.U.A. El 78% de los pueblos de Kansas tienen menos de 1 médico/1000 habitantes por lo que se consideraron especialmente idóneos para la implantación del programa. En un seguimiento a 5 años, se observó que sólo 3 de cada 5 pacientes (60%) usaron el proyecto, pues prefieren la presencia física convencional del médico.

El 32% de los médicos lo utiliza regularmente y 19 médicos no lo han utilizado nunca. Es más frecuente el uso por los especialistas, mayoritariamente radiólogos, que por los médicos generales, y valoran su uso para la formación continua que para las consultas médicas en sí. La menor utilización que la inicialmente esperada puede ser debida a varias razones: los médicos y los pacientes no tienen muy claro que es la Telemedicina, la escasa sensibilización y convencimiento de su uso y prestaciones.

La teleconsulta sanitaria es aplicada también a la población reclusa, el proyecto ya está puesto en marcha en 5 prisiones, (68), auspiciado por AT&T y el Michigan Criminal Justice Department.

El proyecto desarrollado en el Mena Medical Center de Arkansas, hospital rural de 36 camas situado en una ciudad de 5,000 habitantes, presta servicio a una población rural de 27,000 habitantes, separado de su hospital de referencia a 130 km., con 12 médicos, ninguno de ellos radiólogo. Los estudios radiológicos fueron realizados sobre placas convencionales y diagnosticados en el Hospital Universitario de la ciudad de Iowa, a 800 km., de distancia, por un período de 4 meses en el año de 1992. La fase inicial del programa supuso un total de 377 casos diagnósticos, de los cuales, 9 fueron imágenes de Tomografía Axial por Computadora, excluyéndose las ultrasonografías. Se estudiaron y compararon los diagnósticos teleradiológicos con los de tipo convencional, no encontrándose diferencias significativas entre ambas modalidades diagnósticas, siendo la exactitud diagnóstica en ambos procedimientos del 90%.

Durante 1994 se estableció la Red de Telemedicina en Oklahoma, para una población de 3.5 millones de habitantes, es importante ya que enlaza el Comanche County Memorial

Hospital con 8 hospitales y 18 clínicas rurales. Es importante su utilización en diabetes, además de otras enfermedades.

La utilización de equipos de videoconferencia en prisiones del Estado de Texas durante 1997, ayudó a que más de 2,000 reclusos recibieran tratamiento por Telemedicina. Se calcula que se consigue examinar a 50 reclusos por semana en promedio, con el consiguiente ahorro de tiempo y de costos de transporte, evitando además problemas de seguridad.

La Clínica Henry Ford de Detroit ha iniciado un proyecto para la instalación de una red de fibra óptica que conectará aproximadamente a cuarenta filiales hospitalarias para la transmisión de información e imágenes. A su vez, esta clínica inició un programa piloto de Telerradiología que le permitirá disminuir sus costos en un futuro.

Merecen mención especial los diversos proyectos y experiencias desarrollados en el entorno de la Telemedicina Militar. En este sentido, los esfuerzos se concentran en localizar a los heridos, diagnosticar su gravedad e iniciar el tratamiento lo antes posible.

El Organismo de Proyectos de Investigación Avanzada, por su nombre en inglés Advanced Research Projects Agency y mejor conocida como ARPA ha trabajado en la mejora de localización de personal, incorporando un receptor GPS (Global Positioning System) que señala cuando un soldado ha sido herido en combate y su localización exacta.

La Telemedicina permite que personal especializado de una unidad central, pueda recibir imágenes recogidas en el campo de batalla, con el fin de diagnosticar al paciente y transmitir recomendaciones al lugar. De esta manera se evita la evacuación de los heridos y se comienza su atención.

Otro de los proyectos que está abordando ARPA es el desarrollo de un sistema de telecirugía, que permitirá a los cirujanos de combate operar pacientes sin tener que estar físicamente presentes. Ejemplo de ello es el robot que se utiliza en el Centro

Médico Regional San Ramón en San Francisco, California, que posibilita a los médicos observar y acceder a partes del cuerpo humano sin necesidad de realizar grandes incisiones. Esta máquina llamada da Vinci es la flamante versión de una táctica más vieja conocida como cirugía mínimamente invasiva, llamada cirugía laparoscópica.

La realidad de la telecirugía es que aún está dando sus primeros pasos. Aunque da Vinci genera una fuerza de retroalimentación, no se ha desarrollado el punto de darle a los cirujanos la sensación de tacto, aspecto que será una tarea ardua. La necesidad de preparar previamente al paciente y a la máquina han hecho que la cirugía a distancia en casos de emergencia sea no factible, aunque se han efectuado cirugías programadas a grandes distancias. Otros obstáculos son el costo de un segundo equipo de cirugía listo en caso de fallas mecánicas y por otro lado, las complicaciones asociadas con la velocidad de transmisión, que se traducen en una demora de un segundo entre las acciones del cirujano y la ejecución de éstas por parte de la máquina.

### **Situación en Europa**

La Telesalud es una de las máximas prioridades de la Comunidad Europea, entre sus planes figura la creación de redes de comunicación directas, basadas en normas comunes que conecten profesionales sanitarios, hospitales y centros sociales de Europa. El Programa de Telemática para la Atención de Salud de la Unión Europea financia gran parte de experiencias desarrolladas en los distintos países europeos.

En el Quinto Programa Marco de la Unión Europea se incluyen las siguientes directrices en lo referente al empleo de la tecnología en apoyo a la medicina:

Sistemas clínicos informatizados, redes sanitarias protegidas de alto rendimiento y Telemedicina.

Interfaces avanzadas y telesistemas para la integración a la vida social de las personas de edad avanzada y de los minusválidos.

Sistemas multimedia avanzados que faciliten el acceso a los servicios de interés público y la prestación de los mismos.

Han sido muchas las iniciativas que se han llevado a cabo en Telemedicina en Europa. Algunas de las iniciativas destacadas son:

El programa MAC-NET (Medical Advice Centres Network que significa en español Red de Centros de Asesoramiento Médico) desarrollado entre 1986 y 1991 y que fue un programa de cooperación europeo entre centros marítimos de consulta médica situados en Madrid, Toulouse, Roma, Atenas y Lisboa para mejorar la asistencia médica en el mar.

El Proyecto EMERALD (European Multimedia Services for Medical Imaging) es un proyecto de tres años de duración centrado en la introducción de tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode, Transferencia asíncrona de datos) en la atención sanitaria. Su objetivo es desarrollar un servicio general de banda ancha para atención sanitaria en el que participe un gran número de hospitales, con objeto de evaluar su rentabilidad y viabilidad. El servicio permitirá la transmisión de imágenes médicas en tiempo real, utilizando la norma DICOM 3.0. Comprende un conjunto de módulos básicos como videoconferencia, trabajo en cooperación, transmisión y recepción de archivos de datos, digitalización de imágenes y de documentos, gestión de la base de datos DICOM, petición de imágenes DICOM, almacenamiento, recuperación, visualización y tratamiento de imágenes, correo multimedia y seguridad.

Dentro del proyecto se incluyen cuatro escenarios: 1) Radiología general, 2) Mamografía, 3) Cardiología intervencionista y 4) Radiocirugía.

El Proyecto ATTRACT (Applications in Telemedicine Taking Rapid Advantage of CableTelevision Network Evolution) con participación de Italia, Grecia, Alemania, Irlanda y España, para de la Telemedicina, de forma que se puedan desarrollar sistemas para comunicación de los profesionales sanitarios con los pacientes en sus domicilios.

El Proyecto TEN-CARE (Telecommunications-based Home-Care Services for European Citizens), es un nuevo proyecto europeo, con participación de los mismos socios que el proyecto ATTRACT y mayor número de organizaciones del sector de comunicación e informática. El objetivo de este proyecto es aprovechar los avances en telecomunicaciones para la televigilancia de ciudadanos europeos.

El Proyecto PLANEC es un sistema de información para realizar la planificación, el seguimiento y la evaluación del cuidado de ancianos. Participan en este proyecto el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud y Bienestar (STAKES) en Helsinki, Finlandia; la Universidad de Liverpool, Inglaterra, la Universidad Libre de Ámsterdam, Holanda; el Instituto Holandés de Gerontología y varias organizaciones informáticas.

A fin de planificar mejor la libre circulación de mercancías decidida por el Acta Única de 1993, la Comisión Europea inició un programa EUROTOXNET (Red Toxicológica Europea) en 1988 a 1989, para armonizar los programas toxicológicos europeos y el tratamiento de pacientes que han ingerido sustancias venenosas.

El programa SAME-NET desarrollado de 1991 a 1992 en Atenas, Grecia; tuvo por cometido mejorar la asistencia médica a distancia para permitir a cualquier persona herida o enferma en Europa, recibir atención y asesoramiento médico experto.

Varios son los países europeos que han llevado a cabo proyectos de Telemedicina, estando éstos motivados por objetivos o necesidades particulares. A continuación se mencionan algunas de sus experiencias.

### **Noruega**

Las pruebas en el campo de la Telemedicina con consultas remotas en diversas áreas de especialidad (radiología, dermatología, otorrinolaringología, ecocardiografía, patología y gastroscopia) se han llevado a cabo con un alto grado de éxito.



En 1988, Noruega inicia su actual Programa de Telemedicina en tiempo real bajo la Red MegaNet, en banda de 2Kbps, hoy generalizado a todo el país bajo líneas ISDN, unas 10 veces más económicas, extendida también a Suecia, donde se realizan frecuentes sesiones anatomoclínicas bajo el modelo de teleconferencia.

El Hospital Universitario de Tromso centraliza, desde 1993, todo el gran Proyecto de la Telemedicina en Noruega y su Departamento de Anatomía Patológica, sin duda el pionero en Telepatología, ha alcanzado el mayor desarrollo de la misma, gracias a un sistema permanente de diagnóstico de biopsias intraoperatorias, en tiempo real, por medio de cortes con criostato.

El proyecto, realizado bajo los auspicios de Telenor y el Gobierno Noruego, cubre una población de 40,000 habitantes, lo que motiva que existan sólo 137 casos diagnosticados desde 1990 hasta diciembre del 1995, con un porcentaje de aciertos algo inferior al del mismo laboratorio en la modalidad "convencional", pero muy aceptable.

### **Grecia**

Los servicios de Telemedicina han estado operativos en Grecia desde 1988, bajo el Programa Griego de Telemedicina cuyo principal objetivo es proveer servicios médicos a las islas.

### **Francia**

Uno de los desarrollos más significativos en este campo fue la creación, en 1989, del Instituto de Telemedicina de Toulouse, que es el foco de muchos proyectos de Telemedicina Europeos, en una gran variedad de campos incluyendo asistencia médica en el mar, toxicología (interconexión de diferentes centros de toxicología) y la provisión de asistencia remota a pacientes aislados.

Francia dispone de una conexión en línea de 32 departamentos de Patología para la consulta y diagnóstico interactivo de casos problema, formación continuada, publicaciones científicas, acceso a centros especializados y diversos linkajes a sociedades científicas algunas de las cuales operan ya en Telemedicina.

En 1992, la Agencia Nacional de Acreditación y Evaluación en Salud de Francia (ANAES), presenta un informe de transmisión fetal<sup>6</sup>.

En Francia en 1998 se presentó un informe sobre la transmisión de imágenes angiográficas<sup>7</sup>.

En 1997, realiza un informe de evaluación sobre telemedicina en el manejo de las emergencias neuroquirúrgicas en País.

Se calculó que podrían evitarse al año 200 desplazamientos innecesarios con un costo de aproximadamente \$400,000 francos.

## **Alemania**

En Alemania, uno de los más importantes proyectos de Telemedicina es la iniciativa BERMED (Berlín Medical) cuyo objetivo es proporcionar a los médicos acceso transparente a todos los datos disponibles concernientes al paciente, así como mejorar el soporte a la comunicación y trabajo cooperativo entre médicos.

---

<sup>6</sup> Agence Nationale pour le Développement de l'Évaluation Médicale (ANDEM). Le télémonitorage foetal. Etat des connaissances et Recommandations. Paris : ANDEM ; 1992.

<sup>7</sup> Féry-Lemmonier E., Fay AF., Charpentier E. Transmisión intra et Inter. Hospitaliere d'images dynamiques d'angiographie coronaire. Résultats de l'évaluation. Paris : Comité d'Évaluation et de Diffusion des Innovations Technologiques-CEDIT-AP-HP ; Mai 1996.

## Reino Unido

El aislamiento de muchas comunidades rurales escocesas presenta un gran problema en la dotación de servicios sanitarios. Una amplia variedad de proyectos de Telemedicina están en curso para paliar dificultades en áreas de atención a traumatismos, teleradiología, teledermatología y Telemedicina para servicios de maternidad.

Una agencia de evaluación de tecnologías sanitarias del Reino Unido, edita en 1997 una revisión de la difusión y evaluación de la telerradiología y teledermatología<sup>8</sup>.

## Israel

El Hospital Ben Gurion de Israel, por medio del Hospital de Soroka, atiende una población de 600,000 personas en las especialidades de radiología y cardiología, evitando costosos y difíciles desplazamientos, aliviando la demanda de atención hospitalaria y facilitando el apoyo diagnóstico y de formación a los escasos médicos del Negev.

## España

A continuación se describen algunas experiencias en España que se han realizado en el área de teleasistencia de pacientes (la mayor parte de ellas actualmente en evolución) en las que el Ministerio de Salud ha participado activamente a través de sus Centros.

---

<sup>8</sup> Mowatt G., Bower DJ., Brebner JA., Cairos JA., Grant AM., McKee L. When and how to assess fase-changing technologies: a comparative study of medical applications of four generic technologies. Healths Technol Assessment 1997; 1(14): 63-124.

### Proyecto SATELITE

Este proyecto para ayuda a los pacientes con Infarto Agudo de Miocardio, básicamente se trata del envío de un electrocardiograma mediante telefonía móvil GSM desde donde se produce la atención inicial del paciente a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Severo Ochoa de Leganés.

### Participación en el proyecto EMERALD

Por su parte el servicio de radiodiagnóstico del Hospital Universitario Príncipe de Asturias es el responsable del escenario de radiología del proyecto europeo EMERALD participa como colaborador principal en el escenario de mamografía. El apartado de radiología general tiene como objetivo implantar una red de comunicación con soporte de banda ancha que conecte el servicio de radiología del Hospital Universitario Príncipe de Asturias como centro de referencia con el servicio de radiología del centro de especialidades de Virgen del Val, así como con el Hospital Infantil Vall d´Hebrón en Barcelona a nivel nacional y a nivel internacional con el Strahlenklinik und Poliklinik (UKRV) y el Institut fur klinische Radiologie en Alemania.

En el escenario de mamografía también dentro del proyecto EMERALD se convierten los estudios mamográficos convencionales a digitales para su transmisión a centros de referencia extranjeros.

### Proyecto PLANBA

En el año 1993 se inicia el proyecto I+D, denominado TELEMEDICINA que se desarrolla en el marco del Plan Nacional de Banda Ancha (PLANBA). Este proyecto de Telemedicina está a cargo de un consorcio firmado por compañías informáticas y de telecomunicaciones, Clínica Puerta de Hierro, Hospital Central de Asturias, Hospital de

Cabueñes, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid y Consejería de Sanidad de Asturias. Este conjunto de entidades financia el 80% de este proyecto. También financian este proyecto el Ministerio de Industria y la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

El objetivo principal del proyecto es el desarrollo de un sistema telemático (informes, imágenes, vídeo, audio) que permita utilizar sistemáticamente recursos de diagnóstico médico situados geográficamente distantes del paciente o del médico que lo atiende.

#### Proyecto Telerradiología en Andalucía

En 1984 se crea una red de Telerradiología en las provincias de Jaén y Cádiz para prestar un servicio de Tomografía Computada. Anteriormente, los pacientes debían viajar a Córdoba, a más de 100km de distancia, para someterse a un examen de Tomografía Computada. Un acuerdo con el servicio de salud pública local afianzó una sólida base de servicios de remisión y funcionan ya en la provincia cuatro sistemas de Resonancia Magnética, y dos de Tomografía Computada. Estos están conectados a través de una Red Digital de Servicios Integrados al centro administrativo de diagnóstico e información de Jaén. La instalación de este sistema incrementó la eficacia administrativa general permitiendo un máximo aprovechamiento de los equipos y del personal disponible. El personal de Jaén y de Cádiz realiza alrededor de 12.000 exámenes por año.

#### Proyecto de videoconferencia del Ministerio de Defensa

En 1996 el Ministerio de Defensa lanza un proyecto de Telemedicina entre el Hospital Militar Gómez Ulla de Madrid y un hospital sobre el terreno establecido en Bosnia-Herzegovina, con objeto de prestar apoyo médico a unidades de vanguardia en operaciones militares. El enlace de Telemedicina se basa en un sistema de videoconferencia de alta calidad empleando para ello un satélite.

## Telemedicina en áreas aisladas (Islas Canarias)

Las Islas Canarias tienen una red de Telemedicina denominada REVISA (Red de videoteléfonos para la atención sanitaria) instalada desde 1990. Aunque todos los hospitales están interconectados directamente, la mayoría prefiere derivar las consultas ya sean urgentes, de remisión o científicas, al CATAI (Centro de Tecnologías de Avanzada en Análisis de Imágenes), un instituto especializado en Telemedicina con sede en Tenerife. El centro evalúa las remisiones en términos de urgencia y disponibilidad de especialistas en la red o en algún lugar de Europa.

## Proyecto de TeleVigilancia para diabéticos

Desde hace 10 años el Departamento de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid desarrollo el sistema DIABTel para la atención de la diabetes.

Este sistema tiene dos funciones básicas:

La Televigilancia permite controlar las principales variables que deben supervisarse en caso de diabetes: niveles de glucosa en sangre régimen, dosis de insulina, actividad física y otros aspectos conexos, es decir, ingestión de medicamentos y temperatura elevada.

La Teleatención permite una comunicación interactiva entre paciente y médico, mediante un sistema de comunicación electrónica de datos que permite a los pacientes pedir consejos para su vida cotidiana. Asimismo, los médicos pueden supervisar las decisiones terapéuticas de los pacientes.

El Grupo de Bioingeniería y telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid ha diseñado y desarrollado una herramienta para la toma de decisiones. Esta herramienta permite al cardiólogo, tras visualizar las imágenes recientemente obtenidas, debatir el

caso con el especialista en hemodinámica, ayudándole a emitir un diagnóstico y a decidir la terapia más conveniente en tiempo real.

### Teleelectrocardiografía

El Centro de Investigación para la Electrocardiografía de España fue pionero en telemedicina desde hace más de 20 años, desarrollando a partir de la electrocardiografía transtelefónica, una red de comunicaciones a nivel nacional, en donde hoy en día, mas de 300 centros periféricos, se conectan diariamente a su central de recepción para remitir anualmente mas de 50,000 electrocardiogramas a través de las líneas telefónicas.

### **Desarrollo de la Telemedicina en México**

El empleo de la tecnología como herramienta de apoyo de la medicina en México inició en 1978 con el Programa COPLAMAR, que otorgaba apoyo médico a consultorios rurales por medio de radioenlaces o banda civil. En 1986, el Hospital Infantil de México, crea el programa SEMESATEL para teleenseñanza médica, y en 1991, se realizan los primeros estudios sobre aplicaciones del satélite Solidaridad a la atención médica en hospitales y clínicas.

Para 1995 se realiza el primer enlace vía satélite entre el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre del ISSSTE en la Ciudad de México y el hospital Regional Belisario Domínguez en Tuxtla Gutiérrez, en el estado de Chiapas. Las principales aplicaciones que se le dieron fueron la videoconferencia y transferencia de datos médicos e imágenes médicas principalmente radiografías.

El principal propósito del programa de telemedicina del Instituto de Seguro Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) es el enlace de unidades médicas

distantes del interior de la República con hospitales regionales y el centro Médico Nacional 20 de Noviembre, para realizar comunicación interactiva, mediante un sistema de videoconferencia, entre médico-médico y médico-paciente.

El Programa de Telesalud del ISSSTE es pionero en América Latina, primero a nivel mundial en salud pública y único en México. Ha logrado bajar los traslados en un 48%, impartido más de 3,300 teleconsultas atendiendo a más de 2,000 pacientes en 49 especialidades y subespecialidades

Para 1999, cubrió al 43% de los derechohabientes del ISSSTE y ha impartido 46 cursos para más de 3,000 personas, un Diplomado de Gerencia en Servicios de Salud para Directivos y varios programas de capacitación.

Los hospitales que cuentan con infraestructura de telecomunicaciones para realizar telemedicina se ubican en: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Villa Hermosa, Tabasco; Veracruz, Veracruz; Tampico, Tamaulipas; La Paz, Baja California; Hermosillo, Sonora; Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, México, D.F., 1° de Octubre, México, D.F., Acapulco, Guerrero; Oaxaca, Oaxaca; Tijuana, Baja California Norte; Durango, Durango; Chihuahua, Chihuahua; y Monterrey, Nuevo, León.



## 4.7 Razones para su uso

La medicina es una actividad intensiva en información. Hace un uso permanente de informes alfanuméricos (tanto escritos como verbales) y de imágenes. El volumen de información referida a sus proveedores y pacientes, así como la generada por la relación administrativa de la actividad médica con organismos como el Seguridad Social o las compañías de seguros, hace del mundo de la sanidad un ámbito amplio del empleo de las tecnologías multimedia. Se ha estimado que el manejo de ese volumen de información consume cerca del 25 % de los recursos de un sistema sanitario que, por otra parte, alcanza ya tamaños muy relevantes en muchos países.

Por otra parte, el envejecimiento progresivo de la población, junto a nuevos y graves problemas sanitarios como el SIDA, son aspectos que consumirán crecientes recursos económicos y saturarán la capacidad de prestación de servicios adecuados por parte de los distintos sistemas sanitarios. El uso de la telemedicina ayudaría a resolver la congestión creciente de los servicios sanitarios, cuya demanda va a seguir creciendo en el futuro.

El médico necesita toda la información posible sobre el pasado y el presente del paciente, incluidos también los datos sobre su entorno vital y profesional y la posibilidad de contar con un rápido acceso a la información útil de otros especialistas, relacionada con casos similares. No es difícil imaginar la imposibilidad manifiesta de un médico, que tiene que vérselas con un paciente cada 15 minutos, para encontrar la información en muchos casos manuscrita, interpretarla y rellenar sus huecos (normalmente, también a mano) con la información verbal del paciente sobre la marcha, para reescribir por enésima vez su historia clínica.

Una de las principales razones que hacen del uso de la Telemedicina cada vez más una realidad es la necesidad de soslayar las limitaciones geográficas y climatológicas para el acceso de las personas a los servicios sanitarios. Dentro del mismo tenor no hay que olvidarnos de los colectivos de ciudadanos con circunstancias especiales que se les

dificultan el acceso a la atención sanitaria (tercera edad, personas con enfermedades o minusvalías que les impiden moverse del hogar, etc.). Se puede afirmar que casi todos los países de nuestro entorno han acometido experiencias piloto con el objetivo de reducir las dificultades de acceso comentadas, de forma que los países que por su orografía han desarrollado experiencias, están a la cabeza.

La necesidad de los profesionales sanitarios de estar permanentemente informados de los adelantos científicos, terapéuticos, diagnósticos, se debe a que la medicina es un campo de actividad en el que es absolutamente crítico ampliar y mantener actualizado el conocimiento. Por otra parte, fuentes de conocimiento médico existen muchas, diversas y dispersas (estudios de universidades y centros de enseñanza, investigaciones de centros sanitarios y laboratorios, avances diagnósticos, terapéuticos y quirúrgicos, nuevos desarrollos en instrumentación, farmacología y otros más), y en la actualidad la inmensa mayoría de ellas es accesible a través de Internet.

La mayor concientización ciudadana para exigir una atención sanitaria de calidad y orientada al paciente, y la demanda de información que permita aumentar los niveles de conocimiento de la población en temas relacionados con la salud.

La disponibilidad de infraestructuras de comunicaciones, equipamientos informáticos y sistemas de información en los centros sanitarios es otro factor que está permitiendo el avance de la Telemedicina. En este sentido, la mayor parte de los estados de la República Mexicana cuentan con redes de comunicaciones crecientes en capacidad de transmisión y un nivel de informatización en los centros hospitalarios que cubre al menos las funciones de administración de pacientes y económico administrativas (contabilidad, suministros, nóminas y otras áreas). Sin embargo, es más reducida la disponibilidad de herramientas más avanzadas, como Historia Clínica Electrónica o sistemas de información que permitan la incorporación y análisis de imágenes médicas.

La necesidad de racionalizar el uso de recursos de alto valor y de ofrecer al paciente una continuidad entre los niveles asistenciales, sin que sufra merma en la calidad de la

atención ni sea sometido a repetición de pruebas diagnósticas al pasar de un nivel a otro es una más de las razones para el uso de la Telemedicina.

Y por último la necesidad del trabajo cooperativo entre facultativos y especialistas de distintas áreas que contribuya a una integración de los niveles asistenciales y a un mejor uso de los recursos.

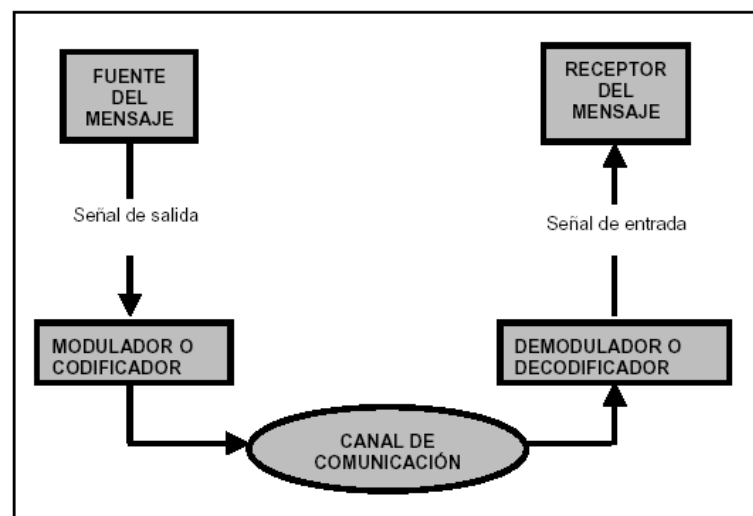
## Referencias bibliográficas

1. Plan de telemedicina 2000, Instituto Nacional de Salud (InSalud), Ministerio de Salud, España.
2. Primer Foro de la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCJET) sobre Telemedicina, San Pedro Sula, Honduras, octubre de 1997.
  - Telemedicina en zonas rurales de Latinoamérica, Andrés Martínez y Francisco del Pozo, Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, Universidad Politécnica de Madrid, España.
  - Conceptos básicos en telemedicina, Ricardo Gaitán Pacheco, Fundesco, España.
  - Programa de Telemedicina, Bureau de desarrollo de telecomunicaciones, Leonid Androuchko, Coordinador de grupos de estudio UIT-D, Ginebra, Suiza. Roberto Bastidas-Buch, Administrador de zona UIT Centro América y El Caribe.
  - Telemedicina en Chile, Jaime Torres, Compañía de Telecomunicaciones de Chile.
  - Desarrollo de la telemedicina en Costa Rica, José López Roger, Instituto Costarricense de electricidad-ICE.
  - Telemedicine and telehealth in Canada, Joseph Cogné, Delegado Comercial, Ministerio de Industria de Canadá.

- Nuevas redes y servicios para telemedicina, Francisco Martínez del Cerro, Telefónica Investigación y Desarrollo.
  - Telemedicina en Venezuela, Elizabeth Rojas, CANTV, Venezuela,
  - Telemedicina en zonas rurales de Latinoamérica, Oscar Sady Orellana, Unidad de Telecomunicaciones MINISAP-Honduras.
  - Telemedicina: Clínicas rurales en la República Dominicana, Dra. Juliana Fajardo, Comunicaciones Médicas/CERSS-FUINCA-FUNDESCO.
  - Telemedicina en la República Dominicana, Dilia Pimentel, CODETEL.
  - Telemedicina y servicios de telecomunicación aplicados a la práctica médica, Francisco Limonche Valverde, Telefónica de España.
  - Telemedicina en Panamá, Iván Alexander Cano, Cable and Wireless Panamá, S.A.
  - Telemedicina en Colombia, José Joaquín Ullos Barrios, Telecom.
  - Telecentros comunitarios multipropósito: Su aplicación en Honduras, Norma Flores de Méndez, Hondutel.
3. Programa Nacional de Telesalud en México, 1995-2000, ISSSTE.

## Tecnologías de Información y Comunicaciones Aplicadas a la Telemedicina

Las tecnologías de información y telecomunicaciones han impulsado la cobertura y la mejora de los servicios sanitarios, teniendo un gran impacto en el resto de los procesos asistenciales de la salud. Las telecomunicaciones han ido desarrollándose de tal manera, que hemos pasado de la transmisión directa de voz a la transmisión de datos e imágenes, debido a los medios de transmisión e infraestructura existente. El proceso por el que pasa la información desde el emisor al receptor a través de la tecnología de las telecomunicaciones, es el siguiente:



La información es transmitida a través de señales. Estas pueden ser de dos tipos: analógicas: aquellas que viajan de forma semejante al fenómeno físico que las produce. Por ejemplo, la señal gráfica de un registro electrocardiográfico.

Digitales: se transmiten como valores numéricos almacenados en una computadora. Toma valores discretos, por ejemplo 0 ó 1. La degradación de la señal durante la transmisión se ve menos afectada que con el tipo anterior.

## 5.1 Redes

Para facilitar la comunicación entre los miles e incluso millones de usuarios que se encuentran a kilómetros de distancia, se crean las "redes". Una red de telecomunicaciones es un conjunto organizado de recursos que proporcionan las vías de comunicación necesarias para establecer la interconexión de equipos y transmisión de la información utilizando un conjunto de reglas que aseguren un servicio confiable.

Las redes de computadoras tienen reglas básicas que aseguran la entrega confiable de información. Un conjunto básico de reglas sobre cómo debe hacer su trabajo una red de computadoras sería el siguiente:

- La información debe entregarse de manera confiable sin ningún daño en los datos.
- La información debe entregarse de manera consistente; la red debe ser capaz de determinar hacia dónde se dirige la información.
- Las computadoras que forman la red deben ser capaces de identificarse entre sí a lo largo de toda la red.
- Debe existir una forma estándar de nombrar e identificar las parte de la red.

Todas las redes tienen el mismo objetivo fundamental: asegurar que los datos sean compartidos de una manera rápida, confiable y precisa. Los beneficios que se obtienen de la conectividad en redes son los siguientes:

- Compartir recursos (espacio compartido en disco, aplicaciones compartidas, impresoras compartidas).
- Conectividad más rápida.
- Administración centralizada.

Una red de computadoras se divide en dos partes, una es la red física: el cableado, las tarjetas de red, las computadoras y el equipo que utiliza la red para transmitir datos. La otra parte es la disposición lógica de esos componentes físicos: las reglas que permiten a los componentes físicos trabajar en conjunto.

Existe una serie de factores que afectan a la transmisión de la información:

#### 1. Velocidad y ancho de banda:

La velocidad de transmisión se refiere a que velocidad puede viajar la información, se expresa en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (Kbps), megabits por segundo (Mbps) o gigabits por segundo (Gbps). Un bit es una unidad de información expresada en dígitos binarios (valor 0 o 1). Ocho bits constituyen una "palabra", octeto o byte.

1 Kb = 1,000 bits (1,024, en sentido estricto).

1 Mb = 1 millón de bits.

1 Gb = 1000 millones de bits.

Otra unidad de velocidad de transmisión, frecuente en muchas publicaciones, es el "baudio". La equivalencia entre el baudio y los bits por segundo es:

1 Baudio = 1 Kbps



La velocidad máxima a que puede moverse la información, depende del ancho de banda del canal. El ancho de banda se refiere al rango de frecuencias que pueden transmitirse de forma efectiva a través de un canal y se expresa en hertzios (Hz), kilohertzios (kHz) o megahertzios (MHz). Un Hertzio es el número de repeticiones por segundo de una onda electromagnética completa. También puede expresarse en bits por segundo.

A mayor ancho de banda mayor velocidad de transmisión de la información. Pero la velocidad puede verse afectada por otros factores como los ruidos o interferencias que la reducen notablemente. Según su capacidad, las bandas se dividen:

- 1) Banda base o base estrecha (Base band): ocupada por un solo canal.
- 2) Banda ancha (Broad band): está ocupada por varios canales simultáneamente mediante un procedimiento de multiplexación. Permite combinar comunicaciones de diferente naturaleza (datos, voz, video). Suelen tener un costo más elevado que el tipo anterior.

## 2. Dirección de la transmisión:

Cuando la información viaja en una sola dirección se denomina "transmisión simple". Este tipo no suele utilizarse en los sistemas modernos. Cuando la información fluye en las dos direcciones, pero no simultáneamente recibe el nombre de "transmisión medio dúplex o dúplex a media". Cuando la información viaja en ambos sentidos de forma simultánea se denomina "transmisión dúplex completo". Para este último se necesitarán canales de banda ancha.

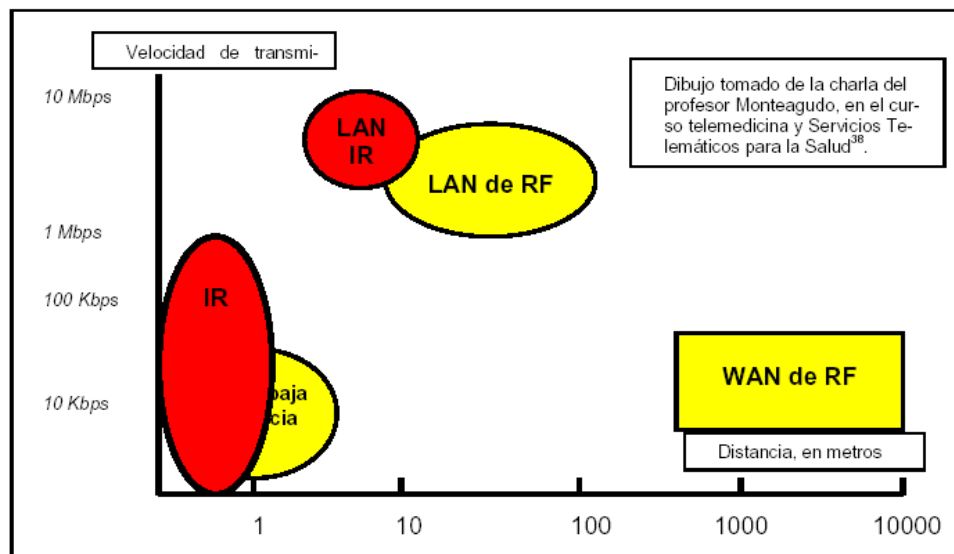
3. Medios de transmisión: se refiere al vehículo a través del cual se transmite la información.

- a) Medios Inalámbricos: Envían señales a través del espacio usando habitualmente microondas.

La principal ventaja del sistema inalámbrico es que no requiere de cables, esto posibilita el acceso a áreas donde la instalación de cable sería difícil. También facilitan la comunicación entre grandes distancias y en situaciones de catástrofe, donde la red telefónica puede quedar inutilizada. Un uso común de la transmisión inalámbrica es la conexión de poblaciones aisladas con centros médicos urbanos a través de una WAN.

Las microondas son ondas de radio de alta frecuencia. Viajan en línea recta, es decir, que el transmisor y el receptor deben ser capaces de verse unos a otros. Como la curvatura de la tierra y las inflexiones del terreno lo impiden, será la altura de las antenas la que dicte la distancia máxima entre repetidores.

De esta forma se va transmitiendo la onda. Dentro de estos sistemas sin cables contamos con la transmisión por "radiofrecuencia" y por "infrarrojos". El primero tiene una velocidad de transmisión menor, aunque con un radio de acción mayor que los infrarrojos.



Los satélites son esencialmente repetidores localizados en órbita sobre la tierra. Cuando existen grandes distancias son utilizados para transmisión en vez de usar repetidores de microondas o cables. Sin embargo, pueden crear demoras desconcertantes durante conversaciones a tiempo real. La nueva generación de satélites permitirá servicios de

comunicación de alta capacidad, pero su uso quedará circunscrito a segmentos de mercado no sensibles a su elevado precio y en zonas geográficas donde no existe otra alternativa. Por otra parte, el excesivo peso de los terminales de telefonía por satélite, sólo es apto para vehículos y estaciones (fijas o nómadas), en zonas sin infraestructura telefónica convencional ni cobertura GSM.

La capacidad de transmisión de los satélites es limitada, generalmente oscila entre 10 y 100 Kbps. Por ejemplo el satélite INMARSAT tiene una capacidad de transmisión de 24 Kbps, por debajo de lo requerido para la transmisión de información significativa en medicina, como imágenes en color y en movimiento. Las señales de video en color necesitan una velocidad de transmisión de 10-100 Mbps para un movimiento de imagen.

El uso del satélite como medio de transmisión de información en medicina tiene unas indicaciones muy concretas:

- 1) Asistir urgencias y emergencias en aviones y/o barcos donde otro tipo de comunicación es prácticamente imposible.
- 2) Casos de catástrofes, donde pueden verse afectadas otras vías de comunicación.
- 3) Monitorización continua de pilotos.

Con el uso de los satélites de nueva generación "Hughes Aircraft Corporation" que proporcionan anchos de banda de 1,544 Mbps, se podrán llevar a cabo comunicaciones desde cualquier lugar del mundo. Su principal utilización será la telemedicina.

Para reducir el costo que supone el uso de los satélites en telemedicina, hay posibilidad de usarlos de forma temporal, en horarios determinados para llevar a cabo la transmisión de la información.

- b) Medios Alámbricos: Hay tres tipos de cableado en las redes: cable coaxial, par trenzado y fibra óptica. Cada uno de ellos tiene requerimientos diferentes, para satisfacer los estándares de redes y trabajar adecuadamente.

### Coaxial

Con el cable coaxial se consigue una calidad aceptable a bajo costo. Se usa en aplicaciones con un vasto ancho de banda. Tiene un solo núcleo sólido de cobre en vez de múltiples pares enrollados. El cable coaxial tiene 80 veces la capacidad de transmisión de los cables de pares trenzados. En el pasado era utilizado para Ethernet 10Base2 y 10Base5. Hoy su uso es frecuente en las videoaplicaciones.

Los "cables axiales gemelos", son similares al cable coaxial pero con dos centros conductores, son usados en las mismas aplicaciones que el cable coaxial, dando mayor velocidad de transmisión.

### Par trenzado sin blindaje

El siguiente cable, después del cable coaxial, es el par trenzado sin blindaje o UTP (unshield twisted pair). Los cables UTP que se utilizan para la conectividad de redes son ocho conductores de cobre, cuatro pares de alambre muy similares al alambre que utiliza la compañía telefónica para instalar el cableado de una casa.

La característica general de los cables de pares trenzados, es su bajo costo comparado con otros medios de transmisión y la poca calidad que dan. Los cables de par trenzado vienen en cinco categorías; la siguiente lista proporciona una comprensión de las diferentes aplicaciones de cable:

- Categoría 1: no está clasificada para ninguna aplicación.
- Categoría 2: se utiliza para el cableado telefónico. Clasificada para una tasa máxima de transferencia de datos de 1 megabit por segundo.

- Categoría 3: es el nivel más bajo que se puede utilizar para la conectividad de redes. Se utiliza para Ethernet 10BASE-T y tiene una tasa máxima de transferencia de datos de 16 megabits por segundo.
- Categoría 4: se utiliza para Token-Ring y Ethernet 10BASE-T. Su tasa máxima de transferencia de datos es de 20 megabits por segundo.
- Categoría 5: se utiliza para Ethernet 100BASE-T y tiene una tasa máxima de transferencia de datos de 155 megabits por segundo.

El par trenzado sin blindaje es actualmente el cableado estándar en la mayoría de las redes. Es relativamente barato, fácil de instalar, muy confiable y fácil de mantener y expandir.

### Fibra óptica

El cable de fibra óptica es un medio caro pero proporciona alta calidad. Los cables de fibra óptica usan pulsos de luz a través de fibras de cristal para transmitir la información. Una fibra óptica está compuesta de un núcleo de fibra de cristal cilíndrico que tiene un índice de refracción uniforme, recubierto de una capa concéntrica de revestimiento. Esto le protege ante interferencias eléctricas, haciendo más fiable la transmisión de datos. La distancia de transmisión es mayor con el cable de fibra óptica que con los de cobre, ya que los pulsos de luz no atenúan ni pierden energía tan rápidamente.

El cable de fibra óptica puede transmitir información a tasa de bits altas, en algunos casos hasta 622 megabits por segundo.

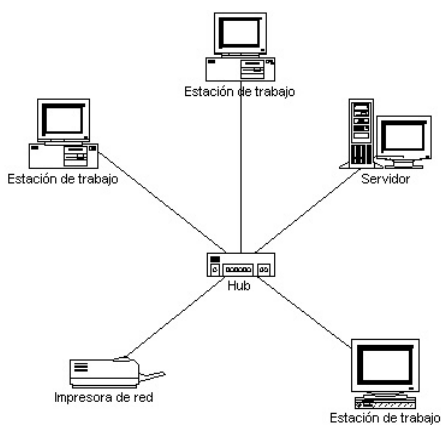
Los medios de transmisión físicos (alámbricos), pueden degradar la señal por daños físicos. Por ejemplo, los cables suspendidos en el aire están expuestos a las inclemencias del tiempo o a sabotaje. La red llevada bajo tierra, además de ser bastante más cara, no garantiza la inmunidad del cableado, pues puede verse afectada

por trabajos de construcción o agrícolas que dañen de forma no intencionada el tendido. El cable coaxial se daña fácilmente por compresión o mojado. El cable de fibra óptica puede dañarse por doblarlo demasiado.

## Topologías físicas

El aspecto físico de la red está, en su forma más simple, constituido por cables tendidos entre las computadoras y otros dispositivos de red. Los cables conectan a las tarjetas de interfaz de red que están instaladas en las computadoras. Las tarjetas de red manejan la interacción de las computadoras con el resto de la red. Con estos dos componentes puede crearse una red sencilla basada en lo que se llama red 10BASE2 con topología de bus.

La topología física es la forma en que se dispone una red. Hay tres tipos de topologías: bus, estrella y anillo. Las topologías bus y estrella se usan a menudo en las redes Ethernet, que son las más populares. Las topologías de anillo se utilizan para Token Ring, que son menos populares, pero igualmente funcionales. Las redes FDDI (Interfaz de Datos Distribuidos por Fibra Óptica), que corren a través de cables de fibras ópticas en lugar de cables de cobre, utilizan una topología compleja de estrella.



Red ethernet 10 Base-T con topología de estrella

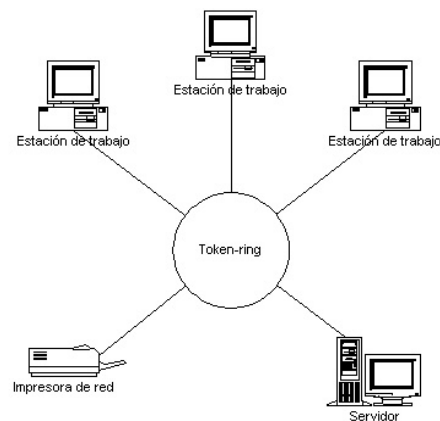
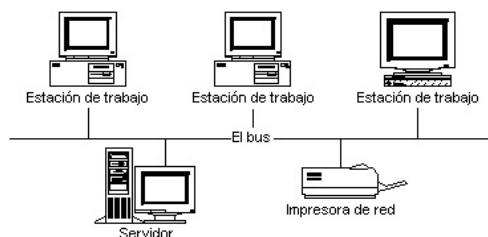


Diagrama de una Red Token Ring



**Diagrama de una red Ethernet 10Base2 con topología de Bus**

Las principales diferencias entre las topologías Ethernet, Token Ring y FDDI estriban en la forma que hacen posible la comunicación entre computadoras. Esta consiste principalmente en una tecnología llamada conmutación de paquetes en la que los datos binarios se dividen en pequeños paquetes que manejan la corrección de errores y la información de direccionamiento con la finalidad de transmitir los datos a través de un medio físico como un cable.

### Topologías Lógicas

A Ethernet, Token Ring, FDDI y el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) se les conoce como topologías lógicas. A diferencia de las topologías físicas, las cuales puede tocar y levantar, las topologías lógicas no tienen que ver con los alambres, el cableado y el hardware; las topologías lógicas son las reglas de tránsito para las redes.

#### a) Ethernet

Cuando la conmutación de paquetes estaba en sus inicios, no trabajaba muy eficientemente. Las computadoras no sabían cómo evitar el envío de datos a través del cable mientras otros sistemas hacían lo mismo simultáneamente, por lo que la conectividad de redes en ese entonces era una tecnología muy ineficiente.

La red Ethernet ofrecía a través de un estándar del IEEE, llamado 802.3 CSMA/CD (Acceso Múltiple de Percepción de Portadora con Detección de Colisiones), una forma de

solucionar la situación que se presentaba cuando gran número de computadoras trataba de transmitir simultáneamente a través de un solo cable.

La base de Ethernet es el CSMA/CD. En una red Ethernet, todas las computadoras comparten un único segmento de red, llamado dominio de colisión. Cuando dos computadoras transmiten paquetes al mismo tiempo, se presenta una circunstancia llamada colisión. A medida que el dominio de colisión es más grande, es más probable que se presenten colisiones, razón por la cual los diseñadores de Ethernet trataron de mantener reducido el número de computadoras de un segmento.

En CSMA/CD cada computadora escucha el medio de transmisión para detectar un período de silencio en el cable. Cuando el cable de la red está en silencio, la computadora que tenga que enviar paquetes, los manda a través del cable de red.

Si una computadora trasmite al mismo tiempo que la primera computadora, ambas sentirán la presencia de la otra. Por lo tanto, ambas desistirán de transmitir datos, esperarán una cantidad aleatoria de milisegundos y transmitirán de nuevo; en general, esto resuelve el problema de colisiones.

Ethernet es un término ampliamente utilizado para describir la topología lógica que utiliza CSMA/CD y las topologías físicas sobre las que operan las redes CSMA/CD. Los miembros principales se enlistan a continuación:

- 10Base2 o conectividad con cable coaxial. La longitud máxima del segmento de 10BASE2 es de 185 metros.
- 10BASE5 o thicknet. A thicknet también se le llama AUI, que quiere decir Interfaz de Unidad de Conexión. Las redes AUI son un paso intermedio entre 10BASE2 y 10BASE-T. Thicknet es una interfaz de bus con una redundancia ligeramente mayor que 10BASE2. La longitud máxima de un segmento 10BASE5 es de 500 metros.



- 10BASE-T, corre a través de dos de los cuatro pares de alambre de par trenzado sin blindaje. En 10 BASE-T, la longitud máxima del cable desde el hub hasta la estación de trabajo es de 100 metros.
- 100BASE-T, también llamado Fast Ethernet, en el que los datos viajan a 100 megabits por segundo a través de dos pares de alambre de par trenzado sin blindaje. La longitud máxima del cable entre el concentrador y la estación de trabajo en fase Ethernet es de 20 metros.
- 100BASE-FX, que equivale a la red Fast Ethernet, opera a través de fibras ópticas. Debido a que las fibras ópticas pueden transportar datos mucho más lejos que el alambre de cobre, 100BASE-FX no tiene una longitud máxima de cable.
- 100BASE-T4, que equivale a la red 100BASE-T, opera a través de cuatro pares de alambre trenzado sin blindaje. De la misma forma que 100BASE-T, 100BASE-T4 tiene una longitud máxima de cable de 20 metros entre el concentrador y la estación de trabajo.

#### b) Token Ring y FDDI

Las redes Ethernet CSMA/CD ofrecen una manera relativamente simple para transmitir datos. Sin embargo, resalta el hecho de que CSMA/CD deja de mostrar sus bondades cuando se encuentra bajo la presión generada por la existencia de muchas computadoras conectadas en un solo segmento de red. Para resolver este problema, IBM y el IEEE crearon otro estándar de conectividad de redes llamado 802.5, comúnmente conocido como Token Ring, aunque FDDI utiliza también el 802.5.

Token Ring opera de manera muy diferente a Ethernet. En las redes Token Ring y FDDI, circula a través de toda la red un paquete especial y único, llamado token. Cuando una computadora debe transmitir datos, espera hasta que el token esté disponible, lo toma y transmite a un paquete de datos mientras que, de manera simultánea, libera el token

a la siguiente computadora en línea. A continuación, la siguiente computadora captura el token si tiene datos para transmitir. Estas dos topologías lógicas no tienen colisiones en las cuales múltiples estaciones tratan de enviar datos; en lugar de eso, todas las computadoras esperan su turno. Por desgracia, a medida que más computadoras se conectan al cable, Token Ring sufre de los mismos problemas por la lucha por el ancho de banda que Ethernet. A final de cuentas, esta situación tiene como resultado una disminución del rendimiento en la red.

### c) Modelo de Transferencia Asíncrono (ATM)

La conectividad ATM es la más reciente topología en la actualidad. Es una topología totalmente nueva; a diferencia de Ethernet, Token Ring o FDDI, ATM puede transportar tanto voz como datos a través del cable o fibra de la red. ATM transmite todos los paquetes como celdas de 53 bytes, los cuales tienen una gran variedad de identificadores para determinar parámetros como Calidad de Servicio (QoS).

Existen varios tipos de redes, los cuales se clasifican de acuerdo a su tamaño y éstas son:

**1) Red de Área Local (Local Area Network: LAN):** Una LAN es un grupo de computadoras enlazadas a través de una red que se encuentra en un solo lugar.

Las LAN's tienen los parámetros siguientes:

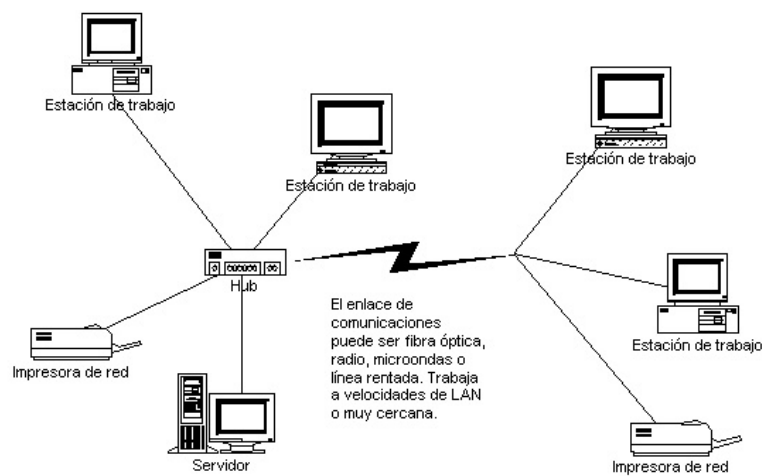
- Ocupan sólo un lugar físico de aquí la palabra local.
- Pueden ser redes punto a punto (o de igual a igual, lo cual significa que no existe una computadora central), o redes cliente/servidor (lo que significa que una computadora central llamada servidor, que tiene la mayor parte de los recursos de la red y es accesada por los clientes o las computadoras de los usuarios).
- Tienen altas velocidades de transferencia de datos.

- Todos los datos son parte de la red local.

Generalmente las LAN´s transmiten datos a 10 megabits por segundo. (En comparación, Token Ring opera a 4 y16 megabits por segundo y FDDI y Fast Ethernet operan a una velocidad exorbitante de 100 megabits o más).

Tienen una baja tasa de errores. Necesitan contar con un hardware (conexión fija) y un software (control lógico) de interacción y transmisión de datos entre sistemas de la red. La comunicación se hace a través de cables (de pares trenzados, coaxiales o fibra óptica).

**2) Red de Área Metropolitana (Metropolitan Area Network: MAN):** Al momento en el que una LAN ha crecido a miles de usuarios, en general, es seguro apostar que la red se ha expandido más allá de su ubicación. Si la expansión es local, con frecuencia la red se divide en varias redes pequeñas y se enlaza en una MAN ó Red de Área Metropolitana que utiliza líneas telefónicas rentadas de alta velocidad o hardware especial (unidades de transmisión por radio, microondas o láser) que permitan la transferencia de datos a toda la velocidad de la LAN.



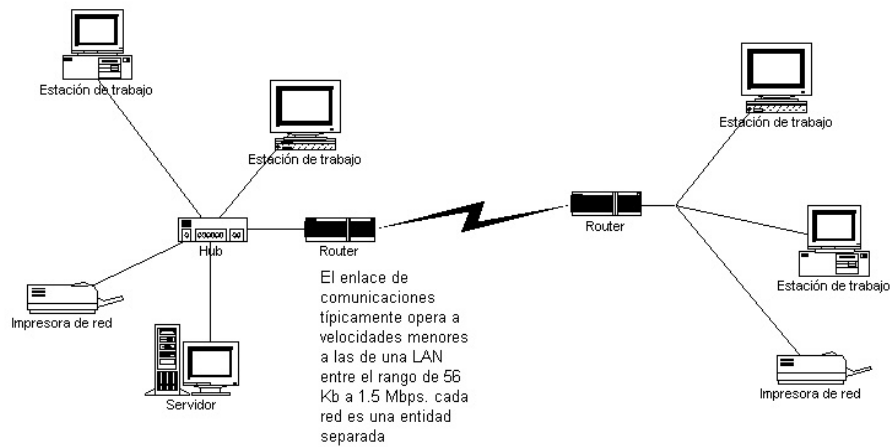
**Configuración de una MAN**

A menudo las MAN´s permiten que los recursos compartidos de red sean utilizados por usuarios localizados en varios sitios geográficos como si dichos usuarios fueran parte de la misma área local.

Sin embargo, las MAN´s son en su totalidad redes locales; no tienen que utilizar necesariamente ruteadores (dispositivos responsables de la determinación de qué datos deben permanecer dentro de la red local y qué datos deben transferirse hacia otras redes).

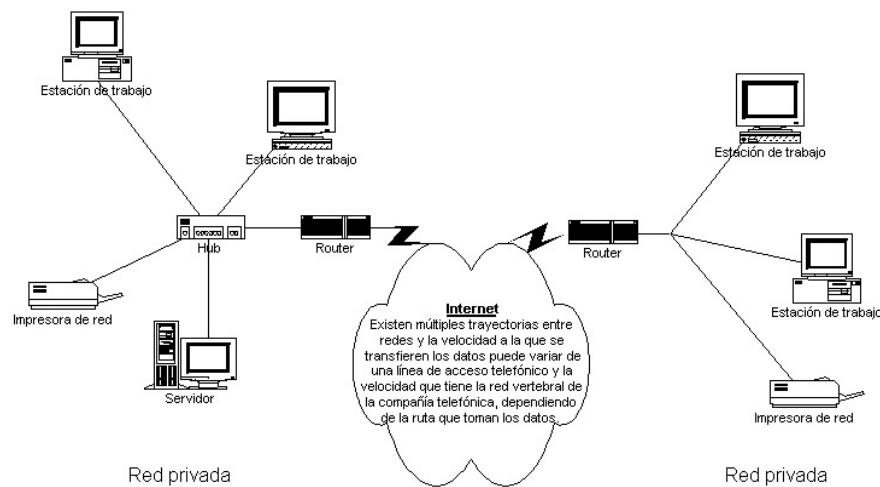
**3) Red de Área Extensa (Wide Area Network: WAN):** son sistemas de comunicación que pueden unir distintos edificios dentro de una misma ciudad, e incluso entre ciudades que se encuentran a grandes distancias. La comunicación puede hacerse a través de líneas de teléfono convencional, Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), telefonía móvil (GSM) y satélites. La mayoría de estas redes combinan diferentes medios de transmisión en virtud de las características de los puntos a interconectar. En el mundo de las redes WAN se aborda la problemática propia de establecer una comunicación entre puntos alejados, junto al hecho de tener que homogeneizar información procedente de sistemas tan dispares como son las LAN, las computadoras y los mainframes.

Cuando una serie de LAN´s o MAN´s se encuentran muy dispersas geográficamente y prácticamente no es posible enlazarlas a velocidades de LAN, es necesario construir una WAN. Las WANS son LAN´s o MAN´s dispersas geográficamente y conectadas entre sí a través de líneas telefónicas de alta velocidad.



Configuración típica de una WAN

Internet es una serie de redes privadas de computadoras (LAN's, MAN's y WAN's) conectadas entre sí. Cada red privada está compuesta de una serie de computadoras conectadas dentro de una organización. Cada organización sólo se hace responsable de las o computadoras en su esfera de influencia.



Las conexiones entre redes locales son las que hacen posible la conformación de Internet

Una WAN es básicamente dos o más LAN's conectadas a través de líneas telefónicas digitales de alta velocidad (como T1's ó Frame Relay a 56K). El acceso a los recursos de una WAN, a menudo se encuentran limitados por la velocidad de la línea telefónica.

Los servicios telefónicos digitales están disponibles en una gran variedad de velocidades, servicios y precios. A continuación se listan y explican algunos de ellos:

- 56K es una línea telefónica digital que puede transportar datos a velocidades de hasta 56 kilobits por segundo. No hay que confundir una línea telefónica a 56K con los módems. Una línea digital a 56K transmite datos a través de líneas telefónicas digitales; los otros dispositivos están diseñados para utilizarse a través de líneas telefónicas analógicas.
- Líneas Troncales

Las líneas troncales son la columna vertebral de las redes de conmutación de paquetes de larga distancia. A velocidades tan bajas como 128 kilobits por segundo y tan altas como 45 megabits por segundo, cubren un amplio rango de necesidades de conectividad de redes. Por un lado, ofrecen servicios de Internet a las LAN´s o enlazan LAN´s a velocidades suficientemente elevadas para que sean de utilidad para la conectividad de redes a larga distancia. Por otro lado, tienen suficiente ancho de banda para que el usuario nunca sospeche que la computadora a la que está accedendo se encuentra a cientos o miles de kilómetros de distancia. Las líneas troncales son totalmente digitales.

- T1 es una línea telefónica digital que puede transmitir datos a velocidades de hasta 1.544 megabits por segundo.
- T3 opera con un ancho de banda de 44.736 megabits por segundo. Las líneas T3 se utilizan comúnmente en WAN´s corporativas de gran tamaño y por los proveedores de servicios de Internet.

Cuando se compara la velocidad de una línea telefónica a 56 kilobits por segundo o una T1 a 1.5 megabits por segundo, con la velocidad de una LAN o MAN que corre a 10 megabits por segundo, la lentitud de las líneas telefónicas digitales es

evidente. A estas restricciones de velocidad también se les llama aspectos del ancho de banda.

- Frame Relay, es uno de los métodos que se utilizan para transportar datos a través de las líneas telefónicas digitales desde 56 Kbps a 1.544 Mbps, en este último grupo se encuentra la línea T1. Para que los datos empaquetados por las computadoras puedan viajar a través de la línea Frame Relay, el ruteador tiene que reempaquetar los datos con un formato especial llamado trama. Esto significa que Frame Relay coloca paquetes dentro de paquetes y los envía.

Este proceso es como poner un sobre con una dirección completa en un sobre de mayor tamaño cuando se envía a algún lugar. Claramente esto es un desperdicio: el peso del sobre extra (paquete) hace que sea más pesado, por lo que su envío es más costoso. De la misma forma, los datos extra de cada trama (utilizados para etiquetado y para datos de control) reducen la cantidad de datos que puedan ser enviados.

Frame Relay frecuentemente es implementada en redes de organizaciones privadas con base tecnológica. Debido a que este método proporciona un eficiente control de tráfico de transmisión, puede reducirse el número de líneas requeridas para llevar a cabo las conexiones. Lo normal es que las empresas monten los Frame Relay dependiendo de las necesidades de cada cliente.

- Canal Despejado: Una alternativa para aliviar las ineficiencias de las tramas es el uso del canal despejado, que es una forma de enviar todas las instrucciones acerca de cómo transferir datos a través de un canal separado de los datos. Esto significa que hay una menor cantidad de datos que se desperdician, por lo que se obtiene una gran reutilización del sistema. Sin embargo, el Canal Despejado es caro, pues es 1.5 veces más caro que un servicio de Frame Relay.
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI): permite a los usuarios simultáneamente transmitir voz, datos y video con una sola línea de transmisión.

Esta red digital es llevada al usuario a través de cables de la red de telefonía pública desde una oficina central, permitiendo interfaces con cualquier otro usuario. El costo de la RDSI se basa en la duración de la llamada, hora del día y un costo fijo mensual. No existen costos adicionales por volumen de datos transmitidos, como ocurre en otros métodos de redes. Por tanto la relación costo-efectividad de este método para transmisión de archivos es buena, así como para comunicaciones intermitentes. La seguridad de la red se basa en poder identificar al llamante a través de su número de teléfono, lo que permite poder denegar el acceso. La RDSI puede proveer interconexiones entre redes de área local obteniendo una buena relación costo-efectividad. Actualmente existen dos tipos de interfaces RDSI: interfaz de tarifa básica (BRI, basic rate interface) e interfaz de tarifa principal (PRI, primary rate interface).

El BRI está compuesto por canales de 64 Kbps, llamados canales B (bearer o portadores) y un canal de 16 Kbps, llamado canal D (delta). Debido a que tiene dos canales tipo B, la línea BRI puede tener dos teléfonos conectados y ambos pueden ser usados al mismo tiempo. Los dos canales B pueden soportar conexiones de circuitos y paquetes conmutados. El canal D utiliza paquetes conmutados para transmitir información.

También pueden ser usados para acceder a servicios de paquetes conmutados ofertados por empresas de telecomunicaciones. La combinación de los dos canales tipo B permite conexiones de 128 Kbps. Muchos servicios de salud en Estados Unidos usan BRI para aplicaciones de video en despachos de médicos. A menudo los BRI terminan en una PBX (Private Branch Exchange). Se trata de una central de comunicaciones que facilita éstas. Ello permite un ilimitado número de posibilidades de comunicación para el BRI, aunque estos recursos no puedan ser utilizados simultáneamente.



Sin embargo, que el BRI termine en una PBX permite sólo la ocurrencia de una videoconferencia; otra BRI sería necesaria para que otros usuarios accedieran al servicio RDSI.

El PRI está distribuido a través de una línea RDSI T1, compuesta de 24 canales de 64 Kbps, que consisten típicamente en 23 canales tipo B y un canal tipo D. Si PRI adicionales son añadidos, el primer canal D puede sostener la señal para todos los PRI, añadiendo 24 canales B con cada PRI adicional. Cada canal B puede soportar conexiones de circuitos y paquetes conmutados. Múltiples canales B pueden ser combinados para crear canales de alta velocidad. Por ejemplo, 6 canales B deberían ser combinados temporalmente para mantener una videoconferencia de 384 Kbps. Algunas organizaciones de salud están usando PRI para conexiones troncales a la oficina central, porque han visto que tienen una mejor relación costo-efectividad, ya que da mejor calidad de transmisión (debido a que es digital) y permite identificación automática del número por la ruta inteligente de llamada.

- Servicio de Datos Conmutados Multimegabit (SMDS): para organizaciones que necesitan extender su red de área local sobre redes de área extensas, muchas empresas de telecomunicaciones ofertan los servicios de datos conmutados multimegabit, los cuales están disponibles en 1, 17, 4, 10, 16, 25 o 34 Mbps. Este método transmite información en paquetes, conteniendo cada uno 7,168 bytes. Cada cliente suscrito a SMDS tiene una única dirección, un número de 10 dígitos ensamblado a un número de teléfono ordinario. Direcciones de grupos también son posibles, permitiendo copias de un paquete para cada miembro del grupo. SMDS utiliza un plan de dirección universal, esto significa que cualquier cliente de este método pueda cambiar datos con cualquier otro cliente. SMDS no depende de protocolos, pudiendo utilizarse cualquiera de ellos.
- Comunicación con telefonía móvil (GSM), "Sistema Global para Comunicaciones Móviles": todavía contamos en la actualidad con telefonía móvil que se transmite

con señales analógicas. Desde hace algunos años, existe la tecnología digital móvil (Sistema para comunicaciones móviles, GSM). Se trata de un sistema de comunicaciones digital que también provee otros servicios como compatibilidad RDSI (pudiendo enviar datos hasta una velocidad de 9600 bps), fax, videotex, teletex, servicio de mensajes cortos y otros. Los servicios móviles están evolucionando hacia el concepto de "telecomunicaciones personales universales (TPU)", que permita cualquier tipo de comunicación (voz, datos, imágenes) en cualquier lugar y en cualquier momento, y desde cualquier terminal, móvil o fijo, tanto en las redes públicas como privadas. El nuevo estándar GSM-1800 y la compresión de datos "V.42bis" han multiplicado por 3.5 la velocidad de transmisión de la red GSM-900 (de 9,6 Kbps a 33,6 Kbps). La industria europea acordó el 29 de Enero de 1998 el estándar técnico de la nueva generación de telefonía móvil, denominado "UMTS" (acrónimo inglés de Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles). El UMTS no sólo contempla el acceso a Internet desde teléfonos móviles, sino también a servicios multimedia con un ancho de banda muy superior (10,000 Kbps parado, 2,000 Kbps en movimiento).

La velocidad de los métodos de transmisión debe ser la adecuada para el requerimiento de la aplicación. Por ejemplo la transferencia de un archivo de imagen radiográfica a color de 100 Mb usando una "frame relay" (ver más adelante) llevaría unos 9 minutos a 1.544 Mbps y 4 horas a 56 Kbps; esta misma transferencia usando un módem a 9.6 Kbps llevaría aproximadamente 24 horas. Algunos métodos disponen de un costo fijo mensual, otros cuentan con marcadores de pasos basados en la distancia, tiempo de acceso o volumen de datos enviados. Un buen método tiene un bajo costo mensual y de pasos, pero si la velocidad es demasiado lenta, el usuario tendrá que pagar por mayor tiempo de conexión, lo que incrementaría los costos operacionales.

**Tabla 1: Tecnología de redes, velocidad de transmisión, servicios y costos mensuales**

	Velocidad de transmisión	Servicios	Coste/mes (\$ USA de 1995)
Telefonía analógica con módem rápidos y RDSI	56/64 Kbps	Voz Datos Archivo de gráficos Vídeo de baja resolución	850
T1 Fraccional	384 Kbps	Voz Datos Archivo de gráficos Vídeo de alta resolución	2.000
T1	1,54 Mbps	Voz Datos Archivo de gráficos Vídeo de alta resolución Alta calidad de audio	2.000
T3	45 Mbps	Vídeo con movimiento completo interactivo	10.000

Los costos de las telecomunicaciones son a menudo el componente más caro dentro de los proyectos de telemedicina. Estos costos pueden llegar a ser muy elevados y dependen de la tecnología empleada. Diferentes tecnologías de telemedicina requieren distintas capacidades de infraestructura de anchos de banda, el rango de capacidades puede moverse desde el ancho de banda requerido para la línea de teléfono convencional en los sistemas de almacenamiento de imágenes, hasta infraestructura cara para la televisión a tiempo real. Como resultado, la evaluación económica de las diferentes combinaciones de tecnologías puede llegar a ser un ejercicio difícil.

Otro factor que afecta los costos de las telecomunicaciones y los sistemas de telemedicina, es el grado de implantación de un módem dentro de un país o comunidad. En áreas donde la infraestructura de la información está poco desarrollada o simplemente no existe, el costo de implantar dicha infraestructura puede ser prohibitivo. Curiosamente estas áreas son las que se beneficiarían del desarrollo de

dicha infraestructura, ya que suelen ser zonas rurales donde los servicios sanitarios también escasean, por tanto la inversión en materia de telecomunicaciones en estas áreas puede ser rentable, tanto para el desarrollo de la población, como para la obtención de una mejor asistencia sanitaria.

Una comparación entre los potenciales beneficios en salud, en términos de acceso, eficiencia, velocidad de transmisión de la información y los costos de la infraestructura utilizada, se ilustran en la Tabla 2.

**Tabla 2: Ejemplo de costos (Dólares) de la transmisión para infraestructura avanzada**

ANCHO DE BANDA	COSTE DE INSTALACIÓN	COSTE FIJO MENSUAL	COSTE POR USO
112 Kbps (Teléfono convencional)	200	200	0,53 /min.
RDSI (128Kbps>)	0	545	0,04/min
T1(1,5 Mbps)	1.200 1.250 427	1.187 1.869 1.917	0,25-0,70/ min.
ATM (155Mbps)	3.300	2.992	0,38/ min.

Por ejemplo, la transmisión de radiografías de tórax utilizando imágenes digitalizadas no comprimidas, requiere aproximadamente 7 horas con un módem de 14.4 Kbps; 3.5 horas con un módem de 28.8 Kbps; 40 minutos utilizando la línea RDSI más cara; con

la línea T1 sólo tardaría 4 minutos. Para aplicaciones que necesitan gran exactitud en el diagnóstico y detalles en las imágenes, la utilización de la línea ATM, que usa una velocidad de transmisión de 155 Mbps, puede proporcionar imágenes de alta resolución junto con transferencia de información. ATM ofrece la capacidad de videoconferencia de alta resolución.

Es importante tener en cuenta que los costos que suponen las telecomunicaciones dentro del costo global de salud, no sólo varían con los requerimientos de ancho de banda, sino que dependen de la accesibilidad y la existencia previa de infraestructura de telecomunicaciones. El costo del acceso a los servicios de salud en las áreas con población dispersa puede ser muy elevado, especialmente donde no existe infraestructura avanzada, y precisamente es aquí, donde la transmisión de alta resolución, puede proporcionar grandes beneficios, pero el costo mensual puede ser elevado.

Los rápidos avances tecnológicos en telecomunicaciones han disminuido los costos de transmisión. Avances tales como la compresión de datos permite servicios como el envío de imágenes con pequeños anchos de banda y bajo costo.

## 5.2 Métodos de compresión y codificación de datos

La compresión es una técnica de reducción del tamaño de archivos, que permite utilizar menos espacio en la memoria o disminuir el tiempo de transferencia de datos por una red. Suprime la redundancia contenida en la mayoría de los archivos. La mayoría de los datos, gráficos, imágenes, cuadros y archivos de texto ordinario producidos por computadora contienen informaciones redundantes que pueden comprimirse en un número más pequeño de bytes sin pérdida de información. Cuanto más pequeño sea el archivo, más corto será el tiempo de transmisión y más bajos los gastos de telecomunicación.

Es necesario contemplar la posibilidad de pérdida de información que puede producirse en el proceso de compresión/descompresión de datos, imágenes y video. Cuando se habla de imágenes médicas, la pérdida de información puede no ser admisible, ya que podría afectar al diagnóstico. La compresión de datos permite dos acciones importantes: 1) almacenar más datos sobre un medio de almacenamiento con capacidad fija o limitada, uso de menos memoria o almacenamiento, y 2) transmitir datos a mayor velocidad sobre canales de transmisión, uso de tecnologías de red y almacenamiento más rápido y barato. Existen dos formas de comprimir:

- **Lossy data:** elimina la redundancia de datos e intenta minimizar la cantidad de información perdida. La imagen no puede ser exactamente reproducida, pero los cambios son inapreciables. Por ejemplo, la cadena de información BBBFFFFRR, se codificaría con la cadena BFR, que representa la primera cadena sin redundancia, pero perdiendo información.
- **Lossless data:** elimina redundancia sin perder información (razón de compresión de 3-4:1). La imagen puede ser exactamente (bit a bit) reproducida. Por ejemplo, la cadena BBBFFFFRR, se codificaría con la cadena 3B 4F 2R, la cual elimina redundancia, pero no pierde información.

También podemos hacer una división dependiendo del momento en el que se realiza ésta:

- **Compresión por soporte lógico:** suele efectuarse antes de la transmisión, con ayuda de un programa adecuado. Prolonga el proceso fuera de la línea, pero ahorra costos de telecomunicación.
- **Compresión por soporte físico:** suele efectuarse en el módem durante la transmisión, si está activada.

Los estándares de compresión son muy numerosos, existiendo para imágenes estáticas, video y audio, electrocardiogramas, imágenes médicas, e intercambio de información. A continuación una descripción somera de los estándares.

**JPEG (Joint Photographic Experts Group):** Estándar de compresión para imágenes estáticas. Diseñado para comprimir imágenes de color de 24 bits e imágenes digitales en escala de grises. No maneja imágenes en blanco y negro, ni compresión de imágenes en movimiento. Utiliza compresión lossy; por tanto, la imagen resultante no es idéntica a la original. JPEG fundamenta su compresión en el conocimiento de las limitaciones del ojo humano, sobre todo en el factor de que los detalles pequeños de color no son percibidos tan bien como los detalles pequeños de claridad-oscuridad. Por eso JPEG es utilizado para imágenes que tienen que ser observadas por humanos, ya que la computadora detectaría las pérdidas en la imagen. Una característica útil de JPEG es que el grado de pérdida puede ser variado ajustando los parámetros de compresión. A mayor compresión, menos memoria ocupa la imagen, pero menos calidad existe.

**MHEG (Multimedia and Hypermedia Information Coding Experts Group):** Estándar de representación de documentos hipermedia. Provee estructuras para la composición de diferentes tipos de medios. El estándar en sí es una librería de clases de objetos. El contenido de los objetos puede ser codificado, por ejemplo, en JPEG para imágenes estáticas o MPEG para videos. MHEG sólo provee facilidades para identificar la técnica de codificación, realmente no es otro estándar de compresión de imágenes o videos. Es el método más idóneo para aplicaciones hipermedia tales como enciclopedias o libros on-line, así como para muchas de las aplicaciones hipermedia disponibles en CD-ROM.

**MPEG (Motion Pictures Experts Group):** Grupo de personas que, bajo las Normas ISO, generan estándares para compresión de video y audio digital. Definen una cadena de bits comprimida, la cual implícitamente define un descompresor. Sin embargo, los

algoritmos de compresión son decididos por cada compañía en particular. La compresión MPEG es utilizada tanto para archivos de video como de audio. Con la apropiada combinación de hardware y software se comprime y descomprime en tiempo real sobre distintas plataformas. El uso de la compresión MPEG reduce el ancho de banda necesario para la transferencia de audio/video sin perder mucha calidad sobre la imagen inicial.

**Video Codec H.261:** Esta recomendación describe los métodos de codificación y decodificación para las imágenes en movimiento de los servicios audiovisuales ( $p \times 64$  Kbps), donde  $p$  es el rango que va de 1 a 30. Describe el codificador fuente de video, el codificador multiplexador de video y el codificador transmisor. El estándar es para aplicaciones de videofonía y videoconferencia. El algoritmo de codificación de video recomendado debe poder operar en tiempo real con retraso mínimo. Los valores  $p=1$  o  $p=2$  son apropiados para comunicaciones visuales cara a cara (videoteléfono). Con  $p=6$  se pueden transmitir imágenes más complejas. El algoritmo de codificación es similar, pero incompatible con MPEG. El algoritmo incluye un mecanismo que optimiza el ancho de banda utilizado, perdiendo calidad frente a movimiento; por tanto, una imagen con movimiento rápido tendrá menos calidad que una imagen estática.

**SCP-EKG (Protocolo estándar de comunicaciones para electrocardiogramas [EKG] digitales):** El electrocardiógrafo (EKG) es una grabación de cambios de voltajes transmitidos a la superficie del cuerpo por eventos eléctricos en el corazón, mostrando el ritmo cardíaco y conducción. Durante su propagación a la superficie, elementos extracardíacos pueden influir en el electrocardiógrafo. Los nuevos electrocardiógrafos trabajan digitalmente. Gracias a este protocolo de codificación, adquisición, transmisión y almacenamiento, podemos conectar electrocardiógrafos unos con otros o electrocardiógrafos con computadoras; pudiendo transmitir datos del paciente, datos de la señal EKG, medida del EKG y resultados de la interpretación del mismo. El estándar especifica el contenido y la estructura de la información, la cual se puede intercambiar



entre tarjetas de EKG digitales y sistemas de gestión computarizados de EKG, además de otros sistemas de computadora, donde los datos del EKG pueden ser almacenados.

La introducción de programas de compresión de datos, mejoró las posibilidades de transmisión de imágenes médicas. Con menos bits que enviar, pueden transmitirse imágenes complejas en períodos de tiempo más cortos, ampliando las aplicaciones de telemedicina posibles y reduciendo los costos. Las imágenes de video requieren velocidades de datos elevadas para transmitir en forma no comprimida. Por ejemplo, la transmisión de imágenes de televisión de alta calidad requeriría alrededor de 100 Mbps.

Por ello, las imágenes de video suelen ser comprimidas antes de transmitirse. Esto provoca una disminución en la calidad de la imagen que puede o no ser perceptible, según la manera en que se haya efectuado la compresión y la cantidad de ancho de banda utilizado para la transmisión. Actualmente pueden transmitirse imágenes en movimiento a través de líneas RDSI a 128 Kbps, si bien éstas aparecen ligeramente borrosas. Con una velocidad de transmisión más alta, pueden obtenerse movimientos más fluidos. No obstante, incluso a velocidades más lentas (es decir, el equivalente de dos líneas telefónicas digitales), el movimiento observado es bastante aceptable para impartir enseñanza a distancia y para efectuar algunos exámenes clínicos.

### 5.3 Normalización de las comunicaciones en medicina

Un problema fundamental para realizar conexiones de telemedicina entre distintos puntos es la dificultad de intercambiar y procesar datos médicos de un lugar a otro, debido a incompatibilidad de los formatos de datos y las interfaces de los equipos.

Aunque las normas de telecomunicaciones están muy consolidadas, los programas informáticos de los equipos médicos de las diferentes compañías en general están sujetos al derecho de propiedad. Esto impide el uso de telemedicina y retrasa el desarrollo de adaptaciones para organizaciones y estructuras de atención sanitaria. El ejemplo más claro es la incompatibilidad que existe en muchos hospitales entre los

sistemas de información hospitalarios (HIS) y los sistemas de información de los servicios de radiología (RIS). Esta incompatibilidad hace que pacientes a los que se les han recogido sus datos en admisión del hospital, cuando necesitan una prueba de radiodiagnóstico deban ser interrogados de nuevo para tomar sus datos, lo que implica pérdida de tiempo y efectividad en la atención.

A continuación expondremos algunos de los estándares de comunicación en informática para la salud.

**DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).** El estándar de imágenes y comunicaciones digitales en medicina es una especificación detallada que describe una manera de dar formato e intercambiar imágenes médicas e información asociada. El estándar se aplica a la operación del interfaz, el cual es usado para transferir datos desde un mecanismo de imágenes. DICOM es el resultado de la alianza que se produce en 1983, de usuarios potenciales del estándar [miembros del American College of Radiology (ACR)] con las compañías que manufacturan equipamiento médico [miembros de la National Electrical Manufacturer`s Association (NEMA)].

DICOM depende de las conexiones de red estándar y de instrumentos de medios que dirigen la comunicación y el almacenamiento de imágenes digitales, desde modalidades de diagnóstico como TAC, RMN, Medicina Nuclear, Ultrasonido, Rayos X, video digitalizado, captura de video e información HIS/RIS. También permite conexión de impresoras conectadas a la red, como láser imagers (cámaras).

DICOM 3.0 define un formato de imagen médica y un protocolo de comunicaciones para el intercambio de imágenes entre nodos de telemedicina y equipos de imagen médica. Esta librería de utilidades dispone de los servicios básicos definidos en el estándar: lectura y escritura, además de servicios de comunicación de transmisión, recepción y consulta entre equipos de adquisición u otros nodos compatibles DICOM 3.0.

DICOM es un estándar completo que cubre muchas áreas de aplicación, por lo tanto, ningún producto contiene todas las partes de DICOM, y esto tiene como resultado que

la compatibilidad del equipo no está garantizada, aunque una empresa apoye el estándar DICOM. Por lo pronto, cada producto debe hacerse acompañar de un "DICOM conformance statement" (declaración de compatibilidad con DICOM). Esta declaración normaliza las definiciones DICOM de manera que el proveedor puede describir las partes del estándar DICOM que apoya el producto. Esta declaración es el punto de partida para comprobar que dos proveedores puedan comunicarse.

Como DICOM es tan extenso, muchos hospitales prefieren fijar en el contrato que el proveedor que instale en último lugar, será responsable de la comunicación de los equipos, lo que también previene contra posibles errores de implementación. En las grandes conferencias internacionales (ejemplo, en el congreso de la Radiological Society of North America, RSNA, o de la Computer Assisted Radiology, CAR), los proveedores suelen conectar sus equipos a un llamado CTN (central test node). La CTN es una implementación estándar de DICOM que se utiliza para mostrar la interoperabilidad del proveedor.

**EDI (Electronic Data Interchange).** EDI es el intercambio de datos con formato estándar entre las aplicaciones de computadora con intervención manual mínima.

La información se codifica de acuerdo a formatos aceptados por los usuarios afectados.

Hacen falta los acuerdos necesarios entre los socios para establecer las estructuras de mensaje y comunicaciones utilizadas. EDIFACT es el estándar internacional (lenguaje de comunicación) de EDI, y consiste en una gramática (sintaxis y reglas para estructurar los datos) y un vocabulario (elementos de datos, elementos de datos compuestos, segmentos y mensajes).

**SCP-EKG.** Además de ser un protocolo de compresión para señales electrocardiográficas, se trata de un estándar de comunicación para este tipo de transmisión de datos.

**HL7.** Es un estándar de intercambio electrónico de información clínica, económica y administrativa entre sistemas informáticos independientes orientados a la salud: ejemplo, sistemas de información hospitalaria, sistemas de laboratorios clínicos, sistemas de empresas y sistemas de farmacias.

**H.320.** Engloba un grupo de estándares para sistemas de videotelefonía de estrecho ancho de banda, así como equipamiento de terminales, comúnmente usado en videoaplicaciones interactivas en telemedicina. Desarrollado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), H.320 especifica unos requerimientos técnicos para videoconferencias y videófonos, en el contexto de sistemas telefónicos visuales de banda estrecha y sus terminales. Este estándar describe unos sistemas genéricos de configuración consistentes en un número de elementos, definiendo modos de comunicación y tipos de terminales. Una de las modalidades más interesantes es el trabajo cooperativo.

Con el desarrollo de estándares y protocolos de compresión y comunicación de información; de la velocidad de transmisión, con el consiguiente desarrollo de infraestructura que permita dicha velocidad y que los puntos transmisor y receptor de la información hablen el mismo lenguaje, se pretende resolver algunos problemas de la telemedicina. En este sentido se ha evolucionado mucho, aunque queda camino por recorrer.

Uno de los problemas más graves se presentaba cuando los sistemas de información hospitalarios (HIS), eran su incompatibilidad con los sistemas de información con que trabajan los PACS (Picture Archiving and Communication System) de los servicios de radiodiagnóstico (RIS). Poco a poco, el lenguaje comienza a ser el mismo, con lo que no es necesario duplicar el trabajo, por ejemplo, para recoger todos los datos de filiación de pacientes cuando ingresa en el hospital y cuando pasan por el servicio de radiología para una prueba diagnóstica.

Vamos a exponer, a continuación, las necesidades de velocidad de transmisión y medios utilizados, dependiendo del tipo de aplicación de telemedicina.

**La monitorización domiciliaria (control de constantes de pacientes a distancia):** los datos se pueden transmitir por la línea telefónica convencional con una velocidad de transmisión que oscila entre 45 y 100 Kbps. Se puede llevar a cabo a través de Internet, teléfono y fax. La transmisión de estos datos puede realizarse mediante la RDSI, con velocidad de transmisión de 128 Kbps; con lo que se consigue una reducción sustancial en los tiempos de transmisión.

**Telerradiología y telepatología (almacenamiento y envío posterior):** con los módems de la línea telefónica convencional tanto de 14.4, 28.8 y 56 Kbps, los tiempos de transmisión son muy elevados, además la calidad de las imágenes es pobre. Con la línea RDSI, se consiguen velocidades de 128 Kbps, el tiempo de transmisión se reduce respecto a los anteriores, pero todavía es elevado.

**Teleconsulta, telerradiología y telepatología (a tiempo real):** la línea telefónica estándar a 112 Kbps obtiene imágenes de muy baja calidad. La línea RDSI a 128 Kbps (2x64 Kbps) obtiene mejores resultados, aunque continúa siendo limitada la calidad obtenida. La línea T1 a 1.5 Mbps tiene una capacidad aceptable para enviar o recibir a tiempo real imágenes de video y voz desde múltiples sitios. El modo ATM con velocidades de transmisión de 155 Mbps obtiene un alto nivel de resolución de imagen, con rápida transferencia de información, en definitiva, proporciona una alta calidad de videoconferencia.

Para ilustrar lo visto anteriormente expondremos una serie de tablas comparativas obtenidas de la bibliografía consultada, en ellas se hace referencia a los tiempos de transmisión de archivos de datos, imágenes, u otros que servirán de ejemplos para mostrarnos las diferencias entre unos tipos y otros de medios de transmisión. La manera de obtener esta información es simple, puesto que sabemos el tamaño de la información que contiene una página de fax, una radiografía u otro y sabemos también la velocidad de cada medio de transmisión en Kbps, por lo que se trata de hacer una regla de tres para obtener el tiempo de transmisión en cada caso.

**Tabla 3: Tiempos aproximados de transmisión de documentos**

<b>VELOCIDAD</b>	<b>FAX (1 PÁGINA)</b>	<b>RADIOGRAFÍA</b>	<b>100,000 PÁGINAS</b>
9.6 Kbps	1 minuto	12 minutos	20 horas
28.8 Kbps	20 segundos	4 minutos	7 horas
64 Kbps	12 segundos	2 minutos	3 horas
1.5 Mbps	0.5 segundos	6 segundos	8 minutos
50 Mbps	0.02 segundos	0.2 segundos	16 segundos

**Tabla 4: Tiempo de transferencia de un archivo de 10 Megabytes**

<b>TIPO DE TRANSMISIÓN</b>	<b>TIEMPO DE TRANSFERENCIA</b>
Módem 14.4 Kbps	1.5 horas
Módem 28.8 Kbps	46 minutos
Módem 56 Kbps	24 minutos
RDSI 128 Kbps	10 minutos
Cable-módem 4 Mbps	20 segundos
Cable-módem 10 Mbps	8 segundos

**Tabla 5: Examen de una radiografía de tórax digitalizada con una matriz de 2,000x2,000, dos imágenes de rayos X sin compresión ó 15 Mb de datos (2X7,5Mb).**

<b>TIPO DE TRANSMISIÓN</b>	<b>VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN</b>	<b>TIEMPO DE TRANSMISIÓN</b>
GSM-datos móviles	9.6 Kbps	4.5 horas
Conexiones por satélites	2.4 Kbps	18 horas
	64 Kbps	40 minutos

Conexiones por módem	28.8 Kbps	1.5 horas
RDSI	2X54 Kbps	20 minutos
Retransmisión de trama	2 Mbps	1.5 minutos
ATM	155 Mbps	2 segundos
	10 Mbps	15 segundos

**Transmisión de sonido:** Actualmente, en la monitorización a distancia, se usan los sonidos de auscultación cardiorrespiratoria.

El uso de la videoconferencia está en auge gracias al avance de medios de transmisión y a la reducción del tiempo de los mismos. En este tipo de comunicación existe la posibilidad de hablar con el interlocutor a la vez que podemos verlo a tiempo real y transmitir imágenes del paciente.

**Transmisión de imágenes:** Cuando en medicina hablamos de imágenes, nos referimos a imágenes fijas o estáticas (radiografía convencional, TAC, RMN, imagen de microscopio) e imágenes móviles, como endoscopia, ultrasonidos, angiografía y otros más.

Las radiografías convencionales con película impresa pueden convertirse al formato digital usando una cámara digital o un digitalizador de película. Los digitalizadores emplean un láser o un escáner con dispositivo de acoplamiento de cargas (CCD, charge coupled device escáner). La radiografía informatizada es una nueva técnica en la que la imagen digital se capta directamente, sin utilizar película.

Algunas imágenes como las de la tomografía computarizada, resonancia magnética, ultrasonidos o medicina nuclear, son imágenes digitales desde el principio. El tiempo necesario para transferir una imagen radiológica depende del tipo de comunicación utilizado (ver apartado de aspectos técnicos). Con técnicas de compresión sofisticadas,

las radiografías pueden comprimirse por un factor 30 a 1 sin que haya pérdida de información significativa.

## 5.4 PACS (Picture Archiving and Communications System)

En la actualidad existen dos tipos radicalmente opuestos de manejo de los archivos radiológicos. En el primer caso, el manejo y almacenamiento de las imágenes se hace bajo un esquema centralizado, donde se tiene una sola copia del expediente del paciente y donde las imágenes se guardan en un archivo radiológico central. En el segundo tipo se tiene un sistema de almacenamiento distribuido, donde no existe propiamente un expediente completo del paciente y donde las imágenes procedentes del departamento de imagenología están bajo la custodia ya sea del paciente o del médico tratante.

Bajo los dos tipos de almacenamiento de información se tiene un manejo ineficiente de la misma.

En varios estudios se menciona la cantidad de información en imágenes médicas generada cada año en distintos tipos de hospital. En general se puede decir que en un hospital de 600 camas se generan entre 100,000 y un millón de imágenes cada año.

Actualmente el 80% de las imágenes médicas se imprime en película radiográfica sin importar el origen de éstas, aún en los casos en que la imagen es originalmente digital y se introduzcan degradaciones en el proceso de impresión. Adicionalmente, existe en el mejor de los casos una pérdida del 20% de las imágenes, además de que siempre existe una serie de dificultades para el manejo de éstas como problemas graves en su manejo como pérdida de archivos, inexistencia de bases de datos, lentitud en la consulta de expedientes, repetición de exámenes y altos costos en placas radiográficas.



En cuanto al costo de las placas, se debe considerar:

- El almacenamiento, incluyendo sus gastos indirectos como el costo de sobres, etiquetas y otros.
- El revelado (tanto equipo y piezas para reparación del mismo, como productos químicos) y sus gastos indirectos involucrados, personal, cuarto oscuro y el personal para manipulación de expedientes radiográficos.
- Costo de las placas, que depende del número de estudios efectuados y las placas usadas por año.

A partir de los años 80 se desarrolló la idea de construir un departamento de radiología o imagenología digital al 100%. Este departamento emplearía una red de estaciones de visualización junto con los sistemas de almacenamiento y adquisición de imágenes. Un sistema completo de este tipo se conoce bajo el nombre de un sistema PACS (Picture Archiving and Communications System).

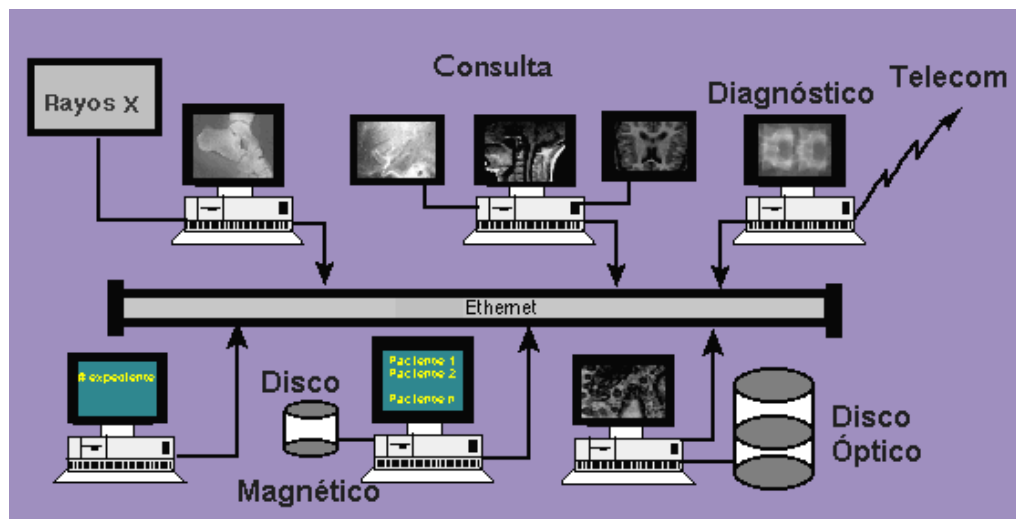
Las ventajas de un sistema PACS ofrece sobre un manejo manual de imágenes son:

- Accesibilidad: la información está disponible al personal médico que la requiera. No es necesario contar con procesos intermedios de solicitud ni largos tiempos de espera.
- Seguridad: el acceso a la formación está definido y controlado por medios electrónicos (claves de acceso, tarjetas de control y otros más).
- Facilidad de almacenamiento: los procesos de almacenamiento de información se automatizan. Con una capacidad apropiada y con un buen esquema de almacenamiento, pueden mantenerse en el sistema imágenes con tiempo de antigüedad.

- Economía: se elimina la necesidad de procesamiento de placas impresas y los costos asociados (en material y personal) y se ahorra tiempo en los procesos de recuperación de imágenes.
- Empleo de bases de datos: la calidad de atención al paciente se incrementa significativamente al permitirse búsquedas y comparaciones entre imágenes y padecimiento, además es factible integrar la información de diagnóstico con imágenes.
- Visualización múltiple: una imagen puede desplegarse simultáneamente en distintos lugares, de tal manera que el especialista puede hacer su diagnóstico en el servicio de imagenología, mientras que al mismo tiempo se puede desplegar en los quirófanos, los consultorios de los médicos o los servicios de urgencias.
- Ahorro de espacio físico: se elimina el espacio físico ocupado por imágenes impresas, debido al almacenamiento electrónico en PACS.
- Comunicación a través de redes de computadoras: posibilidad de transmitir imágenes a lugares remotos del hospital, vía una red de telecomunicación.
- Procesamiento de imágenes: los datos de una imagen pueden ser mejorados realizando algún tipo de procesamiento, lo cual facilita el trabajo de diagnóstico.

## Componentes de los sistemas PACS

La siguiente figura muestra la configuración de un sistema PACS.



Los sistemas PACS están integrados por un conjunto de dispositivos que se agrupan en:

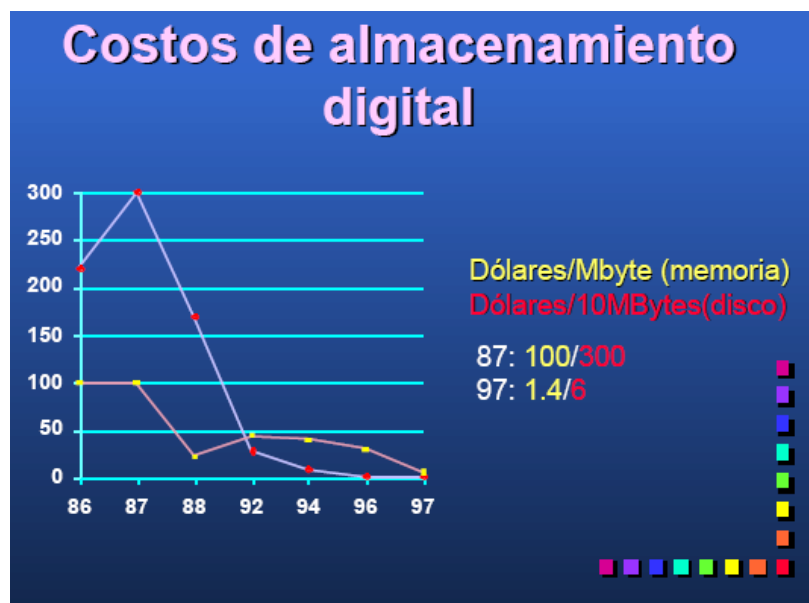
1. Sistema de adquisición de imágenes. Varias modalidades son de naturaleza digital (CT, CR, RMI, NMI, DSA, entre otras), sin embargo hay modalidades cuya información analógica requiere de digitalizadores especiales (ultrasonido y R-X, entre otros).
2. Sistema de almacenamiento de información. El almacenamiento de información digital se realiza, utilizando manejadores de bases de datos adaptados al manejo de imágenes y de datos asociados, como por ejemplo los provenientes del paciente o de los estudios realizados.

Se debe tener una estrategia para el almacenamiento de información: En las horas siguientes a la adquisición de una imagen, ésta se consulta con más frecuencia. A lo largo del tiempo la probabilidad de que esta imagen sea consultada disminuye significativamente. Debido a esto, el almacenamiento a corto plazo (plazos de horas) debe hacerse en los sistemas locales (memoria y disco). A mediano plazo (días), el almacenamiento debe hacerse en servidores locales, mientras que el almacenamiento

permanente y a largo plazo puede hacerse ya sea en unidades de disco óptico o en cinta magnética.

El almacenamiento magnético, se está convirtiendo en una solución de bajo costo a los problemas de almacenamiento de imágenes médicas debido a las tendencias actuales de costos.

La figura siguiente muestra el comportamiento de los costos de almacenamiento en medios digitales, tanto en disco magnético como en memoria "RAM" dentro de una computadora o estación de trabajo. Se puede observar que el costo se reduce importantemente a lo largo del tiempo. Esto se debe a que la tecnología en esta rama ha seguido un crecimiento exponencial en la última década, donde cada 18 meses se duplica la capacidad de almacenamiento y a que los volúmenes manejados en el mercado global de la informática generan una oferta de productos con costos decrecientes en términos de dólares por megabyte.



La compresión de imágenes se puede emplear para multiplicar el espacio en disco, y para reducir el tiempo de transferencia. Se pueden emplear varios criterios:

- Compresión reversible con tasas de 3:1 para imágenes de referencia o para almacenamiento a corto plazo.
- Compresión irreversible con tasas de 10-20:1 para almacenamiento a largo plazo.

Esta estructura asegura que los tiempos de acceso a las imágenes más solicitadas sean bajos (del orden de segundos), mientras que para acceder una imagen más antigua, se necesitarán algunos minutos de espera. Adicionalmente, para asegurar que las imágenes están en un sistema de almacenamiento seguro, se puede pensar en el empleo de un arreglo redundante de discos (RAID) para que la unidad de almacenamiento sea a prueba de fallas.

En la actualidad el problema del tipo de compresión adecuado para un determinado tipo de imágenes no está resuelto y sigue siendo un tema de investigación actual. Las imágenes siguientes ilustran la problemática de la calidad de la compresión de imágenes en los formatos actuales JPEG.

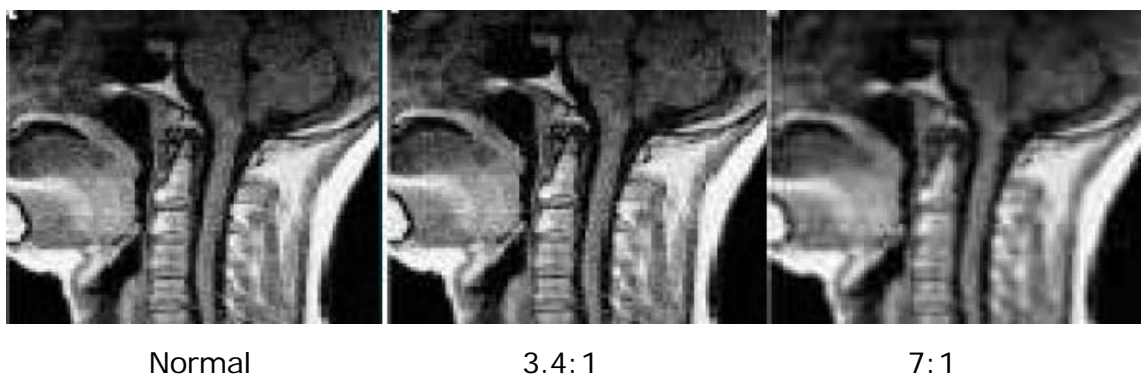


Figura. Acercamiento de un segmento de imagen de resonancia magnética nuclear tomada en modo normal, y con compresión de 3.4:1 y 7:1. Después de una cierta tasa de compresión irreversible, los errores en la cuantificación son muy visibles.

Debe existir un módulo que se encargue de efectuar una recuperación inteligente de las imágenes que probablemente se solicitarán, junto con un sistema de compresión y descompresión en línea.

Un ejemplo de esta aplicación es el precargado de las imágenes de un determinado paciente, el día de su consulta. Así, los médicos podrán hacer un seguimiento a largo plazo de sus padecimientos y podrán solicitar cualquiera de sus imágenes, si así lo desean. El programa estaría encargado de revisar la agenda de visitas programadas y de precargar las imágenes que ordinariamente se encuentran en almacenamiento a largo plazo.

3. Sistema de redes de comunicación. Desde donde se producen las imágenes se distribuyen a diferentes áreas en el hospital, con la finalidad de realizar consultas, interpretación, diagnóstico o almacenamiento. Para ello se requieren medios de comunicación en red que integran a los diferentes dispositivos involucrados.

La red de comunicación es un elemento fundamental de los sistemas PACS. Esta puede ser una red simple tipo Ethernet en un sistema mínimo, pero comúnmente se cuenta con una serie de elementos con distintas velocidades de acceso, que dependen de las necesidades de velocidad de transferencia de información.

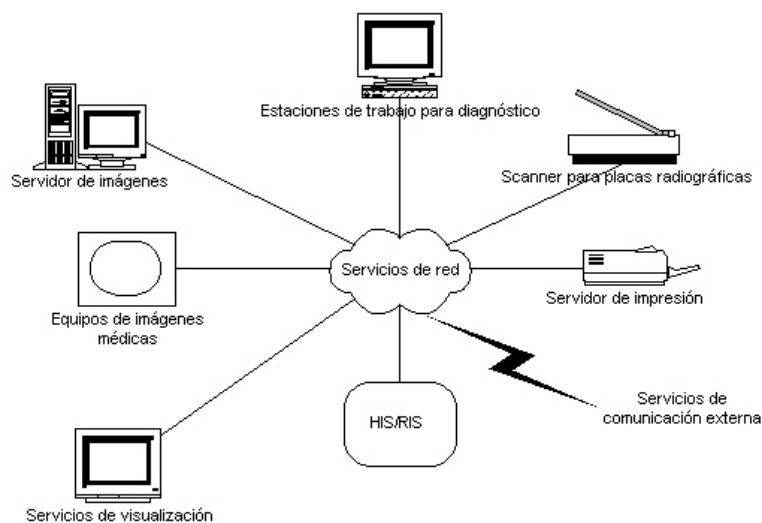
Comúnmente se cuenta con una red de alta velocidad dentro del departamento de imagenología, que puede ser FDDI o Gigabit Ethernet, un red de menor capacidad dentro del hospital, como Ethernet convencional y un sistema de acceso exterior que puede ser tan lento como el acceso telefónico, el empleo de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), o canales de mayor velocidad.

Estos esquemas se basan en el hecho de que la mayor parte del tráfico de información se encontrará dentro de la misma unidad de imagenología, donde se hará la mayor parte del diagnóstico radiológico y donde se generarán los informes por parte de los

especialistas. Esta demanda de ancho de banda justifica la instalación de una red de alta velocidad.

En el caso de la conexión al resto del hospital, la velocidad de transferencia no tiene que ser tan alta, ya que la demanda es menor. Es común que se tengan enlaces entre los Sistemas de Información Hospitalaria (HIS), donde se encuentran los expedientes de los pacientes, y Sistema de Información Radiológica (RIS). En algunos casos, todo el hospital está cableado con la misma tecnología (frecuentemente se trata de fibra óptica), por lo que la intercomunicación en sistemas de información se facilita. Para las comunicaciones con el exterior se debe hacer un estudio cuidadoso del ancho de banda que se requiere, ya que los costos de renta para RDSI y otras opciones pueden ser altas.

4. Sistema de visualización de imágenes. Las imágenes necesitan visualizarse con propósitos de consulta, interpretación y diagnóstico. El caso más delicado es la interpretación y diagnóstico que requieren de estaciones de trabajo con posibilidades gráficas importantes que mantengan los detalles que se observan en una impresión normal en placa. Se debe contemplar la posibilidad de resaltar algunos aspectos de las imágenes, utilizando procesamientos específicos.



**Sistema PACS**

Además, es necesario tomar en cuenta que el resultado de la interpretación y diagnóstico debe integrarse al sistema, ya sea a través de voz o texto.

Los sistemas PACS también emplean información que es utilizada por los sistemas más antiguos de los hospitales como los sistemas de información hospitalaria (HIS) y, en ocasiones, los sistemas de información radiológica (RIS); por lo que es necesario que estos sistemas contemplen una interfase entre ellos, para evitar redundancia en la información.

La instalación de un sistema PACS en una institución hospitalaria es un proyecto costoso en su inversión inicial. Los sistemas comerciales disponibles en el mercado son altamente costosos y tienen los inconvenientes de la imposibilidad de adaptaciones a nuestras condiciones particulares, los servicios técnicos altamente especializados que requieren y el costo de mantenimiento. El desarrollo de PACS hechos en casa en lugar de la instalación de sistemas comerciales es una variante económica con ventajas de desarrollo y mantenimiento. La estandarización de estos sistemas es un aspecto de gran importancia para lograr la interconectividad entre todos sus componentes.



## Referencias bibliográficas

1. Aprendiendo Redes en 24 horas, Matt Hayden, Editorial Pearson, Primera edición, México, 1999.
2. Revista RED, ABC de las redes, Edición especial.
3. Las telecomunicaciones en el sector salud, Fernando Tavera, Revista Estrategia Industrial, Número 166, Año 1998.
4. La telemedicina: ¿hasta cuándo una realidad en México?, Fernando Tavera, Revista Estrategia Industrial, Número 167, Año 1998.
5. Instalación y Operación de Sistemas PACS (Almacenamiento y Comunicación de Imágenes): Características fundamentales, Azpiroz Leehan, J., Martínez Martínez, M., Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, Número 3, Volumen XIX, Noviembre 1998.
6. Digital Imaging Communication in Medicine (DICOM), National Electrical Manufacturers Association (NEMA), 1994.
7. IMAGIS: Sistema para la Transmisión de Imágenes Médicas Multimodales, Memorias II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, La Habana, Cuba, Mayo 2001.

## Aplicaciones de la telemedicina

**E**l modelo de atención a la salud en México está orientado a la reparación de los daños más que a su prevención, haciendo necesario un nuevo modelo institucional de atención integral a la salud, que transforme el enfoque tradicional de la atención médica, predominantemente curativa, hacia una prospectiva de atención integral a la salud, centrándola efectivamente en el usuario, enfatizando las acciones de promoción y educación para la salud, la prevención y detección oportuna de enfermedades, además debe ser reorientado para responder a los problemas derivados de la transición demográfica, epidemiológica y sociopolítica de la población.

Una vez definido el término Telemedicina, sus principales aplicaciones, se agrupan en cuatro grandes bloques:

### 6.1 Procesos asistenciales

La asistencia remota consiste en la utilización de sistemas de telecomunicación para proporcionar asistencia médica a distancia. Dentro de esta modalidad se puede distinguir entre:

- Consulta/diagnóstico, que es la capacidad de realizar consultas remotas entre diferentes facultativos para la elaboración de un diagnóstico común.
- Monitorización/vigilancia, entendida como la posibilidad de realizar un seguimiento a distancia de parámetros relacionados con un proceso

asistencial (registro electrocardiográfico en pacientes con dolor torácico, parámetros vitales en accidentados y otros), o bien, seguir a distancia la evolución de pacientes crónicos.

Gracias a las redes de comunicaciones, los profesionales sanitarios pueden consultarse en tiempo real, por teléfono o por videoconferencia. Esta teleconsulta también puede realizarse en tiempo diferido, recurriéndose a técnicas de almacenamiento y retransmisión como el correo electrónico.

La transmisión de imágenes por distintos tipos de telecomunicaciones, principalmente la videoconferencia y la comunicación de datos, es un factor esencial de las consultas a distancia.

### **Teleconsulta y diagnóstico compartido**

Ambas especialidades están basadas en el intercambio de información médica entre dos profesionales de la salud para lograr el diagnóstico de un paciente que, al menos para uno de ellos, se encuentra en un lugar remoto.

La diferencia entre una y la otra es que en el caso de la teleconsulta, uno de los profesionales accede a la experiencia o el conocimiento de un experto remoto, mientras que en el caso del trabajo cooperativo, el servicio no comporta una relación unidireccional y/o jerárquica entre el proveedor del servicio y el beneficiario, sino la compartición de recursos de información y conocimientos para la toma conjunta de decisiones.

La cantidad y el contenido de información que se comparte resulta muy dependiente del tipo de patología que se consulte y de los medios de comunicación con los que se cuenta. En este último punto estriba la diferencia fundamental entre la telemedicina de los países industrializados y los países en desarrollo, y dentro de estos últimos, de la telemedicina entre zonas urbanas y zonas rurales.

La telecita se centra en la realización de la cita on-line para la consulta del especialista desde el centro de atención primaria; los informes clínicos electrónicos que consisten en el envío del informe clínico desde cualquier nivel asistencial (informe de consulta, de alta, radiológicos y analíticos).

Uno de los aspectos más interesantes y en los que la telemedicina está cobrando una mayor preponderancia, radica en la obtención de una "segunda opinión" a cargo de un experto en cada materia concreta. En tal sentido, la medicina rural, la medicina deportiva, la medicina de emergencia (catástrofes, terremotos, inundaciones, etc.) ó simplemente la medicina habitual que requiere de expertos en casos concretos, están encontrando a través de este sistema, una excelente vía de comunicación y de trabajo en equipo.

La más destacable es la interconsulta interactiva: dos especialistas, situados a decenas de kilómetros de distancia, podrán realizar conjuntamente el estudio de un paciente, con las mismas facilidades que si se encontrasen sentados en la misma mesa de trabajo. Para ello, cada uno se sitúa ante la pantalla de su estación de telemedicina; uno de ellos presentará en su propia pantalla los informes, las imágenes médicas o las secuencias de vídeo a analizar; el otro las estará viendo simultáneamente sobre su pantalla; ambos podrán señalar con un cursor una región de la imagen, con la seguridad de que su colega está viendo exactamente lo mismo, incluido el cursor apuntando a la región de interés; podrán también dialogar, a través de una línea de alta calidad; en incluso verse el uno al otro en una ventana de la pantalla, junto a la radiografía que están analizando; dispondrán incluso de medios de trabajo cooperativo asistido por computadora para elaborar individual o conjuntamente el correspondiente informe.

La interconsulta con especialistas, ya sea en línea o con la metodología de "store and forwarding", lo que significa que el médico prepara expedientes clínicos electrónicamente y los envía al especialista en paquetes, tales como electrocardiogramas, ruidos cardiacos, pulmonares o abdominales y favorecer la

interconsulta profesional, es decir especialistas en centros hospitalarios distintos compartiendo conocimientos e información para la atención de un paciente que ninguno de los dos conoce.

## 6.2 Procesos de apoyo a la continuidad asistencial (gestión de pacientes y administración)

La gestión de pacientes, abarca la gestión de los procesos administrativos llevados a cabo en el entorno sanitario, beneficiándose éste, desde dos puntos de vista:

- Al paciente se le facilita la relación con el sistema sanitario (petición de consultas, pruebas analíticas, radiológicas y otros), al que ve como un todo homogéneo independientemente del nivel asistencial.
- Al profesional, le permite una mayor agilidad en el acceso e intercambio de información y mejora de los tiempos de respuesta (recepción de partes de interconsulta, resultados de las pruebas solicitadas, conocimiento de la situación del proceso asistencial, acceso a información médica del paciente, y otros).

La administración y la calidad del servicio sanitario se vería enormemente beneficiado por la creación de una base de datos relacional de un modelo básico de historial clínico que pudiera compartirse remotamente entre centros de forma transparente al usuario. Y con ellos facilitar el diagnóstico remoto, realizado por un médico situado lejos del paciente, al que se le facilita toda la información relevante.

Este servicio contemplaría el acceso a información de pacientes, enfermedades, datos epidemiológicos y otros, centralizados en un lugar. La velocidad de acceso y el tipo de información necesaria en este tipo de servicios hacen que deban ser tratados de una distinta los usuarios de zonas rurales que los de zonas urbanas.

El sistema permitiría a los centros sanitarios compartir e intercambiar la historia clínica de un paciente, incluyendo los siguientes tipos de información:

- Textos (informes clínicos y datos de gestión hospitalaria).
- Imágenes fijas:
  - De baja resolución (gammagrafías).
  - De resolución media (Tomografía Axial Computarizada y Resonancia Nuclear magnética).
  - Imágenes de alta resolución (radiografías de tórax y mamografías).
  - Imágenes en color (preparaciones de microscopía óptica en anatomía patológica).
- Imágenes con movimiento (angiografías y ecografías).
- Audio (indicaciones verbales explicativas, acompañando a imágenes, informes y otros).
- Vídeo, con tres usos:
  1. El que se utiliza en videotelefonía o telefonía.
  2. La transmisión de vídeo médico, como angiografías, ecografías, endoscopias, etc.
  3. La mera transmisión de audio (semejante a la telefonía convencional).

Mediante la utilización de la Telemedicina se puede conseguir que cada entorno asistencial (Atención Primaria y Atención Especializada) disponga de la información suficiente y tenga capacidad para intercambiar la información. Se distinguen pues cuatro aspectos diferentes:

- Posibilidad de dar cita bidireccional entre niveles.
- Realización de peticiones de pruebas analíticas y radiológicas y de sus resultados.
- Intercambio de información electrónica, como medio de comunicación entre los profesionales médicos.
- Acceso a la historia clínica compartida del área de salud, de manera que cada facultativo pueda acceder a la información en el momento y de la forma en que la necesita (una visión horizontal por el médico de atención primaria que le permita conocer la evolución de los diferentes episodios sufridos por el paciente y una visión vertical por el especialista que le permita consultar toda la información de detalle de un episodio concreto).

La Telemedicina en los servicios de apoyo a la continuidad asistencial es una aplicación eminentemente administrativa que permite la cita bidireccional y las peticiones de pruebas entre niveles, así como el intercambio de informes y resultados y el acceso a la historia clínica compartida. Esto tiene un impacto asistencial reducido, pero por el contrario, es aplicable al conjunto de la población de la zona en la que se llevan a cabo, por lo que la mejora global que estos sistemas aportan a la sociedad es muy elevada.

### 6.3 Servicios de información a ciudadanos

Dentro del ámbito de la Telemedicina, se entiende por servicios de información a ciudadanos, aquellas aplicaciones que haciendo uso de infraestructuras y comunicaciones y especialmente de Internet, ofrezcan contenidos a los ciudadanos para orientarlos y sensibilizarlos sobre su salud (nutrición y acondicionamiento físico), el cuidado de las enfermedades (prevención, primeros auxilios y tratamiento) y aspectos sociales relacionados; con independencia de la ubicación de los contenidos, de sus autores y de los usuarios que lo solicitan.

Tanto en la asistencia primaria como en la especializada, una de las misiones del sector sanitario es informar, a los pacientes sobre sus enfermedades, explicar sus causas, el tratamiento y cómo el mismo paciente puede influir en la mejora en su enfermedad. Esta educación sanitaria sobre la enfermedad es especialmente importante en el caso de enfermedades crónicas tales como la diabetes. En algunos casos exige un enfoque integral socio-sanitario, como se produce en los casos de Alzheimer, donde los cuidadores reciben información sobre medicación y recomendaciones para los problemas psicológicos que con frecuencia se producen.

Por otro lado, la población cada vez más, demanda un mayor nivel de información sobre temas de interés en el ámbito de la salud, debido en parte a la influencia en este entorno de la "Sociedad de la Información". Esta situación presenta la oportunidad de educar a las nuevas generaciones en la salud y redundará sin duda en el beneficio de toda la sociedad.

La oficina europea de la Organización Mundial de la Salud considera a Internet uno de los vehículos con mayor crecimiento para la comunicación y promoción de la salud. Internet posee, entre otras ventajas, el contar con infraestructura de carácter mundial, acceso a información actualizada, inexistencia de límites físicos y temporales, es la herramienta de comunicación y acceso a la información con mayor crecimiento en la actualidad.



Los servicios que proporciona Internet incluyen:

- Acceso a contenidos estructurados (documentos, imágenes, vídeos) por tipo de colectivo (mujeres, niños, tercera edad.) por tema (nutrición, prevención, cuidados) y por enfermedad (Diabetes, Alzheimer y otras enfermedades.)
- Búsqueda de contenidos por palabras ('meningitis', 'corazón' y otros términos.).
- Selección de páginas Web recomendadas.
- Otros servicios de valor añadido son consultorios electrónicos, foros de debate, servicios de suscripción temática y personalización de los servicios.

Estos servicios de información para ciudadanos han de cumplir determinados requisitos, como el ofrecer contenidos de calidad rigurosa, que sean fácilmente comprensibles por los usuarios a los que van destinados, y que ofrezcan servicios que faciliten la búsqueda y el acceso por personal sin formación médica.

## 6.4 Servicios de información y formación a profesionales

Se entiende por servicios de información y formación a profesionales, a aplicaciones disponibles a través de redes de comunicaciones, que están dirigidas a profesionales del sector sanitario (facultativos, enfermeros, técnicos de laboratorio e investigadores) y que facilitan el acceso a contenidos sobre salud, tanto de índole informativa como específicamente destinados a la formación y la actualización continua de los profesionales de la sanidad en general, con independencia de la ubicación y el tiempo. Se incluyen en este grupo:

a) Bases documentales de:

- Protocolos asistenciales, terapéuticos, de uso de tecnologías de ámbito sanitario.
- Casos clínicos.
- Guías farmacoterapéuticas.
- Medicina basada en la evidencia.
- Artículos de investigación, divulgación, y otras publicaciones.
- Noticias sectoriales.

b) Entornos de trabajo en grupo:

- Videoconferencia.
- Aplicaciones para proyectos de investigación (gestión de documentación, coordinación de tareas, foros de discusión.).
- Revisiones cruzadas entre autores y editores de documentación médica.
- Sesiones clínicas virtuales.

Los aspectos técnicos tienen que ser cuidados en los servicios de información pues deben estar adaptados a las posibilidades de transmisión de información. No es lo mismo realizar teleenseñanza en tiempo real que en diferido, no es lo mismo realizar sesiones clínicas remotas unidireccionales o con la incorporación de canales de retorno, no es lo mismo compartir información multimedia que con un solo formato.

En lo que se refiere a capacitación interactiva, la incorporación de la videoconferencia como estrategia de capacitación a distancia, disminuye costos, amplía la cobertura y evita el traslado de personal de centros periféricos hacia el área metropolitana. Así, de esta manera, transmitiendo videoconferencia desde las salas de urgencias, los quirófanos, los consultorios médicos, las salas de radiología y tanto desde cualquier hospital nacional como internacional, el personal médico recibiría en su lugar de origen educación médica continua disminuyendo así las barreras tiempo-espacio-costos, que actualmente limitan la preparación del personal sanitario.

La red de Internet es también un medio a través del cual se puede mantener una conexión con centros docentes, de investigación, universidades y, bibliotecas, para una permanente actualización, búsquedas bibliográficas en la realización de trabajos científicos, publicación de la programación de cursos, pasantías, posgrados.

Como ayuda en el proceso de tomar decisiones, la telemedicina incluye áreas tales como los sistemas expertos a distancia, que contribuyen al diagnóstico del paciente o el uso de bases de datos on-line. Este es el uso más antiguo de la telemedicina.

La biblioteca de la Facultad de Medicina de la UNAM podría ser un centro de referencia en salud, para México. Esta biblioteca podría ofrecer la posibilidad de permitir conexiones de los usuarios a nivel nacional como realizar programas de hermanamiento con otras bibliotecas de Latinoamérica, para favorecer el acceso a información del personal sanitario aislado.

## 6.5 Aplicaciones Específicas

### Telemonitorización

Esta contempla los casos de monitorización remota de los parámetros biomédicos de un paciente, así como la presencia remota de personal sanitario, realizando tareas de telecuidado o incluso, si la información obtenida por el sistema es suficiente, diagnóstico remoto de patologías, lo cual permitiría una más rápida actuación contra la enfermedad. Estos servicios de telemedicina suelen requerir sistemas de telecomunicación costosos y de gran ancho de banda que, salvo patologías muy específicas, difícilmente pueden ser adaptables a las zonas rurales de países con poca infraestructura de comunicaciones.

La monitorización en el hogar se puede emplear como una alternativa a la hospitalización (por saturación, costos y otros aspectos) y para enfermedades crónicas, convalecencia, control postoperatorio o con necesidades específicas. Una de las áreas donde se está introduciendo es en la medida de glucemia en los diabéticos, en la que al médico le llegan las medidas de glucemia que se toma el paciente en su casa, por medio de la red de Internet.

La telemonitorización posibilita el intercambio y circulación de pruebas de manera inmediata. Supongamos que el médico que asiste al paciente realiza un electrocardiograma que envía de manera inmediata al especialista a través de la computadora. En unos segundos, puede enviar cinco minutos de electrocardiograma con los registros de diez electrodos. Y se puede aplicar a cualquier tipo de consultas traumatológicas que puedan ser diagnosticadas mediante una radiografía ó inclusive imágenes en movimiento.

Como se ha comentado, la asistencia domiciliaria remota se basa en la utilización de las telecomunicaciones para poder dar asistencia a los pacientes en sus domicilios, mediante un sistema de apoyo que permita que el enfermo entre en contacto con el

centro de Atención Primaria y/o el Hospital. Para lograr este cometido se tendría que proporcionar:

- A los pacientes con patologías traumatológicas, un sistema de comunicación audiovisual que permita la dirección y supervisión del proceso de rehabilitación desde el hospital.
- A las personas mayores que viven solas, un sistema de telealarma de forma que el paciente pudiera apretar un pulsador para ponerse en contacto con un centro de atención de llamadas, desde el cual se puede poner en funcionamiento un procedimiento de urgencia, que resuelve las dudas planteadas, logrando de esta forma una situación de autonomía supervisada.
- A los pacientes con patologías coronarias crónicas, un sistema de monitorización permanente del electrocardiograma, permitiría su seguimiento, disminuyendo las complicaciones a corto plazo.
- En pacientes que estén en tratamiento, dotarles de un sistema de monitorización a distancia de la evolución de su sintomatología sin necesidad de acudir a los servicios médicos.

### **Telerradiología**

El concepto telerradiología, está muy ligado con el de telemedicina, constituye un enfoque particular de la transmisión y recepción de datos a distancia, donde es esencial la digitalización de placas, el archivo de radiografías digitales (Se incluye además de la radiografía convencional, la tomografía axial computerizada, la resonancia magnética, y ultrasonido.), la visualización, la discusión en tiempo real y el diagnóstico diferido y distante en un lugar diferente a aquel donde han sido obtenidas.

Para implantar sistemas de telerradiología hay que realizar esfuerzos económicos de dimensiones proporcionales al volumen de información que se maneje. La utilización de

imágenes radiológicas en formato digital aumenta sensiblemente dicho volumen de información. Esta dificultad debe valorarse frente a los beneficios potenciales esperados y a la filosofía de los sistemas de salud actuales, considerando los siguientes aspectos:

El diagnóstico médico se está haciendo cada vez más dependiente de pruebas radiológicas y de laboratorio.

Las nuevas modalidades de imagen requieren personal médico con especialización muy específica.

### **Telecardiología**

La cardiología utiliza las tecnologías de la información para la transmisión de electrocardiogramas, ecocardiogramas, estudios hemodinámicos y otros referentes al corazón.

Algunas herramientas actuales ya están demostrando su utilidad en tareas específicas como la predicción de un ataque de corazón. El largo nombre de instrumento predictor sensitivo-temporal de isquemia coronaria aguda permite a los médicos determinar con rapidez si un paciente está experimentando un ataque de corazón, utilizando un programa de computadora, en el que el médico introduce datos del paciente, como el sexo, edad, nivel de dolor torácico, y otros datos.

Esta información, junto con el resultado del electrocardiograma, predice en minutos lo que tradicionalmente requeriría de horas con el consiguiente análisis de sangre. De esta forma se evita enviar a sus casas a pacientes, sin el tratamiento adecuado debido a un diagnóstico erróneo y se reducen drásticamente los ingresos innecesarios de pacientes en las unidades de cuidados intensivos (se calcula que la mitad de pacientes no sufren realmente un ataque de corazón). Todo ello redundará, lógicamente, en ahorros muy considerables de recursos.

## **Telehistocitopatología**

La histocitopatología es el estudio de células y tejidos. El trabajo de diagnóstico de un departamento de patología consiste principalmente en la evaluación de muestras de células y tejido utilizando el microscopio.

La telehistocitopatología transmite a distancia y en tiempo real la imagen de un microscopio mediante la exposición de imágenes en la pantalla de una computadora.

La telepatología es una aplicación de las redes de banda ancha para el tratamiento del cáncer. Para diagnosticar algunos tipos de cáncer, los patólogos examinan muestras de tejido utilizando un microscopio. El análisis se tiene que realizar mientras el paciente todavía está anestesiado, por si se necesita aplicar un tratamiento en ese mismo instante. Como el número de patólogos es limitado, algunos hospitales tendrían los medios para llevar a cabo el tratamiento necesario, pero no un servicio patológico. Para solucionar este problema se podría construir una aplicación telemática de manera que un patólogo, situado en otro hospital, pudiese ver la imagen del microscopio, así como controlarlo a distancia. Existe, un prototipo para esta aplicación, que utiliza como soporte de comunicaciones un acceso primario de la Red Digital de Servicios Integrados.

## **Telecirugía**

Empleando robots con instrumental quirúrgico las cirugías a distancia son poco a poco una realidad, dada la escasez de algunos especialistas lo que ahorraría su tiempo de desplazamiento.

Ya se utilizan simuladores laparoscópicos con técnicas de realidad virtual que permiten a un cirujano operar sobre una anatomía generada por ordenador que simula fidedignamente situaciones reales, como la resistencia ofrecida por un hueso o la hemorragia de una incisión (no olvidemos que desde hace tiempo se utilizan simuladores para el entrenamiento de pilotos tan realistas que éstos pasan a volar con pasajeros en su primer vuelo real).

### **Teleendoscopía y telecografía**

Consisten en la transmisión a distancia, en tiempo real y diferido de una imagen de vídeo, válido para muchos aparatos de visualización y exploración en la medicina.

### **Telefarmacia**

Con el uso de las tecnologías de la información y comunicaciones se puede llevar ya el control a distancia de los stocks farmacéuticos o la solicitud a distancia de medicamentos para zonas que no disponen de farmacias.

### **Teleambulancias**

Son transportes equipados para poder transmitir datos, imágenes y compartir comunicación desde el vehículo hacia el centro al cual se dirige. La Telemedicina aplicada a las urgencias se centraría inicialmente en dos áreas de actuación:

- Utilización de equipos móviles que ayuden a realizar un diagnóstico inicial de forma rápida contando con la colaboración de expertos. Por ejemplo en los pacientes con infarto agudo de miocardio, mediante la realización y posterior envío de un electrocardiograma, bien a la unidad de cuidados intensivos de un hospital, o a un centro coordinador donde se interpretará el mismo y se tomen las medidas de actuación necesarias.
- Disponibilidad en las ambulancias de los sistemas que permitan realizar la transportación del paciente y seleccionar el centro de destino. Además, estos sistemas deberían permitir la monitorización de las constantes vitales del paciente para enviar la información al hospital de destino y acelerar allí la preparación de las actuaciones necesarias.



## Otras aplicaciones de la Telemedicina

Otras especialidades de la medicina que pueden o se están viendo ya beneficiados por el uso de la telemática son la Oftalmología, la Dermatología: consiste en el diagnóstico y el tratamiento clínico de problemas dermatológicos a distancia, la Psiquiatría, Otorrinolaringología y otras especialidades más.

## Referencias bibliográficas

1. Plan de telemedicina 2000, Instituto Nacional de Salud (InSalud), Ministerio de Salud, España.
2. Primer Foro de la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCIEET) sobre Telemedicina, San Pedro Sula, Honduras, octubre de 1997.
3. Telemedicina: Informe de evaluación y aplicaciones en Andalucía, España, Rafael Canto Neguillo, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía.

## Beneficios de la telemedicina

**S**on múltiples los beneficios que las distintas aplicaciones de la telemedicina pueden aportar tanto a las instituciones y autoridades sanitarias, como a los pacientes, profesionales médicos y a los ciudadanos en general.

La telemedicina persigue mejorar la calidad asistencial y favorecer la universalidad del acceso a la asistencia sanitaria, independientemente de la distancia, mediante el apoyo científico y tecnológico a los profesionales de la salud.

Los principales beneficiarios del empleo de la telemedicina son los ciudadanos, los profesionales de la salud y la organización sanitaria. Los beneficios reflejados en las mencionadas entidades se han agrupado en seis ámbitos que se describen a continuación:

### 7.1 Ámbito Sanitario

En el ámbito sanitario el uso de la telemedicina tiene los siguientes beneficios:

**En los ciudadanos:**

- Se accede de forma sencilla y rápida a una atención médica especializada, lo que implica una mejora de la calidad asistencial.

- Evita gastos por pérdida de tiempo y por la inconveniencia de viajar, en ocasiones largas distancias, para consultas adicionales cuando se requiere contar con la opinión de un especialista.
- Mejora los tiempos en la resolución de los problemas de salud y en los trámites administrativos.
- Permite acceder a las especialidades médicas desde regiones remotas o aisladas que puedan estar desatendidas en estos momentos, ampliando con ello la cobertura de la asistencia sanitaria.
- A los pacientes les otorga el beneficio de seguimiento médico y quirúrgico a distancia.
- Ofrece la oportunidad de acceder a especialistas nacionales o internacionales para el diagnóstico o interconsultas.
- Su empleo le da confianza al paciente debido al diagnóstico médico basado en la interconsulta.
- Reduce el tiempo de espera para interconsultas especializadas.
- Mejora la atención al paciente y la calidad de los diagnósticos, anticipando su disponibilidad.
- Reduce las dosis de radiación debido a que no hay necesidad de repetir estudios por utilización de tecnologías más avanzadas que permiten imágenes de igual o mejor calidad, utilizando intensidades de radiación menores.
- A las personas de edad avanzada, que suelen tener alguna enfermedad crónica, les posibilita pasar temporadas en climas más benignos, sin el problema de no poder acceder a los servicios sanitarios habituales.

- Potencia el seguimiento del paciente a través del sistema, garantizando la continuidad en la atención, cuando se pasa de un nivel a otro, lo cual se traduce en una mayor comodidad, confianza y satisfacción por parte del paciente.

**El empleo de la telemedicina ofrece los siguientes beneficios a los profesionales de la medicina:**

- Posibilita el acceso a una segunda opinión en el diagnóstico.
- Mejora la coordinación clínica y terapéutica.
- Apoya el ejercicio médico en zonas aisladas.
- Facilita la referencia y el proceso de interconsulta entre el personal médico.
- Permite a los facultativos disponer de mayor cantidad de información acerca del paciente.

**Beneficios de la telemedicina en la organización:**

- Favorece la equidad y universalidad del servicio sanitario, permitiendo el suministro de asistencia sanitaria de calidad en zonas remotas del país.
- Favorece la continuidad asistencial.
- Facilita una menor duración de la estancia en el hospital, lo que se traduce en una mejor utilización de los recursos y una mayor rapidez en la incorporación del paciente a su medio habitual.
- Reduce las necesidades de desplazamientos y transporte, que deben ser asumidos por el sistema sanitario.
- Su empleo genera en el ciudadano una mayor confianza en el sistema de salud debido a que accede a una atención médica especializada.

- Mejora la comunicación entre profesionales, contribuyendo con ello al trabajo cooperativo.
- Produce mayor comunicación y coordinación entre la atención primaria y la atención especializada, redituando beneficios en los ciudadanos y los profesionales. Ello favorece la eficiencia del proceso asistencial. Para ilustrar este beneficio mencionemos el poder tener acceso a la información de otro nivel de atención (mediante el acceso a documentos como a la historia clínica compartida del paciente desde los dos niveles).
- Se gestiona la cita directamente en la agenda del especialista (saber cuándo y en cuánto tiempo el especialista atenderá al paciente), mejorando en consecuencia, la gestión de las agendas de atención primaria (cita anticipada del paciente en función de la visita al especialista).
- Mejora la calidad y eficiencia de los servicios de atención sanitaria, fundamentalmente en términos de diagnósticos más rápidos y precisos (segunda opinión).
- Se reduce el número de ambulatorios por la atención a distancia.
- Facilita la descentralización de los sistemas de salud.
- Facilita la atención de pacientes en servicios de urgencias, disminuyendo con ello la cantidad de traslados al área metropolitana de la Ciudad de México, permitiendo si fuese necesario, realizarlos en mejores condiciones.
- Permite en forma instantánea, la puesta en práctica de normas médicas de atención a nivel nacional e internacional.

## 7.2 Ámbito científico

**Las facilidades que otorga telemedicina al trabajo de los investigadores son:**

- Acceder a publicaciones científicas.
- Intercambiar conocimientos científicos en el plano internacional.
- Posibilidad de comunicación con universidades y hospitales en todo el mundo, permitiendo el intercambio de información del paciente. Se posibilita la transmisión de conferencias o procedimientos avanzados, estableciéndose verdaderos foros de discusión y manejo de casos.
- Apoyo a la investigación suministrando acceso a banco de datos y fuentes bibliográficas en línea. Aumenta la comunicación entre los diferentes grupos de investigación en el nivel universitario, e integrando asociaciones y entidades gubernamentales y no gubernamentales en un trabajo de investigación más acorde con las necesidades del país.
- Permitir la interconexión del sistema nacional con redes de igual tipo en el plano internacional, compartiendo conocimientos e información reciente y de primera línea.
- Adicionalmente, considerando la importancia que tiene la investigación en el entorno sanitario, permite conjuntamente el desarrollo de proyectos con otras instituciones (centros de investigación, laboratorios, universidades y otros).

## 7.3 Ámbito de gestión

La utilización de la telemedicina redundante en una mejora de la gestión de los procesos administrativos. Para ilustrarlo citemos los beneficios en este renglón:

- Aumenta la eficiencia del sistema, mediante la optimización de los recursos asistenciales y la mejora de la gestión de la demanda (reducción de esperas para consultas y mejoramiento de los tiempos de respuesta). Este proceso consiste en que el especialista puede contestar a la primera consulta en el momento que desee y de forma más rápida al no requerir atender directamente al paciente. La telemedicina permite reducir las estancias hospitalarias y disminuir las repeticiones de protocolos médicos y exploraciones, así como el desplazamiento de pacientes.
- Agiliza y optimiza procesos administrativos, por simplificación de los circuitos de petición, reducción de errores administrativos y otros.
- Disminuye cargas en los trámites administrativos.
- Mejora la gestión en las listas de espera.
- Mejora la fiabilidad en la transmisión y circulación de la información. Este punto englobaría la mejora de la eficiencia de los procesos administrativos, evitando duplicidad de exploraciones y estudios, demoras en los circuitos de petición y la disminución de olvidos y ausencias a las citas por parte del paciente.
- Amplía la capacidad resolutoria en la atención primaria.
- Ayuda a descongestionar los centros sanitarios de mayor nivel, a los que llegan los pacientes que han de ser diagnosticados por especialistas.

- Posibilita medir el desarrollo de los objetivos institucionales y de los programas que se llevan a cabo en cada región, mediante sesiones de monitoreo y evaluación.
- Contribuye a avanzar en el diseño de una historia clínica única del área.

## 7.4 Ámbito económico

Gracias a la telemedicina es posible tener los siguientes beneficios económicos:

- Reduce los costos de atención tanto para los pacientes como a los hospitales, pues hay menores gastos en desplazamientos por ambas partes, costos administrativos más bajos y ahorro de tiempo.
- Reduce las inversiones en equipos particulares.
- Incrementa el número de pacientes asistidos con los mismos recursos, ampliando la cobertura del área de un especialista.
- Apoya la inversión en telecomunicaciones.
- Ayuda al gobierno a comenzar con la exportación de servicios médicos (Centro y Sudamérica).
- Elimina los costos que involucra el traslado físico de los educandos a los centros de capacitación en el nivel internacional.
- Mejora la productividad de los proveedores primarios de salud.
- Reduce costos sanitarios, evitando la repetición de análisis, radiografías y otros estudios.
- Disminuye la estancia media de pacientes hospitalizados, al acelerar el acceso a la información clínica al agilizar la interconsulta y la toma de decisiones.



- Elimina costos de placas, productos de revelado, personal de archivo y espacio físico de almacenamiento.

## 7.5 Ámbito social

Los beneficios sociales que puede brindar la telemedicina se ubican en:

- Mejorar los indicadores de salud locales.
- Mejorar la calidad de vida de la población.
- Retrasar las migraciones del campo a la ciudad, al ofrecer servicios no disponibles con anterioridad.
- Desincentivar los procesos de desequilibrio (inequidad y desintegración).

## 7.6 Ámbito formativo

En los procesos formativos de recursos humanos la telemedicina está ofreciendo grandes beneficios pues:

- Facilita la formación continua de los profesionales y gestiona el conocimiento generado por los mismos.
- Fomenta la capacitación clínica.
- Abre la posibilidad de transmitir congresos y reuniones médicas a todo el país, sin que los profesionales deban desplazarse de su área de trabajo, permitiendo que todos los médicos tengan la oportunidad de actualizar sus conocimientos.

- Mejora el proceso de actualización del conocimiento médico entre los profesionales de la salud, dándoles acceso a bases de datos, redes, técnicas de inteligencia artificial y sistemas expertos.
- Brinda la oportunidad de capacitación y comunicación con los proveedores de salud.
- Permite que varios médicos y/o estudiantes adquieran conocimientos simultáneamente.
- Permite la enseñanza y formación de postgrado.
- Para presenciar una intervención quirúrgica no hace falta entrar físicamente en el quirófano, ni doblarse sobre la claraboya de éste mismo. Basta situarse ante una terminal de telemedicina conectada al quirófano. Además, a través de las redes telemáticas ya se puede acceder a bibliotecas de todo el mundo. Las posibilidades que se ofrecen a los profesionales para actualizarse son ilimitadas.

## 7.7 Ámbito Informativo

La telemedicina proporciona servicios de información asistencial brindando los siguientes beneficios:

### **En los ciudadanos:**

- Mayor información a los pacientes.
- Mayor satisfacción al recibir servicios que los ciudadanos demandan y valoran.
- Influye de manera positiva en la calidad de vida debido a una mayor prevención y mejor cuidado de las enfermedades.

- Se percibe mayor calidad de la atención debido a la mejor preparación de los profesionales.
- Aumento de la cultura sanitaria de la población y fomento del autocuidado.

**En los profesionales:**

- Mayor información para los profesionales médicos en áreas aisladas.
- Mayor facilidad en la interlocución con los pacientes, debido a su mayor cultura sanitaria.
- Mejora la imagen de eficiencia debido a la mayor colaboración de los pacientes en su cuidado.
- Actualización de sus conocimientos de forma permanente y personalizada.
- Potencia el trabajo cooperativo entre profesionales sanitarios.
- Facilita herramientas de apoyo a la toma de decisiones y a la gestión clínica.
- Aumenta la transferencia de información entre el personal médico y científico, suministrando una mejor planificación en la distribución de los recursos económicos a través de datos actualizados.
- Mejora la comunicación interprofesional.

**En la organización:**

- Mejora la comunicación de la organización con los profesionales y potencia la imagen corporativa.
- Permite planificar y seguir la formación de profesionales, con posibilidad de ajustarla a las demandas actuales y futuras de la sociedad.

- Brinda mayor velocidad en la creación, actualización y difusión de protocolos asistenciales y terapéuticos.
- Crea un soporte documental para la medicina, basado en la evidencia y las mejores prácticas clínicas.
- Disminuye la variabilidad de la práctica clínica.
- Apoya el uso adecuado de tecnologías sanitarias.
- Su uso puede redundar en una mayor eficacia en las campañas de salud, debido a la posibilidad de utilizar un vehículo de gran difusión y mejor dirigido.
- Aumenta el acceso a la información en todos los niveles asistenciales.
- Puede notificar a las instituciones sanitarias en carácter de urgencia, en casos de brotes de enfermedades infecto-contagiosas como cólera, sarampión y otras enfermedades de importancia epidemiológica que requieran de estricto control.
- Permite el almacenamiento de historias clínicas, sin que éstas salgan del hospital y de modo que estén disponibles de manera inmediata, sin problemas de deterioro y pérdidas de datos.
- Permite tener una historia clínica electrónica compartida (acceso desde cualquiera de los entornos sanitarios a una historia clínica única del paciente), así como el contar con información de estudios tales como imágenes médicas, resultados de análisis de química sanguínea y otros.

## Referencias bibliográficas

1. Plan de telemedicina 2000, Instituto Nacional de Salud (InSalud), Ministerio de Salud, España.
2. Primer Foro de la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCIET) sobre Telemedicina, San Pedro Sula, Honduras, octubre de 1997.
3. Telemedicina: Informe de evaluación y aplicaciones en Andalucía, España, Rafael Canto Neguillo, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía.

## Evaluación de proyectos de telemedicina

La evaluación de tecnologías de salud abarca la estimación de sus propiedades técnicas y de seguridad, su eficacia, eficiencia, atributos económicos, efectos o impactos en la atención y los resultados en salud, así como el estudio de aspectos sociales, legales, éticos y políticos.

La Organización Mundial de la Salud marca pautas para todo proyecto de introducción de tecnologías en el sistema sanitario de cualquier país, especialmente en zonas rurales con poca infraestructura de comunicaciones. Éstas se enumeran a continuación:

1. Que ofrezca una ventaja técnica.
2. Que produzca efectos favorables sobre la salud.
3. Que sea eficiente con relación al costo.
4. Que produzca aceptación de los pacientes y del personal sanitario.
5. Que pueda ser mantenido con las aptitudes y recursos locales.

Cabe señalar que una de las principales causas de fracaso de numerosos proyectos de telemedicina se atribuye a que su desarrollo se había centrado más en la propia tecnología que en las necesidades concretas del personal de salud o de la población beneficiaria, por lo que es importante tener en cuenta que la aplicación de un proyecto de telemedicina se justificará siempre y cuando persiga alcanzar los grandes retos de cobertura, equidad, calidad y protección financiera de nuestro sistema nacional de salud.

Las posibilidades tecnológicas actuales son promisorias, pero los recursos para su aplicación son escasos y tienen que competir con otras necesidades de los servicios de salud. Además la falta de electricidad y de líneas telefónicas, problemas de confidencialidad de datos, falta de estándares de comunicación, protocolos de actuación y aspectos legales de responsabilidad sobre el paciente son problemas para la implantación de proyectos de telemedicina, por lo que es necesario una adecuada planificación y estudio de viabilidad.

El impacto de la introducción de un sistema de telemedicina depende de lo que la organización y sus miembros hagan con la tecnología y de cómo se lleve a cabo su implantación. A continuación se describe a mayor profundidad la etapa de evaluación de tecnologías haciendo especial énfasis en la efectividad, utilidad, eficiencia, acceso y costos de telemedicina.

Un estudio de factibilidad de proyectos de telemedicina se compone de las siguientes etapas:

- 1) Descripción general del estudio de evaluación
- 2) Descripción de los métodos empleados en la evaluación
- 3) Descripción del proyecto de telemedicina
- 4) Estudio de factibilidad
  - Ámbito clínico ó análisis de mercado
  - Análisis técnico operativo y de gestión organizativa
  - Aspectos de impacto a ser evaluados
  - Estudio económico
  - Evaluación económica
- 5) Plan de desarrollo de evaluación

## 8.1 Descripción general del estudio de evaluación

El primer paso de cualquier evaluación de proyectos consiste en la formulación precisa de los objetivos que persigue dicha evaluación. Generalmente se definen dos grandes objetivos: el general y el específico.

El objetivo general o estratégico de estudio de evaluación de telemedicina es obtener información sobre posibilidades y resultados de aplicación de un sistema en un determinado contexto en el campo de la salud. Los resultados que deben esperarse son informes técnicos que respalden o desaconsejen la adopción y el uso del sistema frente a otras alternativas o que al menos indiquen bajo qué circunstancias puede emplearse esa determinada tecnología.

El objetivo general de cualquier evaluación de telemedicina debe ser aumentar el conocimiento sobre los resultados de la adopción y el uso de determinada tecnología en un entorno específico.

Es indispensable definir si se trata de una evaluación de la calidad, acceso, aceptabilidad o económica de un sistema puesto en marcha o de un estudio inicial de factibilidad. Los elementos de cada uno de estos aspectos a evaluar se mencionan a continuación:

### a. Calidad

- Efectividad
- Fiabilidad
- Facilidad de uso
- Impacto sobre el proceso clínico
- Impacto sobre el proceso organizativo
- Impacto sobre la salud y el bienestar del paciente
- Impacto sobre la opinión de usuarios y pacientes



- b. Acceso
  - Acceso al diagnóstico
  - Acceso al tratamiento y al seguimiento
  - Acceso a la formación del personal de salud
  - Acceso a la información de salud
- c. Aceptabilidad
  - Por parte de los pacientes
  - Por parte del personal de salud
  - Por parte de la gerencia de la red de salud
  - Por parte de las autoridades de salud
- d. Evaluación económica
  - Valor Presente Neto
  - Tasa Interna de Rendimiento
  - Reemplazo de equipo
  - Razones financieras
  - Análisis de sensibilidad
  - Análisis de costos
  - Análisis costo-beneficio

Uno de los componentes de la calidad, es la efectividad en la exactitud diagnóstica, en el caso de un test diagnóstico o el efecto terapéutico en el caso de un tratamiento. Mientras que el concepto de efectividad se refiere a la medida de riesgo de efectos no deseados que pueden aparecer como consecuencia de la utilización de la tecnología médica. La eficacia, la seguridad y la efectividad de una tecnología sanitaria se valoran utilizando medidas naturales de enfermedad o resultados clínicos. Ejemplo de este tipo de medidas son la mortalidad, tasa de supervivencia, morbilidad, tipo y tasa de complicaciones, rehospitalizaciones, efectos secundarios, calidad de vida o satisfacción del usuario. Cuando la tecnología a evaluar es una herramienta diagnóstica, se utilizan

las denominadas medidas de precisión diagnóstica, entre las que destacan la sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos de las pruebas.

## 8.2 Descripción de los métodos empleados en la evaluación

En esta parte se define la profundidad y el horizonte temporal de estudio; un plan de obtención y tratamiento de la información y finalmente un plan de difusión de resultados. La evaluación de la telemedicina requiere que el número de casos obtenidos sea lo suficientemente grande para tener resultados estadísticamente válidos. La evaluación de la efectividad nos da la información acerca de la tecnología más apropiada.

### Definición del nivel y horizonte temporal adoptados

Se tiene que definir con claridad la profundidad del estudio (paciente, personal sanitario, ámbito de prestación: primaria, secundaria y terciaria, red de salud, sistema sanitario, sociedad, proveedores), y si el estudio se circunscribe en el nivel local, distrito, municipio, o a una entidad estatal o regional. Así también se debe especificar el horizonte temporal (a corto, medio o largo plazo), que dependerá en gran medida del presupuesto con que se cuente.

### Plan de obtención y tratamiento de la información

Las técnicas de obtención de información son muy diversas. Cabe resaltar que a menudo es conveniente comenzar utilizando técnicas cualitativas de investigación.

El proceso debe ser reiterativo hasta que se consiga entender la situación actual, las posibles vías de solución y las variables fundamentales de investigación. El tratamiento y análisis de la información cualitativa precede a la elaboración de cuestionarios y al uso de diseños experimentales, cuasi experimentales u observacionales.

La obtención de datos cuantitativos ha de estar regida por el rigor metodológico tanto en lo relativo al diseño como a la aplicación de métodos estadísticos de análisis y a la interpretación de resultados.

#### Plan de difusión de resultados

La difusión de los resultados es fundamental pues permite la realización de estudios de viabilidad de la telemedicina basados en pruebas científicas. Es importante que la propuesta del estudio incluya información sobre la difusión de los resultados del mismo y a la postre, su transferencia y difusión al colectivo científico, a las autoridades de salud, a los usuarios y al público en general.

### 8.3 Descripción del proyecto de telemedicina

Se deberán definir sus objetivos y requerimientos, deberá contener una breve reseña histórica del desarrollo o producto o sistema, un marco de referencia o de desarrollo, donde el estudio debe ser situado en las condiciones económicas y sociales y aclarar básicamente porqué se pensó en emprenderlo; qué problema específico resolverá y a qué personas o entidades beneficiará.

Esta descripción incluirá los objetivos del proyecto, que deberán ser básicamente tres, a saber:

- 1) Verificar que existe un mercado potencial insatisfecho y que es viable operativamente introducir a ese mercado, el producto objeto del estudio.
- 2) Demostrar que tecnológicamente es posible producirlo, una vez que se verificó que no existe impedimento alguno en el abasto de todos los insumos necesarios para su producción.
- 3) Demostrar que es económicamente rentable llevar a cabo su realización.

Los objetivos del proyecto están en función de las intenciones de quienes promueven dicho proyecto y se pueden agregar las limitaciones que se imponen al proyecto.

## 8.4 Estudio de factibilidad

Este estudio comprende la investigación de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto y es la base en la que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión.

### 8.4.1 Ámbito clínico ó análisis de mercado

El ámbito de la especialidad de salud a la cual se orienta, el colectivo de pacientes al cual se dirige, y el grado de capacitación que debe tener el personal de salud que utiliza el sistema. En el caso de que se tratase de un proyecto lucrativo, este estudio determina y cuantifica la demanda y oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. El objetivo de este análisis es verificar la posibilidad de penetración del producto en un mercado determinado. Con este estudio se podrá palpar el riesgo que se corre y la posibilidad de éxito que habrá con la venta de un nuevo artículo, servicio y/o con la existencia de un nuevo competidor en el mercado. El estudio de mercado es útil para prever una política adecuada de precios, estudiar la forma de comercializar el producto y contestar a pregunta más importante del análisis de mercado ¿existe un mercado viable para que el producto que se pretende elaborar?

### 8.4.2 Análisis técnico operativo y de gestión organizativa

En la descripción técnica han de quedar reflejadas las especificaciones del sistema en cuestión, tanto del equipamiento como del software necesario. Se debe adjuntar información sobre los siguientes aspectos: a) sistemas de captura de datos (resolución y profundidad, protocolo de comunicación, interfaz física de conexión,

alimentación, compatibilidades e incompatibilidades, compresión de información y otros más); b) sistema de envío (protocolos con soporte, velocidad, seguridad, compatibilidad con los estándares y otros más); c) capacidades de procesamiento y almacenamiento de información (sistema de búsqueda y recuperación de información, previsualización, zoom, modificación de nivel y venta, herramientas de anotación e informe, posibilidades de trabajo cooperativo y otros más), y d) sistema de visualización (tamaño, resolución de puntos, escala de grises y otros más).

En la descripción organizativa han de incluirse los protocolos de asignación de recursos médicos al proyecto tales como personal, equipamiento, dependencias, y otros más. Deben quedar reflejados los cambios organizativos necesarios para poner en marcha el sistema, los compromisos de las instituciones participantes, plan de formación y retroalimentación del personal participante, compromisos de la gerencia para asumir los cambios organizativos.

La implantación efectiva de sistemas de telemedicina requiere un compromiso institucional de estabilidad en las políticas de actuación sanitaria y de inversiones.

La presentación de resultados conviene hacerla separando los beneficios para los pacientes y sus familias, para el personal de salud, para la comunidad, para la red de salud que afecta el proyecto y para el sistema de salud en su conjunto.

Los protocolos de trabajo deben asignarse a varios profesionales, en éstos se debe especificar el papel de médicos, personal de enfermería y administrativo, grado de responsabilidad, formación y acreditación. Para facilitar la instalación de los proyectos se hace necesario desarrollar guías y procedimientos.

#### **a. Presupuestos iniciales y de operación**

Es conveniente separar los costos de inversión de los de operación. El motivo de esta separación presupuestaria permitirá a los gestores del sistema de salud identificar los gastos iniciales de capital en los que se incurrirán para implantar el sistema y

diferenciarlos del presupuesto anual que se requerirá para hacer frente a los costos fijos y variables de operación del sistema.

#### **b. Plan de gestión y sostenimiento**

Es preciso evaluar la capacidad existente para llevar a cabo la gestión económica del proyecto, por ejemplo, procedimientos de control y verificación del manejo de fondos.

#### **c. Plan de asignación de recursos por actividad**

La estructura de un proyecto de telemedicina debe ser tal que para alcanzar sus objetivos específicos, asegure la consecución de una serie de resultados verificables. Estos resultados son concretos y se consiguen realizando tareas o actividades puntuales que han de estar definidas en la propuesta. También se han de presupuestar los recursos humanos y técnicos, así como los materiales necesarios para realizar estas actividades.

El plan de asignación de recursos por actividad no es más que un desglose presupuestario de equipamiento y suministros, personal, viajes y otros, asociado con cada actividad concreta.

### 8.4.3 Estudio económico

Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores. Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial, cuya base son los estudios de ingeniería, pues estos dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial.

Otro punto importante es el cálculo del capital de trabajo, que aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación y amortización.

En esta parte, se recomienda incluir el cálculo de la cantidad mínima económica que se producirá, llamado punto de equilibrio, que no es una técnica de evaluación, debido a las desventajas metodológicas que presenta., pero sí es un punto de referencia importante para una empresa productiva la determinación del nivel de producción en el que los costos totales igualan a los ingresos totales.

Habiendo concluido el estudio hasta la parte técnica, existe ya la noción de que existe un mercado potencial por cubrir y que tecnológicamente no existe impedimento para llevar a cabo el proyecto. El análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál sería el costo total de la operación del proyecto de telemedicina, así como otra serie de indicadores que servirán de base para la evaluación económica.

#### Determinación de costos

En la evaluación económica de proyectos se distinguen habitualmente tres tipos de costos: directos, indirectos e intangibles. Los costos directos son aquellos en que necesariamente se ha de incurrir para prestar un servicio, producir un bien o usar una tecnología. Son aquellos en que incurrirán necesariamente otras instituciones que adquieran dicha tecnología.

Los costos indirectos son aquellos que no pueden relacionarse directamente con el uso del nuevo sistema, tecnología o proyecto. En el campo de la atención a la salud los costos indirectos más importantes son los asociados con el valor de las pérdidas de productividad que se originan cuando el paciente deja de producir como consecuencia de la enfermedad que padece.

Tanto los costos directos como los indirectos pueden ser a su vez fijos o variables. Los costos fijos son aquellos que no varían en función de la cantidad del bien o servicio que se produce y suelen representar la mayor parte de los gastos de los proyectos de telemedicina. Incluyen gastos que hay que costear antes de que el proyecto se ponga en marcha. Entre ellos cabe destacar el inmovilizado (equipamiento, software, gastos

de modificación de equipos existentes, construcción o rehabilitación de salas de consulta, instalación del sistema), así como los gastos fijos del personal.

Los costos variables son los gastos en que se incurre al usar el sistema y dependen, por tanto, del grado de utilización del mismo. Estos costos suelen ser clave en la comparación entre la telemedicina y los sistemas tradicionales de atención, e incluyen todos los gastos relacionados con viajes, parte de los costos de personal, de comunicación, administrativos, tiempos de consulta, luz, material desechable y otros más.

Por costos tangibles se entienden aquellos que se pueden medir en unidades de moneda mientras que los intangibles no pueden traducirse a unidad monetaria alguna, como, por ejemplo, el grado de satisfacción de un paciente con la atención médica que recibe o la ansiedad que le produce su enfermedad. El costo intangible es aquel que no puede definirse ni medirse de manera objetiva.

El marco del análisis económico de la telemedicina contempla una serie de puntos.

1. Costos totales: volumen de servicios, precio por unidad de servicio.
2. Costos de inversión en telemedicina.
3. Resultados de la inversión en telemedicina, costos de inversión y los efectos específicos o beneficios. En este punto es muy importante analizar los efectos en salud

Existe una serie de costos asociados al desarrollo de los servicios de telemedicina:

- 1) Costos de establecimiento del proyecto. La preparación de fondos, proceso de selección para decidir que proyectos se llevarán a cabo, reclutamiento del personal, factibilidad del estudio, preparación de las tendencias de equipamiento, selección e instalación del equipamiento, revisión de las soluciones organizativas, consulta con el personal, entrenamiento del personal con los nuevos sistemas y



procedimientos de uso. También incluye marco para la evaluación y obtención de datos, así como reclutamiento, en muchos casos, del personal informático. Debería incluirse como costo de establecimiento del proyecto del pago de personal médico, desarrollo y más tarde evaluación del proyecto.

- 2) Costos de equipamiento. Las aplicaciones de telemedicina engloban computadoras, monitores, software para manejar funciones incluidas la videoconferencia y visualización de documentos. Los costos de equipamiento deben estar sujetos a depreciación en un período de tres años.
- 3) Costos de mantenimiento. La provisión de un adecuado mantenimiento es una parte esencial para la seguridad y fiabilidad de los sistemas de telemedicina. Los cuales son utilizados a veces en situaciones de emergencias donde no se permiten errores.
- 4) Costos de comunicación. Aspectos esenciales en el desarrollo de los servicios de telemedicina son los gastos de utilización y conexión de las telecomunicaciones. Si se cuenta con un software apropiado para compresión de imagen sin pérdidas, los costos de transmisión se verán reducidos, ya que el tamaño de la información es menor y el tiempo de transferencia también sustancialmente inferior.
- 5) Costos de personal. Requerimiento de profesionales que se van a dedicar a él. Coordinador de proyecto a tiempo completo cuyo salario y gastos generales fueran atribuidos a los costos operacionales del proyecto de telemedicina.

Punto de equilibrio. El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los beneficios por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables. Es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos y los variables y los beneficios. Hay que remarcar que es una importante referencia a tomar en cuenta, más no una técnica para evaluar la rentabilidad de una inversión.

Tiene las desventajas de que es difícil delimitar con exactitud si ciertos costos se clasifican como fijos o como variables, mientras los costos fijos sean menores se alcanzará más rápido el punto de equilibrio. Los costos fijos son aquellos que son independientes del volumen de producción, y que los costos directos o variables son los que varían directamente con el volumen de producción. El punto de equilibrio es inflexible en el tiempo, esto es, el equilibrio se calcula con unos costos dados, pero si éstos cambian, también lo hace el punto de equilibrio, razón por la cuál esta herramienta se vuelve poco práctica para fines de evaluación.

El punto de equilibrio se puede calcular en forma gráfica, tal como aparece en la siguiente figura, o bien, en forma matemática, en donde los ingresos están calculados como el producto del volumen vendido por su precio, ingresos = P x Q. Se designa por costos fijos a CF y los costos variables por CV. En el punto de equilibrio, los ingresos se igualan a los costos totales:

$$P \times Q = CF + CV$$

$$\text{Punto de equilibrio (Volumen de ventas)} = \frac{\text{cos tos fijos totales}}{\frac{\text{cos tos variables totales}}{\text{volumen totales de ventas}}}$$

Si los costos sólo fueran variables, no existiría problema para calcular el punto de equilibrio. Su empleo en la evaluación de sistemas de telemedicina es importante como lo demuestra la siguiente gráfica en donde se determina que la inversión en telepsiquiatría es conveniente en comparación con un sistema convencional cuando el número de consultas sea mayor, haciendo que los costos totales bajen.

Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento

Todo proyecto requiere de una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: sólo de personas físicas (inversionistas), de éstas con personas morales (otras empresas), de inversionistas e instituciones de crédito (bancos) o de una mezcla de inversionistas, personas morales y bancos.

Cuando el capital necesario para llevar a cabo un proyecto es aportado por una persona física. Antes de invertir, un persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR). Es una creencia común que la TMAR de referencia debe ser la tasa máxima que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo. Realizando un balance neto entre el rendimiento bancario y la inflación, siempre habrá una pérdida neta del poder adquisitivo o valor real de la moneda si se mantiene el dinero invertido en un banco, el dinero ahí no tiene riesgo y por eso ofrece el interés más bajo de todas las posibles alternativas de inversión.

La tasa de rendimiento bancario siempre es menor al índice inflacionario vigente, lo cual produce una pérdida del poder adquisitivo depositado en el banco. Entonces la referencia debe ser el índice inflacionario. Sin embargo, cuando un inversionista arriesga su dinero, para él no es atractivo mantener el poder adquisitivo de su inversión, sino que ésta tenga un crecimiento real; es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación.

Si se define a la TMAR como:

$$TMAR = i + f + if ; \text{ donde } i = \text{premio al riesgo}; f = \text{inflación}$$

Esto significa que la TMAR que un inversionista le pediría a una inversión debe calcularse sumando dos factores: primero, debe ser tal su ganancia que compense los efectos inflacionarios, y en segundo término, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. Cuando se evalúa un proyecto en un horizonte de tiempo de cinco años, la TMAR calculada debe ser válida no sólo en el momento de la evaluación, sino durante los cinco años. El índice inflacionario para calcular la TMAR debe ser el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos cinco años. Los pronósticos pueden ser de fuentes nacionales (Banco de México) como extranjeras (Ciemex-Wefa).

En lo que respecta al valor del premio al riesgo que deba ganarse, su determinación no es fácil, pero en términos generales se considera que un premio al riesgo, considerado ahora como la tasa de crecimiento real del dinero invertido, habiendo compensado los efectos inflacionarios, debe ser entre 10% y 15%. Esto no es totalmente satisfactorio, ya que su valor depende del riesgo en que se incurra al hacer esa inversión, y de hecho, cada inversión es distinta.

Una primera referencia para darse una idea de la relación riesgo-rendimiento es el mercado de valores (bolsa de valores). Ahí existen diferentes tipos de riesgos en las inversiones, según el tipo de acción que se haya adquirido. Y por supuesto diferentes rendimientos. Se puede realizar un análisis de actividades por tipo de acciones. Se observa la evolución y rendimiento por acción de esa actividad en el presente. Esta podría ser una referencia para fijar el premio al riesgo, ya que supone que la nueva empresa formará parte de esa actividad y estará sujeta a condiciones similares a los de las industrias que desarrollan esa actividad.

Otra referencia para tener idea del riesgo, es el propio estudio de mercado, donde con una buena información de fuentes primarias, es posible darse cuenta de las condiciones reales del mercado. Y desde luego el riesgo que se tiene de tratar de introducirse en él.

### Financiamiento

Una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de sus necesidades económicas. Si la empresa logra conseguir dinero barato en sus operaciones, es posible demostrar que esto le ayudará a elevar considerablemente el rendimiento sobre su inversión.

En cualquier país, las leyes tributarias permiten deducir impuestos por los intereses pagados por deudas adquiridas por la propia empresa. Esto implica que cuando se pide un préstamo, hay que saber hacer el tratamiento fiscal adecuado a los intereses y pago a principal. Cuando se pide un préstamo, existen cuatro formas generales de pagarlo.

- 1) Pago de capital e intereses al final del período.
- 2) Pago de interés al final de cada año, y de interés y todo el capital al final del período.
- 3) Pago de cantidades iguales al final de cada año.
- 4) Pago de intereses y una parte proporcional del capital (20% cada año) al final de cada período.

#### 8.4.4 Aspectos de impacto a ser evaluados

La evaluación de un sistema de telemedicina debe medir los efectos que se han producido, se están produciendo o se producirán por el hecho de haber introducido o estar introduciendo un sistema de telemedicina.

Existen cinco grandes grupos de impacto que un sistema de telemedicina puede producir en la población o en el sistema de salud. Estos son:

1. **Impacto en el proceso clínico:** que mide los efectos de la introducción del sistema en el proceso clínico de atención frente al sistema alternativo.
2. **Impacto en la salud del paciente:** se refiere a los efectos producidos por la introducción del sistema en la salud del paciente frente al sistema alternativo.
3. **Impacto en la accesibilidad:** mide las posibilidades mayores o menores posibilidades de acceso a la atención de salud prestada por medio del sistema de telemedicina introducido frente al alternativo.
4. **Impacto económico:** se refiere a los costos de aplicación del nuevo sistema para el paciente, el establecimiento de salud, las empresas aseguradoras o la sociedad en general frente al alternativo.
5. **Impacto en la aceptabilidad:** mide el grado de satisfacción o rechazo que provoca en los pacientes el sistema de telemedicina o el proceso de atención en su conjunto.

### **Impacto en el proceso clínico**

Medir el impacto de una nueva tecnología sobre el proceso clínico es medir la capacidad del sistema para resolver el problema clínico planteado.

El primer acercamiento a la medición del impacto en el proceso clínico debe ser cualitativo. Para ello es necesario investigar:

- Si con la introducción del sistema se solucionan los problemas que se pretendían solventar y produce los resultados esperados.
- Si el sistema funciona técnicamente como fue diseñado y está siendo usado como se planificó.
- Si las características técnicas del sistema de telemedicina son suficientes para permitir diagnóstico, tratamiento y formación con calidad.
- Si el sistema satisface las necesidades de los usuarios. Además si resulta fácil de usar y es adecuado para los patrones de trabajo del colectivo de usuarios.
- Las dificultades técnicas que surjan para atender a los pacientes con este sistema en relación con el método tradicional.
- Las fallas en el funcionamiento del sistema en la práctica diaria, su frecuencia y nivel de alcance en la población usuaria.
- La forma en que los fallas del sistema afectan el acto médico, las consecuencias de su avería prolongada y la existencia de algún plan de contingencia.
- La familiarización con el sistema, lo que permite solucionar problemas más o menos comunes.

#### a. Impacto en el diagnóstico

En este renglón es indispensable saber:

- La existencia de alguna relación entre el uso del sistema y las diferencias en la validez del diagnóstico o en el tiempo necesario para establecerlo con mínima certeza.
- La asociación de una aplicación con la mejora del diagnóstico en pacientes.
- La posibilidad de considerar al sistema adecuado para facilitar el diagnóstico de determinada enfermedad en un estado inicial o de difícil observación.

#### b. Impacto en el proceso terapéutico

En cuanto al impacto terapéutico la investigación se debe encaminar a conocer:

- La forma en que afecta la atención médica de los pacientes por el uso de la aplicación de telemedicina y la asociación de ésta con un mayor cumplimiento del tratamiento prescrito.
- Si el uso del sistema se relaciona con la detección temprana de recaídas.

#### c. Impacto organizativo

Para conocer el impacto que con la introducción de un sistema de telemedicina se puede tener es indispensable llegar a conocer:

- Los cambios organizativos llevados a cabo para introducir el sistema de telemedicina.
- La aceptación de los cambios por los diferentes colectivos de trabajadores y pacientes.
- La relación entre el uso del sistema y las diferencias en la rutina de los servicios de salud (listas de espera, número de ingresos hospitalarios, duración de los mismos, aumento o disminución de transferencias de pacientes, número de visitas en persona, entre otros).

- Relación del uso del sistema con algún colectivo específico de pacientes o personal de salud.
- Producción de cambios organizativos como consecuencia de resultados intermedios o finales del sistema y su aceptación en la organización.
- Interés entre el personal de salud por aprender nuevos usos y posibilidades del sistema.

### **Impacto en la salud del paciente**

No sólo se ha de pensar en cambios drásticos como mortalidad o morbilidad, sino también en el estado general del paciente, su bienestar mental y emocional, su sensación de energía y vitalidad, su capacidad funcional y en definitiva, su calidad de vida.

Para conocer el impacto de un sistema de telemedicina en los pacientes hay que indagar:

- La percepción de los pacientes de ser mejor atendidos y estar más informados sobre su enfermedad con el nuevo sistema.
- La existencia de diferencias en indicadores colectivos de salud vinculados con el uso de sistema.
- La posible asociación del sistema con cambios en la mortalidad, la morbilidad y la expectativa de vida de los pacientes. Así como con cambios en la satisfacción del paciente, percepción de la calidad o aceptabilidad de su cuidado o aumento de su autoevaluamiento.



## Impacto en el acceso (equidad)

El acceso se define como la probabilidad de encontrar atención de salud adecuada, disponible cuando se precisa y sin cargas onerosas para los usuarios. Los factores que limitan la accesibilidad a los servicios de salud son:

- Deficiencias en la cobertura de la atención de la salud.
- Carencia de infraestructuras de comunicación y transporte, sobre todo en las zonas rurales.
- Servicios lejanos de atención secundaria y terciaria.
- Problemas o choques culturales, tanto en zonas rurales como en urbano marginales.
- Insuficiente capacidad de pago.
- Problemas estructurales de los sistemas de atención (burocracia, largas listas de espera, falta de coordinación de los servicios y otros más).

Cuando hablamos de necesidad, supone la medida de la demanda percibida, potencial o real, de una tecnología sanitaria específica en un contexto clínico determinado según criterios de tipo demográfico, epidemiológico o económico.

El impacto de un sistema de telemedicina en la accesibilidad se mide por las mayores o menores posibilidades de acceso a la atención de salud prestada por medio del sistema de telemedicina introducido frente al alternativo.

La telemedicina puede reducir la sensación de aislamiento del personal de salud rural, sobre todo de médicos y especialistas, y revertir su tendencia a abandonar las zonas rurales.

Las actitudes de los pacientes y del personal de salud proporcionan información para medir el acceso a los servicios de salud. Para ello, es útil:

- Identificar la población atendida en los centros de atención primaria, secundaria y terciaria.
- Calcular la distancia y el tiempo de acceso para cada nivel de atención.
- Contabilizar costos de transporte para pacientes como para personal de salud.
- Conocer los sistemas de comunicación y acceso en las condiciones actuales.
- Averiguar el grado de adecuación de la atención a la salud otorgada.

Una vez introducido el sistema de telemedicina se deberá prestar atención a:

- Grupos de población beneficiaria afectados por la telemedicina, tanto los incorporados como los excluidos.
- Grado de adecuación de la nueva atención a los problemas de toda la zona.
- Magnitud del ahorro que supone para pacientes, personal e instituciones de salud evitar desplazamientos.
- Cambios que produce la introducción del sistema en la capacitación y pericia del personal.
- Repercusión en la gestión de la atención de la salud.
- Relación de introducción de la telemedicina con el acceso de la población a la atención especializada como enfermos crónicos y población anciana, a la atención primaria o al uso de sistemas de transporte en la zona.
- Variación de la sensación de aislamiento de la población o del personal de salud.

#### a. Impacto en la accesibilidad al diagnóstico

Los sistemas de telemedicina más utilizados han sido aquellos en los cuales se produce una teleconsulta entre el personal remoto y un especialista o médico de apoyo. También se utiliza con cierta asiduidad en el trabajo cooperativo.

Alguna modalidad de telemedicina, como la telepresencia<sup>1</sup>, sí requiere la presencia virtual del paciente y del médico consultado.

No es obvio que, por introducir un sistema de telecomunicación entre los médicos remotos y los de apoyo, se establezca directamente un canal de atención e interconsulta entre profesionales.

Para conocer el impacto en el acceso al diagnóstico es indispensable saber:

- La forma habitual de realizar un diagnóstico dudoso antes de la introducción de la telemedicina.
- La disposición de algún instrumento de coordinación para realizar consultas a nivel superior.
- Los rechazos a una atención inicial a través de telemedicina.
- Los pacientes que emplearon el sistema como herramienta de diagnóstico en posteriores dolencias.
- El número de casos dudosos, en los que el médico remoto realizó una teleconsulta en el nivel superior y si con ello se evitó el desplazamiento del paciente.
- El hecho de que la utilización del sistema de teleconsulta sea descendente puede relacionarse a que el médico remoto haya logrado mayor capacitación gracias al sistema o a que las anteriores consultas no fueron satisfactorias.
- La efectividad del sistema de telemedicina al atender casos urgentes.
- Si el uso del sistema se puede asociar con la reducción de las listas de espera de los médicos especialistas y con un aumento en el acceso a los servicios de salud.

---

<sup>1</sup> Telepresencia: asistencia de un especialista remoto en una situación de tratamiento específico. La supervisión del paciente la realiza el médico a distancia.

#### b. Impacto en la accesibilidad al tratamiento y al seguimiento

El acceso al seguimiento de un paciente dentro de un sistema de telemedicina se puede plantear de tres formas: 1) que el paciente no necesite desplazarse hasta el nivel de atención especializada para realizar las visitas periódicas, sino que las realiza con su médico general en su centro de salud cercano y éste posteriormente accede a la teleconsulta 2) que el paciente acceda directamente al especialista a través de un mecanismo de telepresencia desde el centro remoto, o 3) mediante sistemas de telemonitorización remota el médico puede acceder a los datos esenciales para el seguimiento de la enfermedad. En este último caso, el paciente dispone de algún sistema de captura y envío automático de datos por vía telefónica o por otro sistema de telecomunicación.

Para medir las diferencias de accesibilidad entre sistemas de seguimiento a través de telemedicina y mediante alternativas tradicionales puede ser útil investigar:

- La utilidad del sistema de telemedicina para detectar y atender recaídas graves en un paciente.
- La sensación de seguridad de los pacientes usando los sistemas de telemonitorización.
- La relación de la aplicación de los sistemas de telemedicina con cambios en el número de consultas tradicionales en el punto de apoyo.
- La frecuencia con que los pacientes rechazaron y acudieron a las citas de seguimiento a través de telemedicina y si la frecuencia es mayor o menor que con los métodos convencionales.

#### c. Impacto en la accesibilidad a la formación del personal de salud

Una forma indirecta de mejorar la calidad de la atención es aumentar la capacitación del personal de salud. La teleformación ayuda a este respecto, ofreciendo acceso a información médica, a registro de casos clínicos, a sesiones

clínicas remotas o incluso a cursos a distancia y sistemas de teletutoría, al margen de que éstos sean sincrónicos o asincrónicos y se realicen con redes de diferente naturaleza, características, precio y calidad. La reducción en el pago de pasajes y viáticos por parte de las autoridades de salud puede significar un interesante atractivo para su implantación.

d. Impacto en la accesibilidad de la población a información en salud.

La posibilidad de acceder a información de salud con formato y características acordes con el público objetivo. Las aplicaciones de asistencia en emergencias a través de un número único, el acceso a información a través de línea telefónica o a información médica por el ciberespacio pueden ser aplicaciones que ayuden a crear un clima de confianza en la población.

### **Impacto económico**

Los costos miden los recursos consumidos por una determinada intervención. La tarea básica de una evaluación económica es identificar, medir, valorar y comparar los costos y las consecuencias de las diferentes alternativas en cuestión. Aunque mejorar el acceso ha sido el objetivo último de casi todos los proyectos de telemedicina, la contención o la reducción de costos aparece como factor principal de otros muchos proyectos.

Una buena inversión en telemedicina dependerá del tipo de problema que se pretenda resolver, de las condiciones de uso, de cómo la organización y sus miembros utilizan la tecnología y de las condiciones de implantación.

Un principio básico, en el análisis de costos, es el denominado costo de oportunidad, que es el costo que se paga (o el beneficio que se deja de obtener) por elegir una opción y no otra.

Al elegir entre dos tecnologías debe quedar claro que la tecnología que se vaya a adoptar ha de generar beneficios que superen a sus costos. Segundo, que a veces está

justificado elegir una alternativa más cara que otra, porque el costo adicional se justifica debido al aumento de beneficios que genera respecto de la otra.

a. Impacto en la eficiencia del sistema de atención de salud

El concepto de red de salud hace referencia a la estructura jerárquica de establecimientos en los cuales se atiende a los habitantes de una zona o población determinada. Por ejemplo, si nos circunscribimos al ámbito rural de un distrito, se habla del centro de salud y de los supuestos o unidades básicas que dependen de él.

Es muy importante valorar los beneficios del proyecto para cada uno de estos niveles, ya que a veces proyectos de telemedicina que no ejercen un impacto a nivel nacional, pueden producir una revolución del proceso asistencial en el plano nivel provincial o local y viceversa, por lo que habrá que investigar:

- Asociación del uso de la telemedicina con diferencias en los costos de la atención médica relativos a partidas de personal, equipamiento, mantenimiento, servicios administrativos, viajes, derivaciones y otros más.
- Relación de la telemedicina con un aumento de ingresos o de productividad de la red de salud.
- Valoración económica de la reducción de listas de espera en el hospital, de la mejor coordinación de los servicios, la utilización más efectiva de recursos o reducción del tiempo de diagnóstico.
- Si con la introducción del sistema hay un aumento o disminución en la contratación de personal y cambios en el perfil de contratación.
- Las diferencias entre la atención a través de la telemedicina y la atención tradicional con relación a costos por servicios, costos por episodio de enfermedad o por persona.
- Ahorros al evitar viajes de capacitación, de coordinación, de consulta a especialistas o de gestión administrativa.

- Manera como afecta el establecer diagnósticos rápidos a los costos de tratamiento y seguimiento.
- Relación de la introducción del sistema con la demanda de los servicios de salud.
- Forma en que los costos del sistema sanitario se ven afectados por la posibilidad de hacer un seguimiento remoto de los pacientes.
- Si con el sistema de telemedicina se ha evitado la ampliación del hospital con salas de equipamiento muy costos para atención especializada.
- Ahorros que se tienen por establecer segundos diagnósticos ante la posibilidad de errores o por retrasos del diagnóstico.

b. Impacto en los pacientes y en el personal de salud

Para detectar los costos como los beneficios para los pacientes es útil ahondar en los siguientes aspectos:

- Si la introducción del sistema de telemedicina produjo cambios en los costos médicos directos de los pacientes o de sus familiares.
- Ahorro por haber evitado viajes a los pacientes y al personal sanitario desde la introducción del nuevo sistema.
- Gastos en que incurriría el paciente utilizando el método de atención tradicional.
- Aparición de nuevos gastos para los pacientes.
- Gastos indirectos (días de trabajo perdido, reducción del rendimiento, y otros) que pudieran variar por el uso de una u otra alternativa de atención.
- Repercusiones económicas que acarrea el sistema en grupos especiales de pacientes, como enfermos crónicos o de alto riesgo.

### c. Impacto en la sociedad

La principal beneficiaria de un sistema de telemedicina es la población, pues ésta accede a los servicios de salud. Con la telemedicina se evitan desplazamientos de pacientes que conllevan pérdida de tiempo y dinero, además hace que las personas que viven en núcleos urbanos pequeños o rurales no se sientan desprotegidas. Este efecto puede desanimar el éxodo hacia las grandes ciudades, lo cual no es bueno para la economía moderna y para el tipo de bienestar que se persigue hoy en día.

### **Impacto Jurídico y Ético**

La telemedicina como desarrollo actual, y como cualquier otra innovación en salud genera nuevos retos jurídicos y éticos, que impactan en la labor de los profesionales sanitarios, en los gestores, en administradores y en políticos, y sobre todo en los pacientes y usuarios de los servicios sanitarios. Entre las dimensiones relevantes desde el punto de vista ético y jurídico destacan:

- El derecho de responsabilidad en el uso de la telemedicina

En la actualidad se debate mucho sobre la responsabilidad jurídica como un derecho de los pacientes y usuarios, y que en el ámbito de la telemedicina tiene un factor de complejidad añadido: quién es el responsable de las decisiones tomadas en el seno de una relación telemática, qué institución debe asumir la responsabilidad cuando tiene una ubicación física distante.

- El derecho a la intimidad y la confidencialidad de los datos sanitarios

Sin duda el secreto sanitario como obligación de todo profesional deriva del natural derecho de los pacientes y usuarios a la confidencialidad de sus datos. Este es el gran reto de la ingeniería en telecomunicaciones: articular mecanismos que garanticen la integridad de dichos desarrollos.



- Derecho de información y consentimiento informado

Consentimiento informado: la conformidad libre, voluntaria y consciente de un paciente, manifestada en el pleno uso de sus facultades después de recibir la información adecuada, para que tenga lugar una actuación que afecta a su salud. En dicha reflexión se recoge el derecho al consentimiento informado y el derecho de información que tiene todo usuario de los servicios sanitarios. Además en el contexto de la telemedicina al paciente se le ha de informar de dicha cualquier praxis asistencial que se le aplique.

- El derecho a la integridad y unicidad del expediente clínico

La historia clínica es un instrumento destinado a garantizar una asistencia adecuada al paciente y un claro elemento facilitador de la propia actividad sanitaria. Los propios profesionales son los más interesados en la integridad y unicidad del expediente clínico.

Como regla general existe un acceso universal del médico al expediente clínico pero no es patrimonio exclusivo suyo porque existen otros profesionales asistenciales, de gestión, inspección y judicial que también están legitimados para un racional y proporcional acceso al expediente clínico.

El acceso al expediente clínico con fines epidemiológicos, de salud pública, de investigación o de docencia debe obligar a preservar los datos de identificación personal del paciente, separados de los de carácter clínico-asistencial, de manera que como regla general quede asegurado el anonimato, salvo que el propio paciente haya dado su consentimiento para no separarlos. No obstante este supuesto no opera en casos sobre los cuales existe una investigación de la autoridad judicial y se considere relevante la unificación de los datos personales y los puramente asistenciales; no obstante habrá que estar siempre a lo que el Juez o Tribunal considere en cada caso.

#### 8.4.5 Evaluación económica

Las tareas básicas de cualquier evaluación económica son: identificar, medir, valorar y comparar los costos y consecuencias de las alternativas consideradas. En el caso de la telemedicina, las alternativas incluirían los sistemas convencionales de proveer salud. Consecuencias de ambos sistemas podrían ser comparados para ver que servicio representa el mejor uso de los recursos.

La evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto.

Por el momento se ha hecho un estudio completo del sistema que se pretende sustituir y de las características del sistema alternativo; se habrá determinado el tamaño óptimo del proyecto; se conocerá el proceso de implantación, así como la inversión necesaria para llevarlo a cabo.

Antes de empezar este estudio es importante tener definido el método y los indicadores que se utilizarán para evaluar el impacto del mismo. A pesar de conocer incluso los beneficios probables del proyecto, aún no se habrá demostrado si la inversión propuesta será económicamente rentable. Es entonces cuando se debe utilizar algún método de análisis para comprobar la rentabilidad económica del proyecto.

El dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de la inflación vigente, por lo que todo método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo, los cuales únicamente enunciaremos y no profundizaremos en el análisis de sus ventajas y desventajas.

Dichos métodos de evaluación económica que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo son:

- 1) Valor Presente Neto
- 2) Tasa Interna de Rendimiento
- 3) Evaluación Económica en caso de reemplazo de equipo y maquinaria

Aunque también existen métodos de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

#### **8.4.5.1 Evaluación económica en caso de reemplazo de equipo**

Cuando se realiza la sustitución de un equipo médico, se debe tomar en cuenta toda la serie de datos reales originados, como son aumento de productividad, disminución de costos, depreciación e impuestos, entre otros.

La metodología empleada se llama análisis incremental, porque cuantifica aumentos de inversión a los cuales deben corresponder aumentos de diagnósticos eficaces, es decir, se tiene equipo trabajando normalmente y éste produce determinado número de diagnósticos en cierto tiempo con un porcentaje de eficacia, partiendo de que la inversión actual es cero, puesto que el equipo se compró hace tiempo. Como se pretende reemplazar dicho equipo, se produce un incremento de inversión por la compra del equipo nuevo; a este incremento de inversión debe corresponder un aumento proporcional de diagnósticos en menos incremento, de no ser así la inversión tendría que rechazarse.

El análisis incremental empleado en la solución del problema consiste en obtener los incrementos de la situación que guardan, en el estado de resultados, ambos equipos.

#### **8.4.5.2 Razones financieras**

Existen técnicas que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y que propiamente que no están relacionadas con el análisis de rentabilidad económica, sino con la evaluación financiera de la empresa. A este tipo de técnicas se les conoce como razones financieras.

Esto es válido, ya que los datos que toma para su análisis provienen de la hoja de balance general que contiene información de la empresa en un punto en el tiempo, usualmente el fin de año o fin de un período contable, a diferencia de los métodos VPN y TIR, cuyos datos base están tomados del estado de resultados que contiene información sobre flujos de efectivo concentrados al finalizar el período.

En este apartado únicamente se menciona de la existencia de dichas razones financieras pero no se ahonda en su estudio.

#### **8.4.5.3 Análisis de sensibilidad**

Es el procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta la TIR en determinadas variables del proyecto.

El proyecto tiene una gran cantidad de variables, como son los costos totales (divididos como se muestra en un estado de resultados), ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento.

El análisis de sensibilidad no está encaminado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto sobre la TIR. De hecho, hay variables que al modificarse afectan automáticamente a las demás o su cambio puede ser compensado de inmediato.

Se recomienda no hacer análisis de sensibilidad sobre insumos individuales, ya que sus aumentos de precios nunca se dan aislados. A fin de un año, el aumento siempre es general y no único.

Si se desea hacer un análisis de sensibilidad de los efectos inflacionarios sobre la TIR, se debe considerar promedios de inflación anuales y aplicados sobre todos los insumos, excepto sobre la mano de obra directa, cuyo aumento es mucho menor que el índice inflacionario anual.

A pesar de lo anterior, hay variables que están afuera del control del empresario, y sobre ellas si es necesario practicar un análisis de sensibilidad. La primera de estas variables es el volumen de producción que afectaría directamente los ingresos. No se habla del precio del producto, que sí depende del empresario y puede compensar de inmediato cualquier aumento en los costos, con solo aumentar el precio de venta, siempre y cuando se trate de productos con precios no controlados por el gobierno.

Otro factor que queda fuera del control del empresario es el nivel de financiamiento y la tasa de interés de éste, que como ya se vio, afecta los FNE y, por tanto, la TIR. De este modo, sería interesante observar las variaciones de la TIR ante variaciones dadas del nivel y la tasa del financiamiento.

#### **8.4.5.4 Costos entre diferentes alternativas**

La comparación de los costos y las consecuencias de una o más tecnologías puede realizarse por medio de distintos tipos de estudios. La utilización de cada método va a depender de los resultados y las consecuencias a medir. Dichos métodos se mencionan y se describen a continuación:

##### 1) Estudios de minimización de costos

Hay posibilidad de que en un estudio de evaluación económica existan tecnologías que produzcan idénticos beneficios, por lo que la alternativa es elegir la menos costosa.

## 2) Estudios de costo-efectividad

Se comparan costos y consecuencias de una tecnología cuando éstas últimas se expresan en unidades naturales de efectividad, por ejemplo, valores de variables biológicas, casos tratados adecuadamente, casos diagnosticados correctamente, muertes evitadas, años de vida salvados y otros más. Los estudios de costo-efectividad se utilizan cuando las consecuencias de diferentes alternativas se expresan en las mismas unidades. En este estudio se obtienen razones de costo-efectividad que resultan de dividir los costos por unidad de efecto. Por ejemplo, unidades monetarias por muerte evitada, unidades monetarias por caso diagnosticado, entre otros.

Algunos estudios de costo-efectividad incorporan el denominado análisis marginal, que estima el aumento de efectividad obtenido al aumentar en una o más unidades el costo. Por ejemplo, número de infecciones evitadas adicionales por cada unidad monetaria invertida de más.

## 3) Estudios de costo-beneficio

Este estudio permite comparar proyectos o tecnologías de distinta naturaleza, si bien no está exento de limitaciones, como la atribución de valor monetario a consecuencias subjetivas o culturalmente condicionadas - por ejemplo, el valor de la vida de una persona-. Su mayor dificultad estriba, por tanto, en la valoración y ponderación de consecuencias para la salud en términos monetarios. El método de la razón beneficio/costo se utiliza para evaluar las inversiones gubernamentales o de interés social. Tanto los beneficios como los costos no se cuantifican como se hace en un proyecto de inversión privada, sino que se toman en cuenta criterios sociales.

Se aplican para evaluar inversiones en escuelas públicas, carreteras, alumbrado público, drenaje y otras obras. Se ha desarrollado una metodología para su aplicación y no es oportuno exponer aquí ni siquiera sus principios, pues además de que son muchos y especializados.

Podemos hacer comparaciones entre los sistemas de telemedicina y los sistemas existentes convencionales a través de 4 categorías tanto para los costos como para las consecuencias:

- 1) Costos salvados
- 2) Pequeñas diferencias en costos
- 3) Grandes costos
- 4) Insuficiente evidencia de costos

De forma similar la evidencia acerca de las consecuencias de cambios puede dividirse en cuatro clases:

- 1) Consecuencias beneficiosas
- 2) Pequeñas diferencias
- 3) Consecuencias negativas
- 4) Insuficiente evidencia de las consecuencias

Si cruzamos las categorías de los costos y de las consecuencias obtendremos 16 elementos, que pueden ir desde lo más positivo que sería una reducción de costos con consecuencias beneficiosas hasta lo más negativo que sería aumento de costos con consecuencias negativas, pasando por la insuficiente evidencia sobre costos y consecuencias. Existen 4 áreas de incertidumbre en la evaluación económica que son: incertidumbre en la variabilidad de los simples datos, incertidumbre referente a generalizar resultados así como extrapolarlos, incertidumbre relacionada con los métodos analíticos.

Los posibles costos de telemedicina: hardware, software, tiempo de consulta, costos de desplazamiento, costos corrientes (líneas de teléfono), cambios administrativos,

cambios de personal, costo de tratamiento. Las consecuencias (positivas o negativas) pueden ser directamente relacionadas con la salud o no. Los beneficios en salud podrían incluir: efectos de llevar el tratamiento a una zona alejada en tiempo real (por ejemplo, cambios en el manejo de pacientes) y confirmación diagnóstica (por ejemplo, segundas opiniones), mejora de calidad del servicio, transferencia de habilidades, velocidad del servicio, educación y consuelo.

La equidad hace referencia a quien carga con los costos y quien recibe los beneficios, así como la magnitud de estos costos y beneficios.

Lo ideal para evaluar la seguridad y la eficiencia de cualquier sistema de telemedicina es utilizar estudios con análisis de curvas ROC, gráficos que sirven en la comparación de la visualización de imágenes con sistemas de telemedicina y sistemas convencionales.

Los principales retos asociados con la evaluación económica de la telemedicina son los siguientes:

- 1) Evaluación de la tecnología en constante cambio
- 2) Inadecuadas muestras de medidas
- 3) Limitación de la metodología a evaluar
- 4) Establecimiento de una línea empírica y observable entre telemedicina y la mejora de los resultados en los pacientes
- 5) Lo inapropiado de las técnicas convencionales de evaluación económica
- 6) Valoración de los beneficios, incluyendo los beneficios no en salud, tales como la mejora en el proceso del cuidado.
- 7) Efectos en la infraestructura y organización. Cualquier decisión para invertir en proyectos de telemedicina implica que otros posibles proyectos que podrían haber sido subvencionados sean abandonados.



## Dificultades conceptuales en los estudios de evaluación de costos

El empleo de variables subjetivas de satisfacción individual o de grupo, la mejora de la calidad sobre la base de criterios normativos o los efectos sociales derivados de una mayor equidad en el reparto de atención, son a veces fundamentales para inclinar la balanza. La imposibilidad de poder cuantificar económicamente estos efectos no obliga a renunciar a su inclusión en los estudios ni desemboca necesariamente en una evaluación menos rigurosa.

Una evaluación económica es una comparación entre dos posibilidades de acción, con lo cual resultará más sencillo contrastar costos y consecuencias tangibles e intangibles de cada una de ellas. Se recomienda:

Comparar costos y consecuencias tangibles entre alternativas. Si la balanza se inclina hacia una de ellas de forma clara y contundente, no es necesario seguir.

Si la comparación previa no es clara y congruente, hay que realizar un estudio de sensibilidad<sup>2</sup> con las variables críticas que afectan el impacto económico. Si el sistema es estable y confirma la congruencia del resultado anterior, se puede tomar una decisión.

Si es necesario introducir los costos y las consecuencias intangibles para tomar la decisión, la investigación se complica por lo que se deben utilizar herramientas y métodos más subjetivos y cualitativos. A continuación se presenta una tabla en la cual se explica qué métodos de aproximación se recomienda usar para cada uno de los tipos de consecuencia del proyecto.

---

<sup>2</sup> ¿Qué beneficios obtendríamos si los costos se redujeran o aumentaran cierta cantidad? ¿Cuántas muertes adicionales prevendríamos si invirtiéramos determinada cantidad de dinero adicional o se vacunara a cierto número adicional de personal? ¿Cuáles serían los costos adicionales de la ejecución del proyecto si se dispara la inflación o si se reducen los costos de los equipos? ¿Qué razón de costo efectividad se obtendría si la eficacia real de la vacuna es menor que la notificada? El análisis de la forma como varían los resultados de una evaluación al modificar sus supuestos iniciales se denomina análisis de la sensibilidad.

## 8.5 Plan de desarrollo de evaluación

La correcta planificación de las tareas, el diseño de cronogramas precisos, y la determinación objetiva de los recursos necesarios en cada tarea, pueden facilitar el entendimiento del alcance de la investigación y la aceptación por parte de todos los participantes.

### **Definición de los indicadores de consecución de objetivos**

Un indicador de verificación de objetivos es una herramienta destinada a confirmar resultados concretos. Cada resultado o cada objetivo puede acompañarse de varios indicadores, que auditores internos o externos deben comprobar, a fin de ratificar la buena marcha de la investigación. Se trata en definitiva, de un instrumento de seguimiento y control.

### **Plan de contingencia ante posibles desviaciones**

Las desviaciones pueden ser temporales o profundas, por ejemplo, el rechazo de alguna actividad, la modificación del contenido de componentes o el cambio de actitud frente a la aceptabilidad global del sistema. La forma de evitar este tipo de situaciones es asegurar la participación del personal de salud, e incluso de pacientes, en las fases de diseño y ejecución, escuchar sus recomendaciones y contrastar los resultados de la evaluación.

En resumen, los principales hitos del proceso de evaluación económica se resumen en los siguientes cuatro puntos:

1. Estudio de factibilidad económica previo al comienzo del proyecto.
2. Evaluación clínica, tras un proceso de estabilización del sistema.

3. Primera verificación: una vez transcurrido un tiempo prudente para poder hablar de horizonte a mediano plazo, es decir entre 18 y 36 meses después del comienzo del proyecto.
4. De ser posible se realiza un estudio a largo plazo a los cuatro o cinco años de la puesta en marcha del sistema.

## 8.6 Ejecución y Control del Proyecto

Verificada la viabilidad del proyecto. Este debe ser autorizado por un órgano responsable de dirigir y coordinar el proyecto teniendo en cuenta las prioridades del Sistema Nacional de Salud.

Será indispensable dotar al proyecto de los recursos necesarios, elaborar un programa de actividades y procurar mantener una información fluida entre los implicados en el proyecto. A su vez, es necesaria la medida, análisis y evaluación de los resultados obtenidos de acuerdo a parámetros previamente definidos.

Con la finalidad de contrastar las decisiones tomadas, se debe diseñar un modelo de medida de resultados para todos los proyectos de telemedicina ya sea que estén en curso o que hayan finalizado.

El modelo de medida de resultados debe estar fundamentado en un conjunto de indicadores y en estándares para dichos indicadores, permitiendo con ellos la comprobación del beneficio esperado, del bien social producido y, en su caso, del retorno de la inversión.

Los indicadores que permitirán medir los resultados obtenidos se clasifican en dos grupos:

- 1) Indicadores de calidad (evaluación de la mejora de los procesos asistenciales, calidad de atención al paciente, mejora del acceso a la información y la formación e investigación).
- 2) Indicadores económicos (optimación de la asignación de presupuestos y de los costos asociados a los procesos administrativos y asistenciales).

El modelo diseñado, a partir de la medición periódica de los resultados, pretende establecer procesos de mejora continua en el desarrollo y aplicación de este tipo de proyectos.

## Referencias bibliográficas

1. Bases metodológicas para evaluar la viabilidad y el impacto de proyectos de telemedicina, Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, Universidad Politécnica de Madrid, España, Organización Panamericana de la Salud.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute (PMI), Edición 2000.
3. Evaluación de Proyectos, Gabriel Vaca Urbina, Mc Graw Hill.

# Diseño y Desarrollo de una Plataforma Tecnológica de Telemedicina

## 9.1 Descripción del Proyecto de Telemedicina

### a) Antecedentes

Breve reseña histórica del desarrollo o producto o sistema.

En los últimos años han existido importantes avances tecnológicos en las tecnologías de información y comunicaciones que han permitido concebir soluciones en telemedicina con el propósito atender los problemas de salud de un mayor número de personas independientemente de su ubicación geográfica.

La telemedicina no implica investigación y desarrollo de nuevos procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos. Posibilita la aplicación de éstos al mayor número de personas, sin importar barreras geográficas, temporales y socio-culturales.

Son muchos los ámbitos, situaciones y lugares donde la aplicación de la telemedicina es conveniente, entre los que podemos mencionar el aislamiento de algunas zonas por dificultades geográficas o climatológicas, atención domiciliaria de enfermos con circunstancias especiales, atención a pacientes en conflictos bélicos o situaciones de catástrofe, compañías que desplazan trabajadores a zonas despobladas y con escasos recursos sanitarios locales, el espacio, el sistema de prisiones, plataformas petrolíferas entre otros.

Existen proyectos de distintas universidades y centros de investigación nacionales e internacionales en el área de la telemedicina y esfuerzos gubernamentales de

algunos países en introducir nuevas formas de gestión que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos sanitarios para mejorar la equidad, universalidad y calidad de la atención sanitaria que se presta a los ciudadanos.

A nivel nacional, el ISSSTE, es la institución pionera en México, en brindar atención médica a distancia (telemedicina). Desde 1995, inició un programa a nivel nacional, cuyo objetivo es transmitir y recibir información en materia de atención médica, enseñanza y administración, vía satélite, que permite el intercambio de conocimientos entre unidades de menor complejidad y de alta especialidad, con el propósito de ampliar la cobertura de los servicios y su capacidad resolutoria, así como optimizar los recursos asignados a los servicios de salud.

La cobertura de este programa es de 17 entidades federativas y una población potencial derechohabiente de 425 millones de usuarios. Mediante esta red se han impartido a la fecha 7,200 teleconsultas, 93 cursos monográficos y 3 diplomados con validación universitaria, y se han realizado 1,200 procesos administrativos.

## b) Marco de referencia o de desarrollo

La magnitud de los retos en salud se evidencia en función de la cantidad y ubicación de la población que es necesario atender. De los 97.3 millones de habitantes del país, el 75% (72 millones 710 mil personas) se asientan en el área urbana y el 25% (24 millones 651 mil habitantes), en las áreas rural e indígena. Es decir, tres cuartas partes de la población habitan en ciudades, las cuales muestran una acelerada tendencia al crecimiento, con rezagos en infraestructura y servicios y con patologías propias de zonas suburbanas.

En contraste, 201 mil localidades (98% del total de localidades del país) tienen menos de 2,500 habitantes, lo que significa poblaciones rurales dispersas, aisladas, con escasez de servicios y persistencia de problemas propios de zonas de bajo desarrollo. Cabe destacar que, de la población total, 8.7 millones

corresponden a grupos indígenas, lo que incorpora dificultades de carácter cultural y lingüístico para las acciones de atención médica y salud pública. En 1995, de los 2,428 municipios del país, 851 (35%) estaban clasificados como de marginación muy alta, y se reconocía que 10 millones de habitantes no contaban con acceso permanente a servicios de salud.

En nuestro país, resulta complicado llevar servicios de salud a la población marginada y separada geográficamente. Actualmente en México, hay 6,445 unidades de medicina de las cuales 853 son unidades de medicina rural. Además existen 32 millones de población rural viviendo en condiciones inadecuadas. La cantidad insuficiente de centros de salud para la atención de la población en general provoca que 10 millones de personas se encuentren desprovistas de servicios médicos.

La Secretaría de Salud y el IMSS-Solidaridad atienden al 40% de la población del país; otro 50% tiene un acceso a la seguridad social mediante el IMSS (régimen ordinario), el ISSSTE, PEMEX, las fuerzas armadas e instituciones de los gobiernos federales; y el 10% restante se atiende en el sector privado, incluido un pequeño porcentaje cubierto por seguros médicos (2%) .

En las dependencias que cubren a la población asegurada como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), así como en el sector privado, se observa una concentración de presupuestos y programas en el segundo y el tercer nivel de atención, mientras que en las instituciones que atienden a la población sin seguridad social predominan los servicios de primero y segundo nivel de atención.

### c) Definición del problema

- Efectos

Uno de los mayores problemas sociales de México es la atención a la salud, área que no alcanza el nivel de servicio mínimo deseado para la sociedad, en cantidad ni en calidad.

A finales del siglo XX, México experimentó un aumento de las enfermedades no transmisibles (enfermedades cardiovasculares, cáncer, padecimientos mentales, adicciones), el surgimiento de nuevas infecciones como el SIDA y el resurgimiento de la tuberculosis, el paludismo, el cólera y el dengue y la aparición de padecimientos relacionados con la contaminación ambiental.

Las enfermedades de la nutrición y de la reproducción siguen representando una carga inaceptable para un país de ingresos medios como México. Este rezago en salud se concentra en las poblaciones más pobres y es el principal responsable de uno de los rasgos distintivos de nuestra transición epidemiológica: la desigualdad. Los daños a la salud en México siguen siendo mayores en el medio rural que en las zonas urbanas, en las entidades del sur del país que en los estados del norte, y en las familias de menores ingresos, sobre todo las familias indígenas, que en los hogares con mayores recursos.

Los problemas de salud derivados de emergencias y desastres también constituyen un problema relacionado con el rezago en salud.

En el año 2000, cinco tipos de enfermedades –enfermedades del corazón, tumores malignos, diabetes, cirrosis y enfermedades cerebrovasculares- concentraron más de la mitad de las muertes ocurridas en el país (52%). Las enfermedades del corazón fueron la primera causa de mortalidad general, al concentrar 16 por ciento del total de muertes. Un incremento de 32.2 por ciento respecto a 1980.

La mortalidad por tumores malignos también va en ascenso. Destaca en particular el incremento de ciertos tumores malignos de la mujer, como los tumores cérvico-



uterino y de mama. El cáncer de tráquea, bronquios y pulmón es la primera causa individual de muerte por tumores malignos en la población posproductiva.

Según datos de la Encuesta Nacional de Salud 2000, alrededor de 8.2 por ciento de la población mayor a 20 años padece de diabetes mellitus.

Casi 25% de la población mexicana de 20 a 69 años de edad presenta hipertensión.

Los trastornos depresivos serán en las próximas décadas la principal causa de pérdida de años de vida saludable en el planeta. Actualmente en México hay casi cuatro millones de personas diagnosticadas con depresión.

Los problemas financieros relacionados con la atención de la salud representan una seria carga para la población. Alrededor de dos millones de hogares mexicanos se ven obligados a utilizar más del 30 por ciento de su ingreso disponible en la atención de sus necesidades de salud.

Dos de cada diez mexicanos postergan la atención de su salud cuando la requieren y que incluso deban renunciar a ella. Según la Segunda Encuesta Nacional de Satisfacción con los Servicios de Salud, 20% de las personas reportaron haber tenido problemas para pagar las cuentas del médico y del hospital, y para pagar las medicinas prescritas.

- Causas ¿Por qué?

El brindar servicios de salud de calidad a la sociedad representa uno de los mayores retos en México. Los problemas demográficos como la disminución de la mortalidad, la caída de la tasa de fecundidad y el aumento en la esperanza de vida, han generado dos fenómenos que caracterizan a nuestro crecimiento poblacional: un descenso de la velocidad de reproducción de nuestra población y su envejecimiento.

Para el año 2020, aproximadamente, uno de cada cuatro mexicanos tendrá entre 35 y 54 años de edad y uno de cada tres años será mayor de 35 años. De

representar cuatro por ciento en 1970, los mayores de 65 años representarán diez por ciento de la población en 2025 (alrededor de 12.5 millones de adultos mayores).

Las proyecciones de población pronostican la presión sobre los servicios de salud y de seguridad social, que ya se advierte en la actualidad, incrementándose considerablemente, no sólo en el volumen de usuarios sino en el costo de la atención (se estima que una persona de mayor edad cuesta 2.5 o más veces que el costo de atención de un niño o un joven) requiriéndose más médicos, enfermeras, hospitales y clínicas.

El crecimiento poco planificado de las ciudades; desequilibrios regionales muy fuertes; el hacinamiento de la población en las grandes ciudades, principalmente en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey; la continua migración del campo a la ciudad; la afectación del medio ambiente por las emisiones de gases industriales y de automotores; provocan también la insuficiencia en la dotación de los servicios básicos de atención a la salud.

En lo que se refiere a la situación económica, en 1998, los recursos destinados a atender la salud en México ascendieron a más de 23 mil millones de dólares, lo que representó 5.6% del PIB (2.5% correspondió a recursos públicos y 3.1% a recursos privados), cifra que se encuentra por debajo del 6.1% que promedia América Latina.

De acuerdo con un informe de la Organización Mundial de la Salud, México ocupa la posición 62 en cuanto a la aplicación de recursos para el cuidado médico de su población.

El gasto de las entidades federativas en salud es, además de reducido –sólo tres por ciento del gasto total-, muy heterogéneo: 27 estados aportan menos del 20% de su presupuesto.

La demanda de los servicios de salud, se refleja en las unidades de las instituciones para la población no asegurada en un problema crónico y serio de abasto de medicamentos y en el crecimiento en un 10.26% de la población

derechohabiente del IMSS en la última década, ocasionando un abasto insuficiente, inoportunidad e inequidad en el acceso a los servicios sanitarios.

Por lo que se refiere a los tiempos de espera, en promedio la población espera 4.5 días para obtener una cita de primer contacto, 9.5 días para ver a un especialista y casi cuatro días para ingresar a un hospital. Algunas esperas alcanzan los 90 días, y la principal razón para no volver a utilizar los servicios de la última atención ambulatoria son los largos tiempos de espera.

En las unidades de primer nivel hay serios problemas crónicos de abastecimiento de medicamentos, equipo y materiales, un uso deficiente de los expedientes clínicos y problemas de apego en el manejo de programas sumados a los largos tiempos de espera en la atención ambulatoria, factores que constituyen una causa frecuente de queja y motivo de no utilización de los servicios públicos.

En los hospitales, el equipamiento con frecuencia era insuficiente y obsoleto, y también existe poco apego a la normatividad en el manejo y control de enfermedades. El porcentaje de apego a la norma de atención de diabetes mellitus, hipertensión e infecciones respiratorias agudas, es del 33%, 44% y 20%, respectivamente.

Respecto a la inversión física en infraestructura, en los últimos 5 años la inversión se redujo en un 52%, provocando consecuentemente la obsolescencia de las unidades médicas, aunada a las restricciones presupuestales para su crecimiento y el de plantillas de personal.

En cuanto al recurso humano, y analizando quién está a cargo de las instituciones hospitalarias, el déficit de personal profesional y técnico es del 75%. Un caso especial son las 1,500 unidades hospitalarias privadas que cuentan con cinco camas o menos y que funcionan sin regulación. Estas unidades suelen estar mal equipadas, tienden a estar atendidas por médicos no certificados, no cuentan con médicos de tiempo completo y tienen un servicio de enfermería a cargo de pasantes o auxiliares.

Si bien es cierto que rara es la ciudad que no cuenta con al menos un centro médico, también es cierto que normalmente es insuficiente y que en las comunidades rurales la escasez de servicios obliga a la población a viajar a las grandes ciudades pues resulta complicado llevar servicios de salud a la población marginada y separada geográficamente.

Los niveles de morbilidad y mortalidad podrían disminuirse si los médicos generales canalizaran oportunamente a sus pacientes con los especialistas adecuados. Pero esto no ocurre, debido a que la mayoría de los médicos generales no cuentan con las herramientas tecnológicas apropiadas para el diagnóstico, aún cuando conocen las técnicas para la detección temprana de muchas de las enfermedades.

En lo que respecta a unidades hospitalarias, se caracterizan por tener una insuficiencia y obsolescencia en equipo e infraestructura. Faltan médicos especialistas, porque su situación geográfica no es la adecuada, o no disponen de tiempo suficiente para atender a todos los pacientes; además existe premura en la mayor parte de los casos de diagnóstico y terapia; en caso de desastres no se cuenta con la infraestructura humana para atender a todos los pacientes localmente.

En lo que refiere a los sistemas computarizados y tecnologías de la comunicación en el sector salud de nuestro país, las principales limitaciones que frenan su desarrollo se encuentran las siguientes:

- Integración insuficiente y fragmentación del sistema de tecnologías de la información y comunicaciones.
- Carencia de un plan estratégico de incorporación de tecnologías de información para el sector salud.
- Crecimiento desequilibrado de la infraestructura informática entre las áreas urbana y rural, así como entre primer, segundo y tercer nivel de atención.

- Predominio, en algunos casos, de infraestructura y aplicaciones en aspectos no sustantivos (labores administrativas o de información de actividades y resultados).
- Inexactitud o falta de actualización de los inventarios sobre la capacidad instalada, su uso y ubicación.
- Mantenimiento insuficiente y obsolescencia de equipos.
- Diferencias de plataformas tecnológicas entre las instituciones del sector y, en ocasiones, entre dependencias de la misma institución.
- En múltiples ocasiones el expediente clínico no cuenta con los elementos técnicos requeridos.
- Frecuentemente deben repetirse estudios por falta de su interpretación en el expediente clínico.
- En las notas de egreso se omiten con frecuencia los diagnósticos finales y su fundamento, así como los problemas pendientes y el plan terapéutico.

- Justificación (¿Para qué?).

En los últimos años, los adelantos en las tecnologías de información y comunicaciones (desarrollo de computadoras de mayor capacidad de procesamiento y memoria de almacenamiento, tarjetas de adquisición de datos, pantallas de reconocimiento, conexiones remotas de alta velocidad, sistemas de compresión de imágenes y bases de datos, entre otros), han promovido una revolución en la telemedicina.

El empleo de una plataforma de telemedicina facilitaría la colaboración entre profesionales e instituciones sanitarias para optimizar la utilización de recursos, permitiría el acceso remoto a la información y a conocimientos médicos actualizados facilitando el acceso a la información sanitaria sobre los recursos disponibles y aspectos relacionados con la prevención y promoción de la salud.

Este recurso telemático podría constituirse en un soporte fundamental para la referencia de pacientes; la reducción de traslados; la transmisión de información en salud; la vigilancia epidemiológica; el abasto de medicamentos y material de curación, así como el apoyo a la asesoría al personal de primer nivel de atención en acciones de atención médica y salud pública. Entre otros logros destacarían, la reducción de tiempos para la atención, el impulso a la productividad (reducción de costos), la difusión de información y la atención en el lugar de residencia de la población, con menos inconvenientes y más comodidad para el usuario.

Para llevar apoyo médico remoto unidades hospitalarias de primer nivel o clínicas familiares que no cuentan con servicios de atención médica especializada se requiere de un sistema que permita el intercambio de información, entre localidades alejadas geográficamente. Este intercambio de información se podrá realizar mediante el uso de Internet y una base de datos que contenga la historia clínica de los pacientes, misma que es esencial para un diagnóstico completo y confiable.

La intercomunicación entre niveles de atención sanitaria permitirá la difusión ágil de información sanitaria, la promoción de programas y campañas preventivas, la

asesoría al personal de salud, la orientación a la población y la coordinación con las autoridades civiles en casos de desastre; la notificación inmediata de situaciones de urgencia epidemiológica y la transmisión de lineamientos de acción en casos de contingencias sanitarias.

El sistema propuesto pretenden evitar costos de traslado de un paciente a la región donde se ubica el médico especializado, facilitar la colaboración entre profesionales e instituciones sanitarias para optimizar la utilización de recursos y permitir a los profesionales médicos el acceso remoto a información y conocimientos médicos actualizados.

La sistematización del expediente por medio de la informática contribuirá a mejorar su elaboración asegurando su correcto llenado, actualización, lectura, manejo y archivo; evitará duplicaciones o extravíos y el deterioro por el uso del expedientes de papel, así como la omisión de datos esenciales –notas, resultados de laboratorio, imagenología, interconsultas y valoraciones- o problemas de legibilidad. Facilitará el flujo e intercambio de información clínica con fines de atención, seguimiento, enseñanza, investigación, archivo, transmisión y análisis y facilitará la adscripción actualizada de los pacientes.

- Beneficiario (¿Quiénes?).

Los beneficios por el empleo de la telemedicina se reflejan en seis ámbitos y dentro de cada uno de éstos, los beneficiarios directos son principalmente los ciudadanos, los profesionales de la salud y la organización sanitaria. Dichos ámbitos se mencionan a continuación:

- Ámbito Sanitario.
- Ámbito Científico.
- Ámbito de Gestión.
- Ámbito Económico.
- Ámbito Social.
- Ámbito Formativo.

En lo que respecta al ámbito sanitario, los pacientes se benefician porque acceden de forma sencilla y rápida a una atención médica especializada, y evitan gastos por pérdida de tiempo y por la inconveniencia de viajar, largas distancias, para consultas adicionales. Para los médicos el uso de la telemedicina permite disponer de mayor cantidad de información acerca del paciente, posibilita el acceso a una segunda opinión en el diagnóstico, facilita la referencia, y mejora la coordinación clínica y terapéutica.

La organización sanitaria se beneficia del uso de la telemedicina pues favorece la continuidad asistencial, por mayor comunicación y coordinación entre la atención primaria y la atención especializada, además facilita una menor duración de la estancia en el hospital, lo que se traduce en una mejor utilización de los recursos.

En el ámbito científico la telemedicina posibilita a médicos el acceso a publicaciones científicas, el intercambio de conocimientos científicos en el plano internacional, la transmisión de conferencias y procedimientos avanzados.



Por su parte, la telemedicina en el ámbito de la gestión, mejora los procesos administrativos mediante la optimización de los recursos asistenciales y la mejora de la gestión de la demanda (reducción de esperas para consultas y mejoramiento de los tiempos de respuesta).

El empleo correcto de la telemedicina, evita la duplicidad de exploraciones y estudios, demoras en los circuitos de petición y la disminución de olvidos y ausencias a las citas por parte del paciente, igualmente su uso permitirá ampliar la capacidad resolutive en la atención primaria, ayudando con ello a descongestionar los centros sanitarios de mayor nivel, a los que llegan los pacientes que han de ser diagnosticados por especialistas.

En el ámbito económico, gracias a la telemedicina es posible, reducir costos de atención tanto para los pacientes como para los hospitales, pues hay menores gastos en desplazamientos por ambas partes; posibilita también disminuir costos sanitarios, evitando la repetición de análisis, radiografías y otros estudios y costos administrativos más bajos y ahorro de tiempo. Se eliminan los costos que involucra el traslado físico de los educandos a los centros de capacitación en el nivel internacional.

Igualmente permite reducir las inversiones en equipos particulares, incrementando el número de pacientes asistidos con los mismos recursos, ampliando la cobertura del área de un especialista.

La telemedicina brinda beneficios sociales como mejorar la calidad de vida de la población. Con su uso, retrasa las migraciones del campo a la ciudad, al ofrecer servicios no disponibles con anterioridad.

En el ámbito formativo, la telemedicina ofrece grandes beneficios facilitando la formación continua y actualización del conocimiento médico de los profesionales, la enseñanza, la formación de postgrado y la capacitación clínica. Abre la posibilidad de transmitir congresos y reuniones médica, sin que los médicos se desplacen de su área de trabajo.

En lo que respecta al ámbito informativo, la telemedicina brinda a los ciudadanos una mayor acceso a la información contribuyendo a aumentar su cultura sanitaria y con ello fomentando el autocuidado, influyendo con esto de manera positiva en su calidad de vida, debido a una mayor prevención y mejor cuidado de las enfermedades.

Para los médicos, la telemedicina proporciona herramientas de apoyo para tener mayor información para la toma de decisiones mejorando con ello la gestión clínica. La transferencia de información entre personal médico y científico, suministra una mejor planificación en la distribución de los recursos económicos a través de datos actualizados. Mejora la comunicación interprofesional, impulsando el trabajo cooperativo entre profesionales sanitarios.

La telemedicina facilita la interlocución de médicos, con los pacientes que cuentan con una mayor cultura sanitaria.

En la organización, la telemedicina proporciona servicios de información asistencial, los cuales posibilitan brindar una mayor velocidad en la creación, actualización y difusión de protocolos asistenciales y terapéuticos, crear un soporte documental para la medicina, basado en la evidencia contribuyendo con ello a disminuir la variabilidad de la práctica clínica.

La organización sanitaria se beneficia con el uso de la telemedicina, pues permitirá tener una historia clínica electrónica compartida (acceso desde cualquiera de los entornos sanitarios a una historia clínica única del paciente), así como contar con información de estudios tales como imágenes médicas, resultados de análisis de química sanguínea y otros.

La telemedicina permitirá redundar en una mayor eficacia en las campañas de salud, también posibilita planificar y seguir la formación de profesionales, con posibilidad de ajustarla a las demandas actuales y futuras de la sociedad.

- Requisitos de la Solución.

El sistema debe de cumplir ante todo con las siguientes características:

- Buscar un modelo de comunicación entre niveles de atención que sean exportable a todo el ámbito del sistema nacional de salud para hacer llegar a más personas servicios médicos especializados de calidad.
- Ampliar la cobertura de la atención, sobre todo a las poblaciones marginadas, con lo que se participará en abatir las desigualdades en salud.
- Disminuir el número de traslados de pacientes para atención médica, lo que disminuirá costos al mejorar la capacidad resolutive de las unidades de primer y segundo nivel y contribuirá a reducir los gastos desmesurados que en ocasiones enfrentan los pacientes.
- Reducción de los tiempos de espera para los pacientes y de la sobrecarga para el personal.
- Realizar consultas e interconsultas remotas en tiempo real o diferido, que permita un mayor acceso a los servicios especializados del país.
- Permitir la colaboración entre médicos generales y especialistas.
- Permitir notificar a los especialistas de los estudios pendientes para diagnóstico. Las notificaciones se deberán hacer de acuerdo a grupos de especialistas. Deberá notificar a los médicos generales que el diagnóstico solicitado ya se realizó.
- Almacenar las historias clínicas, sin que estas salgan del hospital y de modo de que estén disponibles de manera inmediata, sin problemas de deterioro y pérdidas de datos, ofreciendo la posibilidad de concentrar la información de pacientes con fines de consulta y diagnóstico.
- Administración de los expedientes clínicos de cada paciente (altas, bajas y modificación). Permitir consultar información previa del paciente.

- El sistema será capaz de desplegar y transmitir electrocardiogramas, fonocardiogramas, imágenes de radiografías o lesiones dermatológicas.
- Posibilidad de encontrar servicios de información para profesionales sanitarios como enciclopedia médica, artículos clínicos y médicos clasificados por categoría médica y grupos de enfermedad con los últimos avances en la ciencia médica, acceso a bases de datos médicas, farmacéuticas, asociaciones y sociedades médicas, información, con noticias del sector sanitario, de ámbito nacional e internacional.
- Consulta de convocatoria de congresos, simposiums, jornadas y encuentros como de programas de educación médica continúa.
- Proporcionar una utilidad de búsqueda de medicamentos disponibles en el mercado nacional, con una descripción de cada fármaco.
- El sistema debe tener mecanismos de seguridad que garanticen la confidencialidad y confiabilidad en los estudios de los pacientes y en los diagnósticos generados por especialistas, así como la integridad de los datos almacenados.

#### d) Objetivo general

- Contribuir a mejorar la calidad y la cobertura de los servicios de salud, mediante un sistema telemático que brinde apoyo para el diagnóstico médico especializado, que fortalezca la capacitación y la educación continua del personal de salud, independientemente de su lugar de adscripción, mediante programas teletransmitidos y adecuados a necesidades específicas y que contribuya a una mejor gestión administrativa.

#### e) Objetivos específicos

- Comunicar unidades hospitalarias de primer nivel (clínicas familiares) con unidades hospitalarias de segundo nivel (hospitales generales) para proporcionar atención médica especializada.
- Proporcionar una herramienta tecnológica que brinde servicios de apoyo para el diagnóstico especializado, la educación y administración de expedientes médicos para unidades médicas de primer nivel de atención.
- Diseñar un Expediente Clínico Electrónico (ECE) conforme a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana 168-SSA-1-1998 que ayude en el registro, transmisión ágil e intercambio de información para la atención médica.
- Disminuir los costos de traslado de un paciente a la región donde se ubica el médico especializado.
- Apoyar programas nacionales de vacunación, donación de órganos, detección oportuna de cáncer cérvico uterino, cáncer mamarios, entre otras campañas.
- Integrar una arquitectura abierta basada en estándares para la intercomunicación de información que facilite la integración de servicios de:
  - Telediagnóstico

- Colaboración
- Bases de información de pacientes
  - Historiales clínicos
  - Imagenología
- Bibliotecas
- Normatividad en el ramo

## f) Búsqueda de Alternativas

Para llevar apoyo médico remoto a unidades hospitalarias de primer nivel o clínicas familiares que no cuentan con servicios de atención médica especializada se requiere de un sistema que permita el intercambio de información, entre localidades alejadas geográficamente. Este intercambio de información se podrá realizar mediante el uso de Internet y una base de datos que contenga la historia clínica (expedientes médico electrónico) acompañada de imágenes médicas de los pacientes, misma que es esencial para un diagnóstico completo y confiable.

La estrategia será desarrollar una plataforma basada en una computadora conectada a Internet que contendrá módulos que harán las funciones de adquisición y transmisión de la información médica, todo ello con estricto apego a las normas internacionales vigentes y con el mínimo de componentes externos y disponibilidad de infraestructura.

Para acceder al sistema se requerirá de una clave de usuario y una contraseña. El usuario previamente deberá haber sido registrado como usuario por el administrador o administradores del sistema. El requisito para ser usuario del sistema, es una solicitud expresa del encargado del proyecto de telemedicina de la organización sanitaria, donde labora el profesional médico y la cédula profesional de éste último.

El Sistema Médico será desarrollado bajo una arquitectura cliente – servidor, y contará de herramientas para la administración de expedientes clínicos (elaborado conforme a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana 168-SSA-1-1998), expedientes que podrán intercambiarse, además el sistema brindará a los profesionales médicos herramientas de comunicación como correo electrónico, así como bases de conocimiento y además de agenda médica.

Además del acceso a la historia clínica compartida del paciente, el sistema tendrá como funcionalidades la cita bidireccional; la petición de pruebas a laboratorio; la teleradiología, la teleconsulta, y el telediagnóstico.

Para lograr la seguridad y confidencialidad de la información, el sistema hará uso del encriptamiento de los datos, establecerá la infraestructura necesaria para asegurar la integridad de los datos, y los controles para acceder a la información como la clave de usuario y contraseña, además para confirmar la autenticidad de la información el sistema hará empleo de la firma electrónica.

El sistema tendrá un diseño sencillo, que permita una navegación fácil.

- Ventajas

La información estará almacenada en una base de datos que se controla de acuerdo a los privilegios de los usuarios.

La división del sistema en módulos facilita la creación de nuevas aplicaciones sin necesidad de modificar las que ya existen.

Puede haber comunicación en tiempo real y diferida entre médicos generales y especialistas. Si al solicitar el diagnóstico no está en línea ningún especialista, se pueden hacer notificaciones para diagnósticos posteriores.

- Desventajas

Si la conexión de red falla, no hay acceso a la información del paciente y a las bases de conocimiento, además se interrumpe la comunicación entre niveles de atención médica.

El paciente no es diagnosticado siempre por el mismo especialista, porque las notificaciones se envían a grupos de especialización y cualquier integrante de esa categoría puede atender la petición de diagnóstico.

## 9.2 Estudio de Factibilidad

### a) Ámbito clínico ó análisis de mercado

México es un país que se integra de 31 estados y un Distrito Federal que es la capital del país. En el 2005 contaba con una población de poco más de 103 millones de habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2005. La estructura por sexo era de 53 millones habitantes de sexo femenino y 50 millones del masculino.

En el 2005, casi 76% de la población en México vivía en localidades urbanas y el 24% habitaban comunidades rurales.

La densidad poblacional a nivel nacional era de 50 habitantes por km<sup>2</sup>. Las entidades con mayor densidad se localizan en el centro del país, en los estados de México, Morelos, Tlaxcala y Distrito Federal. Los estados con menor densidad se localizan en el norte; Baja California Sur, Durango, Sonora y Chihuahua principalmente.



No.	Estado	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )	No.	Estado	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )
1	Distrito Federal	1,479	8,720,916	5,897	17	Yucatán	38,402	1,818,948	47
2	Estado de México	21,355	14,007,495	656	18	Sinaloa	58,328	2,608,442	45
3	Morelos	4,950	1,612,899	326	19	Baja California	69,921	2,844,469	41
4	Tlaxcala	4,016	1,068,207	266	20	San Luis Potosí	63,068	2,410,414	38
5	Aguascalientes	5,471	1,065,416	195	21	Tamaulipas	79,384	3,024,238	38
6	Guanajuato	30,491	4,893,812	161	22	Oaxaca	93,952	3,506,821	37
7	Puebla	33,902	5,383,133	159	23	Nayarit	26,979	949,684	36
8	Querétaro	11,499	1,598,139	139	24	Tabasco	80,148	1,989,969	25
9	Hidalgo	20,813	2,345,514	113	25	Quintana Roo	50,212	1,135,309	23
10	Colima	5,191	567,996	109	26	Zacatecas	73,252	1,367,392	19
11	Veracruz	71,699	7,110,214	99	27	Coahuila	149,982	2,492,200	17
12	Jalisco	80,386	6,752,113	84	28	Campeche	50,812	754,730	15
13	Michoacán	59,928	3,966,073	66	29	Chihuahua	244,938	3,241,444	13
14	Nuevo León	64,924	4,199,292	65	30	Sonora	182,052	1,509,117	13
15	Chiapas	74,211	4,293,459	58	31	Durango	123,181	1,509,117	12
16	Guerrero	64,281	3,115,202	49	32	Baja California Sur	73,475	512,170	7

En el 2005, existían en México 187,938 localidades con viviendas habitadas, de las cuales cerca de 185 mil (98.3%) tenían menos de 2,500 habitantes; 2,640 entre 2,500 y 15 mil habitantes; 427 de 15 mil a 100 mil personas; 112 de 100 mil a un millón de habitantes, y solamente once asentamientos superan el millón de habitantes.

Había en ese mismo año en el país 83,161 localidades que tenían solamente una o dos viviendas, lo que muestra el alto grado de dispersión de las localidades y la atomización de parte de la población rural.

En el 2005, en las localidades de menos de 2,500 habitantes vivía el 23.5% del total de la población del país, mientras que en las localidades de 100 mil a un millón de habitantes residía el 34.6%, y en las de más de un millón lo hacía el 14.3 por ciento.

En lo que se refiere a infraestructura sanitaria, en el año 2005, el número de unidades médicas del sector público fue de 20,210 (19,103 correspondieron a unidades de consulta externa y 1,107 a unidades de hospitalización) con un número total de camas de 78,643 y de consultorios de 54,528. En lo que respecta al sector privado, el número de unidades médicas fue de 3,082 con 33,931 camas y 12,096 consultorios.

De acuerdo con la información anterior, México tiene la oferta de hospitales más baja entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), con sólo una cama para atender casos agudos por cada mil habitantes, en comparación con un promedio de la organización de casi cuatro.

Un estudio de la OCDE, revela que México ocupa el segundo sitio más bajo entre las naciones miembro, después de Turquía, en cuanto al número de médicos por cada mil habitantes, pues mientras en nuestro país hay 1.5 doctores, el promedio de los países miembro es de 2.9. El personal de enfermería también es reducido en México en relación con otros países de la organización. Mientras en México hay 2.2 empleados de enfermería por cada mil habitantes, en promedio, en el resto de los países miembros se reportan ocho.

A su vez, el sector privado mexicano representa 34 por ciento del total de camas de hospital en el país. En comparación con el sector público, muchas de las unidades del sector privado cuentan con un número de camas reducidas.

Sólo 15 por ciento de los hospitales privados tiene más de 15 camas y sólo tres por ciento más de 50 camas, mientras que 27 por ciento son clínicas propiedad de médicos con menos de cinco camas.

En México, más de 50 por ciento de los hospitales privados no cuenta con unidad de Rayos X, una tercera parte no tiene un médico de tiempo completo y una fracción reducida cuenta con personal de enfermería las 24 horas del día.

La población usuaria por condición de aseguramiento e institución de salud en el 2005<sup>1</sup> se presenta en la siguiente tabla:

Institución		Población usuaria	(%)
Población Asegurada	IMSS	35,020,747	62.8
	ISSSTE	72,093,89	12.9
	Seguro Popular	11404861	20.4
	Otras instituciones a/	2,153,897	3.9
	Total Población Asegurada	55,788,894	56.1
Población No asegurada	Secretaría de Salud	33,322,506	76.2
	IMSS-Oportunidades	10,049,350	23.0
	Otras instituciones b/	336,916	0.8
	Total Población No asegurada	43,708,772	43.9
Total de población usuaria		99,497,666	100%

De acuerdo a la situación expuesta, el proyecto estará orientado a unidades hospitalarias de primer nivel (clínicas familiares) que no cuentan con servicios de atención ni infraestructura médica especializada y que además se encuentran a grandes distancias de los centros especializados.

El proyecto estará dirigido a la población en general que no tiene acceso a atención médica especializada.

<sup>1</sup> Boletín de Información estadística, Número 25, 2005 Volumen III.

## b) Análisis técnico operativo

La arquitectura del sistema de telemedicina será el siguiente:

1. Una solución centralizada que contenga una base de datos donde se almacenen los expedientes médicos e imágenes médicas de los pacientes. Esta solución separará la base de datos de los servidores, para asegurar la integridad de la información, en caso de que se llegase a presentar una falla o una interrupción en el funcionamiento del servidor o servidores.

Deberá contar con un sistema gestor de la base de datos (SGBD) que permita el acceso eficaz, rápido y seguro a la base de datos para la manipulación, tratamiento, procesamiento y explotación de la información.

2. Un Servidor Web dedicado, donde estará instalado el sistema informático de administración de expedientes clínicos. Este servidor deberá tener instalado un software especial que permitirá el acceso al sistema a los exploradores Web de los usuarios que lo soliciten.

Un servidor Web implementará el protocolo HTTP (hypertext transfer protocol) para la transferencia de páginas HTML (hypertext markup language): textos complejos con enlaces, imágenes, formularios, botones y objetos incrustados como vídeo y sonido.

El servidor Web deberá mantenerse a la espera de peticiones HTTP llevada a cabo por un cliente HTTP conocido mejor como navegador Web. El servidor responderá al cliente enviando el código HTML de la página sin llevar a cabo ninguna interpretación de la misma.

El servidor además deberá poder servir aplicaciones Web (Código que se ejecutan en el lado del cliente), siendo el navegador el encargado de ejecutar dichos programas en la máquina del usuario y enviar las acciones seleccionadas por el usuario al servidor Web; el cual generará código HTML y lo enviará al navegador del usuario por medio del protocolo HTTP.

3. Una plataforma de telemedicina ubicada en la clínica familiar ó unidad hospitalaria de primer nivel compuesta por:
  - a. Una computadora con un procesador de alto rendimiento y escalabilidad que permita su crecimiento en el futuro. Se recomienda que el procesador sea de doble núcleo debido a que éste ofrece un considerable incremento en el rendimiento, comparado con los procesadores de un solo núcleo, lo que permitirá ejecutar aplicaciones múltiples con resultados considerablemente más rápidos. El CPU deberá contar con espacio suficiente para almacenar datos y archivos importantes.

La cantidad de memoria RAM debe ser tal, que permita ejecutar con rapidez varios programas al mismo tiempo y encontrar fácilmente la información disponible para cada programa.

El monitor de la computadora deberá tener una pantalla con gran resolución y relación de contraste que permita ofrecer imágenes nítidas y claras incluso con el video en modo rápido.

Además se necesitará una tarjeta de videoconferencia que emplee el protocolo H.323, que proporcione una transferencia de información de 1.5 Mbps y una calidad de video de hasta 30 cuadros por segundo. Dicha tarjeta deberá disponer de puertos de entrada de video, una entrada de video digital y otra entrada analógica. También deberá soportar aplicaciones para intercambiar texto, audio y video en tiempo real y operar en diversas plataformas y sistemas operativos.

- b. Periféricos (Interfaz física de conexión, resolución y profundidad).
- i. Una impresora de tamaño compacto, con buena velocidad y óptima calidad de impresión, fácil de instalar, usar, y mantener con consumibles de rápido acceso para un sencillo reemplazo, que sea compatible con un amplio rango de sistemas operativos y que permita conexión a red.
  - ii. Un microscopio para histopatología, que provea una corrección fina de la aberración cromática y esférica, logrando una nitidez en el 95% o más del campo de observación. Su diseño deberá ser ergonómicamente apropiado para una correcta y descansada postura corporal, permitiendo el libre y cómodo acceso a los elementos de mando. Además deberá permitir la incorporación de accesorios tales como: contraste de fases, campo oscuro, polarización simple, medición y cámara fotográfica. Los materiales con los que esté construido deberán ser resistentes a sustancias corrosivas y raspaduras. Aumentos de 40X a 1500X para observación y de 8X a 500X para fotografía.
  - iii. Una cámara fotográfica, con una gran resolución del sensor de imagen para producir imágenes nítidas y confiables en la mayoría de las ramas de la medicina, como la microcirugía, patología, endoscopia, ultrasonido y radiología. El lente deberá tener un zoom óptico potente que permita el acercamiento o alejamiento del objeto encuadrado. Además deberá permitir enfocar y captar objetos desde muy cerca, teniendo capacidad para captar imágenes en situaciones de poca luz. Igualmente deberá controlar la cantidad que entra a la lente. Deberá poseer visor de pantalla que permita observar de manera previa la toma fotográfica, además de permitir revisar las ya obtenidas. La imagen del visor deberá ser exactamente la misma que capta la lente. La cámara permitirá ampliar la memoria de

almacenamiento de las imágenes, las cuales se recomiendan sean en archivos formato TIFF cuya calidad es superior formato JPEG.

- iv. Una cámara de video para la transmisión de voz y vídeo en tiempo real y diferido a través de Internet. La cámara deberá capturar imágenes de alta calidad y resolución y rápida transmisión de tramas por segundo.
- v. Un equipo para exploración ultrasonográfica (opcional) de propósito general y gineco-obstetricia, con modos de operación bidimensional, que cumpla con las normas ISO, FDA o CE o JIS. Con 256 canales de procesamiento digital, simultáneos o independientes como mínimo. Rango dinámico del sistema de mínimo 150 dB. Manejo de imágenes armónicas. Zoom en tiempo real con al menos cinco niveles. Memoria de cine de al menos 256 cuadros. Monitor de 14 pulgadas o mayor. Con 256 niveles de gris. Con trackball integrado al tablero de control. Paquete de mediciones, cálculos y reportes obstétrico, ginecológico, urológico y vascular. Transductores de banda ancha o multifrecuencia; lineal de 5 MHz o menor a 10 MHz o mayor; convexo de 2.5 MHz o menor a 5 MHz o mayor, con armónicas. Impresora térmica a blanco y negro.
- vi. Un micrófono con sonido de máxima nitidez, mediante reconocimiento de voz, para charlar o grabar sin ruido de fondo.
- vii. Bocinas con audio de calidad profesional, controles multimedia de respuesta inmediata, con conexión fácil y configuración sencilla.
- viii. Regulador de voltaje y respaldo de batería con supresión de picos, con la suficiente potencia de la fuente de energía y tiempo de autonomía mínimo de 30 minutos que garantice el funcionamiento por ese tiempo de la plataforma de telemedicina.

c. Características del Software

- Sistema Operativo (SO)

Deberá gestionar los recursos como la Unidad Central de Proceso, los dispositivos de E/S (entrada y salida), la memoria principal (o de acceso directo), los discos (o memoria secundaria) y los procesos (o programas en ejecución) y en general todos los recursos del sistema.

Ser capaz de ejecutar varios procesos al mismo tiempo y de permitir la gestión eficiente de procesos (Crear, destruir, parar y reanudar los procesos ofreciendo además mecanismos para que dichos procesos se comuniquen y sincronicen correctamente).

Gestionar la memoria principal (Conocer qué partes de la memoria están utilizadas y por quién, decidir qué procesos se cargarán en memoria cuando haya espacio disponible, asignar y reclamar espacio de memoria cuando sea necesario) y el almacenamiento secundario (Planificar los discos, gestionar el espacio libre y asignar el almacenamiento.).

El sistema de E/S: una interfaz de manejadores de dispositivos y otra para dispositivos concretos. El SO debe gestionar el almacenamiento temporal de E/S y servir las interrupciones de los dispositivos de E/S.

Contar con un sistema de gestión de archivos (Construir y eliminar archivos y directorios, ofrecer funciones para manipular archivos y directorios, establecer la correspondencia entre archivos y unidades de almacenamiento y realizar copias de seguridad de archivos.).

Que cuente con sistemas de protección (Mecanismos que controlan el acceso de los programas o los usuarios a los recursos del sistema.).

Para mantener las comunicaciones con otros sistemas es necesario que el sistema operativo controle el envío y recepción de información a través de las interfaces de red. Igualmente debe crear y mantener puntos de



comunicación que sirvan a las aplicaciones para enviar y recibir información, como conexiones virtuales entre aplicaciones que estén ejecutándose localmente y otras que lo hacen remotamente.

- Software de Paquetería
  - Procesador de texto para la edición y presentación de documentos de textos que permita dar formato, modificar, imprimir documentos y posibilite la inclusión de imágenes y otros datos.
  - Hoja de Cálculo que permita manipular datos y realizar cálculos mediante fórmulas y funciones sencillas y complejas, así como representar gráficamente los resultados.
  - Editor de imágenes que permita el tratamiento y manipulación (reducción, ampliación, retoque y recorte) de imágenes, fotografías, de la forma más simple para mejorar su presentación.
  - Un editor de presentaciones que permita construir una presentación mediante una serie de diapositivas en orden secuencial, y que puedan contener texto, imágenes, colores y animaciones.

- Compresión de información

Existen distintos tipos de formatos que pueden usarse para gráficos y fotografías. Los formatos gráficos más conocidos en Windows son: BMP, GIF, JPG, PNG y TIF. Cada uno de estos formatos tiene sus características propias y, en general, son usados con fines distintos cada uno de ellos.

Un formato gráfico que permite compresión permite reducir el tamaño que ocupa en disco el archivo. La compresión puede controlarse: a mayor compresión, mayor pérdida de calidad visible en la imagen (la imagen se deteriora).

Repasemos las características de los formatos gráficos: BMP (no hay pérdida de calidad, usado para cualquier tipo de imagen), GIF

(comprimido/optimizado, soporta sólo 256 colores, es usado para íconos o gráficos pequeños los cuales pueden animarse), JPG (permite gran compresión, es usado especialmente para fotografías), PNG (posibilidad de compresión sin pérdida de calidad, usado en fotografías y gráficos), TIF (formato sin compresión para fotografías y gráficos).

JPEG 2000 es una norma de compresión de imágenes basada en transformación de ondas. Fue creado por el comité Joint Photographic Experts Group que anteriormente había creado el algoritmo JPEG.

JPEG 2000 puede trabajar con niveles de compresión mayores a los de JPEG sin incurrir en los principales defectos (Generación de bloques uniformes y aspecto borroso) del formato anterior con altas tasas de compresión.

La compresión de imágenes médicas permite una reducción importante del espacio de almacenamiento y del tiempo de transferencia a través de una red. El método utilizado deberá proporcionar toda la información necesaria al médico para un diagnóstico eficaz.

- De Comunicaciones
  - Las computadoras de las unidades de primer y segundo nivel deberán contar con un navegador Web que recupere, interprete y visualice documentos de hipertexto descritos en HTML, mostrando las fuentes, los colores y la disposición de los textos, gráficos y recursos multimedia incrustados, como secuencias de vídeo, sonido, animaciones, hipervínculos o enlaces y tener capacidad de ejecutar scripts, desde servidores Web de todo el mundo a través de Internet.
  - Es necesario que la plataforma cuente con un sistema de videoconferencia Web bidireccional punto-multipunto, es decir de uno a muchos usuarios, para la transmisión ininterrumpida de video y audio a la vez, que permita mostrar documentos de texto, imágenes y video en tiempo real con calidad de servicio (QoS), así como los

usuarios conectados. El sistema debe tener un chat visible por todos los usuarios para mantener una conversación entre todos.

4. Un servidor ubicado en el hospital general ó unidad hospitalaria de segundo nivel que deberá tener capacidad para realizar simultáneamente múltiples tareas como el compartir archivos, impresoras y aplicaciones; así como brindar servicio de Internet y correo electrónico a los empleados, además controlar de manera segura el acceso a la información crítica, por lo que será indispensable contar con una adecuada potencia de procesamiento y memoria.

El servidor deberá permitir, su gestión desde cualquier ubicación remota, como el almacenamiento externo para proporcionar mayores niveles de protección de datos y disponibilidad.

Debido a que los requisitos de rendimiento varían según el tamaño de la empresa, se considerará que el número de usuarios que el servidor de la unidad hospitalaria de segundo nivel admitirá será de 10 a 49 usuarios.

A medida que la red de la unidad hospitalaria crezca, el servidor deberá permitir añadir más memoria y capacidad de disco duro. Y si, con el paso del tiempo, necesita capacidad de procesamiento adicional, igualmente deberá posibilitar añadir procesadores según sea necesario.

El servidor deberá estar disponible para no afectar la productividad y el rendimiento de la unidad hospitalaria por lo que deberá poseer una gran variedad de características de fiabilidad, como fuentes de alimentación y ventiladores redundantes.

5. Una plataforma de telemedicina ubicada en la unidad hospitalaria de segundo nivel ó hospital general compuesta por:
  - a. Una computadora con un procesador de alto rendimiento y escalabilidad que permita su crecimiento en el futuro. Se recomienda que el procesador sea de doble núcleo debido a que éste ofrece un

considerable incremento en el rendimiento, comparado con los procesadores de un solo núcleo, lo que permitirá ejecutar aplicaciones múltiples con resultados considerablemente más rápidos. El CPU deberá contar con espacio suficiente para almacenar datos y archivos importantes.

La cantidad de memoria RAM debe ser tal, que permita ejecutar con rapidez varios programas al mismo tiempo y encontrar fácilmente la información disponible para cada programa. El monitor de la computadora deberá tener una pantalla con gran resolución y relación de contraste que permita ofrecer imágenes nítidas y claras incluso con el video en modo rápido.

Se sugiere que posea una tarjeta de gráficos de alto rendimiento necesaria para aplicaciones visuales exigentes como lo es la visualización y el diagnóstico de imágenes médicas.

- b. Sistema de visualización para la evaluación sin película en radiología, un equipamiento adecuado ayuda a salvar vidas, por lo tanto la pantalla del monitor deberá satisfacer las exigencias más altas de representación y cumplir con el estándar DICOM GSDF en lo que respecta a la relación de contraste y calidad de resolución para ser ideal para la edición de video e imágenes médicas nítidas tanto en 2D como 3D.

El monitor tendrá una pantalla de 20 pulgadas con un ángulo de visualización de 176°, para permitir la consulta de varios colegas ante la pantalla, con una resolución de 2048 x 1536 o de 1600 x 1200 píxeles.

Un contraste de oscuro de 700:1 y un brillo de alta calibración de 400 cd/m<sup>2</sup>, permitiéndose utilizarse en áreas ensombrecidas como en condiciones normales de luz ambiental. Varias asociaciones europeas de la salud recomiendan una resolución de 2 megapíxeles para la

representación de radiografías del esqueleto, mientras que 3 megapíxeles permiten una representación exacta de los resultados de evaluación, por ejemplo, del pulmón o gastrointestinal.

La pantalla deberá contar con una tarjeta gráfica de alto rendimiento que permita crear 1,023 de 3,061 escalas de grises posibles, para brindar una mayor seguridad de diagnóstico.

- c. Periféricos (Interfaz física de conexión, resolución y profundidad).
  - i. Un equipo de videoconferencia con óptima calidad de audio y video y sincronización de éstos, que posibilite el conectar equipos periféricos médicos, que transmita señales de video dual, con posibilidad de conectar dos monitores, y además haga manejo de protocolos de optimización del ancho de banda. Que permita la interoperabilidad con otros equipos y protocolos y brinde seguridad en aspectos de autenticación, privacidad y protección contra virus.
  - ii. Una impresora de tamaño compacto, con buena velocidad y óptima calidad de impresión, fácil de instalar, usar, y mantener con consumibles de rápido acceso para un sencillo reemplazo, que sea compatible con un amplio rango de sistemas operativos y que permita conexión a red.
  
- d. Características de Software
  - i. Sistema Operativo. Deberá tener las mismas características del sistema operativo de la computadora de la unidad hospitalaria de primer nivel o clínica familiar.
  - ii. Software de Paquetería. Procesador de texto, Hoja de Cálculo y editor de presentaciones.

iii. Editor de imágenes médicas que permita su tratamiento y manipulación (reducción, ampliación, retoque y recorte) de la forma más simple para mejorar su presentación y análisis.

iv. De Comunicaciones

- o Las computadoras de las unidades de primer y segundo nivel deberán contar con un navegador Web que recupere, interprete y visualice documentos de hipertexto descritos en HTML, mostrando las fuentes, los colores y la disposición de los textos, gráficos y recursos multimedia incrustados, como secuencias de vídeo, sonido, animaciones, hipervínculos o enlaces y tener capacidad de ejecutar scripts, desde servidores Web de todo el mundo a través de Internet.
- o Es necesario que la plataforma cuente con un sistema de videoconferencia Web bidireccional punto-multipunto, es decir de uno a muchos usuarios, para la transmisión ininterrumpida de video y audio a la vez, que permita mostrar documentos de texto, imágenes y video en tiempo real con calidad de servicio (QoS), así como los usuarios conectados. El sistema debe tener un chat visible por todos los usuarios para mantener una conversación entre todos.

6. Sistema de comunicación (Redes de comunicación y protocolos, velocidad, seguridad, compatibilidad con los estándares).

- o Especificaciones de la red

La red de de comunicación es un elemento fundamental en el proyecto de telemedicina. Esta puede ser desde una red simple tipo Ethernet dentro del hospital y un sistema de acceso exterior que puede ser tan

lento como el acceso telefónico, el empleo de una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) ó canales de mayor velocidad. El proyecto de telemedicina se guiará por la política de que la demanda de ancho de banda justificará la instalación de una red de alta velocidad.

En el caso de la conexión dentro de las unidades hospitalarias, la velocidad de transferencia no tiene que ser tan alta. En algunos casos, todo el hospital está cableado con la misma tecnología, por lo que la intercomunicación en sistemas de información se facilita. Para la comunicación de las unidades hospitalarias con el exterior se debe hacer un estudio cuidadoso del ancho de banda que se requiere, ya que los costos de renta para RDSI y otras opciones pueden ser altas.

La plataforma de telemedicina operará mediante el protocolo TCP/IP en cualquier tipo de red.

También se hará uso de DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) que es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas. Incluye la definición de un formato de archivo y de un protocolo de comunicación de red. El protocolo de comunicación es un protocolo de aplicación que usa TCP/IP para la comunicación entre sistemas. Los archivos DICOM pueden intercambiarse entre dos entidades que tengan capacidad de recibir imágenes y datos de pacientes en formato DICOM.

DICOM permite la integración de escáneres, servidores, estaciones de trabajo, impresoras y hardware de red de múltiples proveedores dentro de un sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes.

También se tomará en cuenta el protocolo H.323 que es una recomendación del ITU (International Telecommunication Union), que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red.

## C) Estudio económico

### Determinación de costos

Existe una serie de costos asociados al desarrollo de los servicios de telemedicina:

- Costos de establecimiento del proyecto. La preparación de fondos, proceso de selección para decidir que proyectos se llevarán a cabo, reclutamiento del personal, factibilidad del estudio, preparación de las tendencias de equipamiento, selección e instalación del equipamiento, revisión de las soluciones organizativas, consulta con el personal, entrenamiento del personal con los nuevos sistemas y procedimientos de uso. También incluye marco para la evaluación y obtención de datos, así como reclutamiento, en muchos casos, del personal informático.
- Costos de equipamiento. Las aplicaciones de telemedicina engloban computadoras, monitores, software para manejar videoconferencia y visualización de documentos. Los costos de equipamiento deben estar sujetos a depreciación en un período de tres años.
- Costos de mantenimiento. La provisión de un adecuado mantenimiento es una parte esencial para la seguridad y fiabilidad de los sistemas de telemedicina. Los cuales son utilizados a veces en situaciones de emergencias donde no se permiten errores.
- Costos de comunicación. Aspectos esenciales en el desarrollo de los servicios de telemedicina son los gastos de utilización y conexión de las telecomunicaciones. Si se cuenta con un software apropiado para compresión de imagen sin pérdidas, los costos de transmisión se verán reducidos, ya que el tamaño de la



información es menor y el tiempo de transferencia también sustancialmente inferior.

- o Costos de personal. Requerimiento de profesionales que se van a dedicar a él. Coordinador de proyecto a tiempo completo cuyo salario y gastos generales fueran atribuidos a los costos operacionales del proyecto de telemedicina.

A continuación se presenta el presupuesto de costos para tres etapas del proyecto:

## 1) Costos de Equipamiento y Desarrollo del Proyecto.

No.	Descripción	Marca/Modelo	Precio Unitario	Total
3	Laptops con procesador Core 2 Duo de 1.73 GHz. Memoria RAM de 2 GB. Disco Duro de 160 GB. Grabador de DVD. Cámara Webcam integrada. Bluetooth integrado. Pantalla de 13.3". Sistema Operativo Windows Vista.	Toshiba Satellite U305-SP5037	\$20,000	\$60,000
1	Computadora de escritorio minitorre con procesador Intel Core 2 Duo de 2.0GHz. Memoria RAM de 1 GB. Disco duro de 160 GB SATA. Combo CDRW/DVD 48X32. Monitor de 17 pulgadas Flat Panel. Tarjeta adaptadora de red 10/100/1000 Gigabit. Adaptador de puertos ser	Dell Optiplex 745	\$15,000	\$15,000
1	Computadora MAC Pro con 2 Procesadores Intel Xeon Core Duo de 2.66 GHz. Memoria RAM de 1 GB. Tarjeta de video NVIDIA GeForce 7300 GT con memoria de 256MB. Disco duro de 250GB Serial ATA a 3 Gb/s de 7200 rpm. Monitor de 20".	Apple Mac Pro	\$33,000	\$33,000
1	Impresora láser monocromática. Impresión de hojas tamaño carta. Velocidad de impresión de 19 hojas por minuto. Capacidad de entrada máxima de 260 hojas. Ciclo de trabajo de 8000 páginas por mes. Conexión a red.	Hewlett Packard 1022n	\$2,000	\$2,000
1	Multímetro para aplicaciones eléctricas.	Fluke 117	\$3,000	\$3,000
1	Kit de Herramientas para Electrónica y Servicio de PC.	Jensen	\$5,500	\$5,500
1	Licencia de Software para Gestión de Bases de Datos.	Microsoft SQL Server 2003	\$20,000	\$20,000
1	Licencia de Software de Procesador de Texto, Hoja de Cálculo y Editor de Presentaciones.	Microsoft Office 2007	\$7,200	\$7,200
1	Licencia de Software de Administración de Proyectos en Español.	Microsoft Project 2007	\$6,400	\$6,400
1	Licencia de Software para Construir Diagramas en Español.	Microsoft Visio 2007	\$2,750	\$2,750
1	Licencia de Software para Diseño Gráfico para Plataforma MAC.	Apple/Adobe Creative Suite 3 Design Premium	\$19,000	\$19,000
<b>Total</b>				<b>\$173,850</b>

## Costos durante el tiempo de desarrollo del proyecto

Concepto	2008												2009			Total
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	
Sueldo Líder del Proyecto	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$300,000
Sueldo de Ingeniero Biomédico	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$225,000
Sueldo de Ingeniero en Computación	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$225,000
Sueldo Técnico en Computación	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$7,000	\$105,000
Sueldo de Diseñador Gráfico	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$225,000
Consumibles	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$30,000
Gastos de Administración	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$75,000
<b>Total</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$79,000</b>	<b>\$1,185,000</b>

2) Equipamiento de la Plataforma de Telemedicina para la Unidad de Primer Nivel de Atención Sanitaria ó Clínica Familiar.

No.	Descripción	Marca/Modelo	Precio Unitario	Total
1	Computadora de escritorio minitorre con procesador Intel Core 2 Duo de 2.0 GHz. Memoria RAM de 1 GB. Disco duro de 160 GB SATA. Combo CDRW/DVD 48X32. Monitor de 17 pulgadas Flat Panel. Tarjeta adaptadora de red 10/100/1000 Gigabit. Adaptador de puertos se	Dell Optiplex 745	\$15,000	\$15,000
1	Impresora láser monocromática. Impresión de hojas tamaño carta. Velocidad de impresión de 19 hojas por minuto. Capacidad de entrada máxima de 260 hojas. Ciclo de trabajo de 8000 páginas por mes. Conexión a red.	Hewlett Packard LaserJet 1022n	\$2,000	\$2,000
1	Cámara para Videoconferencia con soporte de 23 cm para poner la cámara a la altura de la vista. Cable USB de 1.80 m. Componentes ópticos Carl Zeiss. Sistema de enfoque automático. Sensor de 2 megapíxeles de resolución. Color verdadero de 24 bits. Captura	Logitech QuickCam Sphere AF	\$2,000	\$2,000
1	Cámara Digital de 6.0 mega-píxeles. Zoom de 10X. Reducción de Vibración Óptica (VR). Monitor LCD de 2.5". Ángulo de visión de 170 grados. Sensibilidad de ISO800. Memoria interna de 16 MB. Ranura para almacenar imágenes en tarjetas SD Card y MMC. Grabación	Nikon Coolix S-10	\$7,000	\$7,000
1	Equipo de ultrasonografía totalmente digital. Control de ganancia de 30 a 90 dB y ajuste de la curva TGC por medio de ocho controles independientes. Modo de despliegue B, M, B/B, B/M. Monitor de 12". Zoom en tiempo real de 6 pasos (depende del transductor). Manejo de imagen digital: Puerto USB. Memoria de Cine en modo B de hasta 1,300 imágenes o más (depende del transductor), memoria en modo M de máximo 30 segundos. Almacenamiento de 999 imágenes en memoria, formato DICOM, BMP y JPEG. Transductor convexo multifrecuencia y transductor endovaginal. Sistema de medición de distancia, perímetros, áreas, volúmenes, ángulos, profundidad, velocidad, frecuencia cardíaca, velocidad promedio, aceleración, cadera, histograma y otras. Cálculos de Obstetricia, Ginecología, Cardiología, Vasos Periféricos, Urología. Impresora térmica Mitsubishi.	Aloka Prosoud-6	\$271,750	\$271,750
1	Electrocardiografo 1/3 canales ECG. Memoria interna para 128 estudios. Análisis de arritmias. Batería recargable (opcional). Impresora térmica integrada. Conexión a PC por puerto LAN	Fukuda Denshi/FC7101	\$25,000	\$25,000
1	Microscopio con una distancia parafocal de 60 mm. Aumentos de 40X a 1500X para observación y de 8X a 500X para fotografía de 35mm. Cabezal Triocular (Inclinación 30°, Distancia Interpupilar 47-75 mm, gira 360°). Par de oculares de 10X que permiten un camp	Nikon Eclipse E200	\$25,000	\$25,000
1	Tarjeta Scort 25. Transferencia de hasta 1.5 Mbps. Soporte de gateways H.323 y H.320. Resolución de hasta 30 cuadros por segundo. Ajuste de Ancho de Banda Verdadero soporte Dual IP y RDSI. Compresión de video H.262. Dos puertos de video, uno de fuente dig	VCON T Tarjeta Scort 25 Pro	\$16,000	\$16,000
1	Micrófono con claridad de sonido con conexión Plug and Play USB. Micrófono con supresión de ruido. Micrófono ajustable. Conmutador de silencio en la base. Base sólida.	Logitech	\$450	\$450
1	Par de bocinas de dos vías y 30 vatios que ofrecen agudos nítidos y graves de calidad profesional. Controles multimedia. Conexión fácil. Configuración sencilla.	Logitech Sistema de bocinas interactivo Z-10	\$2,250	\$2,250
1	No Break (Regulador de Voltaje y Respaldo de Batería) con capacidad de 900 VA/570 Watts. Protección de hasta 75 minutos. Protección de línea telefonica. Alarma audible. Indicadores led de status. Siete contactos de corriente (3 con supresion de picos y 4	APC 900 VA	\$3,000	\$3,000
1	Licencia de Software de Procesador de texto, Hoja de Cálculo y editor de presentaciones.	Microsoft Office 2007	\$7,200	\$7,200
1	Gastos por Instalación de la Plataforma de Telemedicina.		\$6,550	\$6,550
			<b>Total</b>	<b>\$383,200</b>

3) Equipamiento de la Plataforma de Telemedicina para la Unidad de Segundo Nivel de Atención Sanitaria ó Hospital General de Zona.

No.	Descripción	Marca/Modelo	Precio Unitario	Total
3	Servidor con Procesador Intel Xeon doble núcleo de 3.0 GHz, 4 MB Cache, Memoria RAM de 2 GB. Configuración de Discos Duros SAS/SATA RAID 5 integrado. Panel posterior para 4 unidades de disco duro de 3.5 pulgadas. Disco duro de 146 GB SAS con velocidad de	Dell PowerEdgeTM 2950	\$30,000	\$90,000
1	Computadora de escritorio minitorre con procesador Intel Core 2 Duo de 2.0 GHz. Memoria RAM de 1 GB. Disco duro de 160 GB SATA. Combo CDRW/DVD 48X32. Monitor de 17 pulgadas Flat Panel. Tarjeta adaptadora de red 10/100/1000 Gigabit. Adaptador de puertos se	Dell Optiplex 745	\$15,000	\$15,000
1	Monitor de Visualización con pantalla de 21.3 pulgadas con un ángulo de visualización de 176°. Resolución óptima de 2 megapíxeles. Relación de contraste de 700:1. Distancia entre píxeles de 0.27 mm. Brillo de 400 cd/m <sup>2</sup> . Calibración del color de 400 cd/m <sup>2</sup>	NEC MD21GS-2MP	\$35,000	\$35,000
1	Sistema de Videoconferencia con capacidad de transmisión de 2 Mbps. Cámara con movimiento remoto. Zoom 10x óptico y 2x digital. Campo Total de visión 265°. Micrófono con cobertura 360°. Salida VGA o S-Video para segundo monitor. Subwoofer. Control remoto.	Polycomm VSX 7000s	\$80,000	\$80,000
1	Impresora de difusión térmica de tinta. Tono continuo de 314 píxeles por pulgada y 256 niveles de cian, magenta y amarillo para más de 16 millones de colores. Tiempo de impresión: menos de 75 segundos por impresión de tamaño página laminada. Área máxima d	Kodak Color Medical Imager 1000	\$33,000	\$33,000
1	No Break (Regulador de Voltaje y Respaldo de Bateria) con capacidad de 900 VA/570 Watts. Protección de hasta 75 minutos. Protección de línea telefonica. Alarma audible. Indicadores led de status. Siete contactos de corriente (3 con supresion de picos y 4	APC 900 VA	\$3,000	\$3,000
1	Licencia del Sistema Operativo de Red en español, incluye 5 licencias.	Microsoft Windows Server 2003	\$11,000	\$11,000
1	Licencia de Software de Procesador de texto, Hoja de Cálculo y editor de presentaciones	Microsoft Office 2007	\$7,200	\$7,200
			Total	\$274,200

## d) Análisis de gestión organizativa

En la descripción organizativa han de incluirse los protocolos de asignación de recursos médicos al proyecto tales como personal, equipamiento, dependencias y otros más. Deben quedar reflejados los cambios organizativos necesarios para poner en marcha el sistema, los compromisos de las instituciones participantes, plan de formación y retroalimentación del personal participante, compromisos de la gerencia para asumir los cambios organizativos.

En la descripción organizativa del proyecto se define el personal requerido, el perfil del puesto (aptitudes, actitudes, responsabilidades y condiciones de trabajo), la estructura organizativa definiendo relación laboral, canales de comunicación y niveles de autoridad para las dos fases del proyecto:

### 1) Análisis, Desarrollo e Implementación del proyecto

- Definición de Recursos Humanos
  - 1 Ingeniero en Gestión de Proyectos de Ingeniería Biomédica
    - Aptitudes
      - Conocimientos y experiencia en planeación, organización, definición y selección de personal, dirección y control de proyectos.
      - Experiencia en integración de sistemas de telecomunicaciones, computacionales y equipo médico.
      - Herramientas de control de proyectos

- Actitudes
  - Habilidad para motivar al personal técnico para que produzca de manera eficiente y eficaz conforme a sus mejores capacidades los resultados de proyecto.
  - Habilidad para amoldar procesos existentes o inventar unos nuevos que permita al concepto inicial transformarse en un producto final.
  
- Responsabilidades
  - Determinar objetivos y metas, definir alcance, desarrollar estrategias, determinar cursos de acción, desarrollar y establecer procedimientos, reglas, programas, predecir situaciones futuras, tomar decisiones, preparar presupuestos y documentar los planes del proyecto.
  - Analizar requerimientos específicos de recursos humanos, financieros, técnicos y materiales para el desarrollo de la plataforma de Telemedicina.
  - Identificar Tecnología Actual.
  - Identificar y agrupar las tareas requeridas, la infraestructura de requerida, establecer estructuras organizativas, definir niveles jerárquicos y responsabilidades.

- Proporcionar liderazgo, supervisar al personal del proyecto, delegar autoridad, motivar al personal, coordinar actividades, facilitar las comunicaciones, resolver conflictos.
- 1 Ingeniero en Computación
    - Aptitudes
      - Diseño de Bases de Datos.
      - Manejador de Base de Datos SQL Server y MySQL.
      - Programación Web: HTML, Visual Script, ASP.NET y PHP.
      - Instalación, administración y mantenimiento del Sistema Operativo Windows Server, Windows XP y Linux.
      - Instalación, administración y mantenimiento del Servidor Web IIS y Apache.
      - Diseño, instalación, y mantenimiento de Redes de Cómputo Ethernet.
    - Actitudes
      - Trabajo en equipo.
      - Responsabilidad y compromiso.
      - Servicio a los demás.
      - Conciencia ética y justicia social.

- Responsabilidades
  - Analizar el modelo actual de datos y definir modelo de migración de la información.
  - Identificar y validar requerimientos.
  - Analizar reportes necesarios.
  - Diseñar la aplicación Web.
  - Diseñar y desarrollar la base de datos, reportes e identificar la seguridad a nivel base de datos y por niveles de acceso.
  - Programar la aplicación Web.
- 1 Técnico en Computación
  - Aptitudes
    - Conocimientos de programación en HTML, PHP, Lenguaje SQL y manejadores de bases de datos SQL Server y MySQL.
  - Actitudes
    - Trabajo en equipo.
    - Responsabilidad y compromiso.
    - Servicio a los demás.
    - Conciencia ética y justicia social.

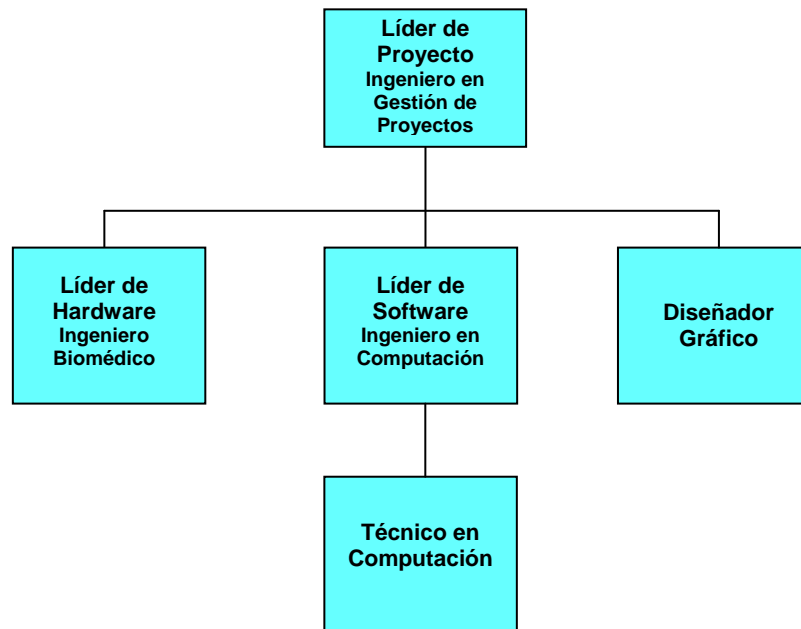


- Responsabilidades
  - Apoyar en el desarrollo y mantenimiento de la aplicación Web de la plataforma de telemedicina.
  - Capacitar a los usuarios en el uso de la aplicación Web.
  - Dar soporte al usuario de la aplicación.
- 1 Ingeniero Biomédico ó en Electrónica
  - Aptitudes
    - Análisis de Sistemas y Señales.
    - Bioinstrumentación.
    - Microcontroladores.
    - Circuitos eléctricos.
    - Electrónica Aplicada.
    - Conocimiento de normatividad nacional e internacional en equipos biomédicos.
  - Actitudes
    - Trabajo en equipo.
    - Responsabilidad y compromiso.
    - Servicio a los demás.
    - Conciencia ética y justicia social.

- Responsabilidades.
  - Diseñar y evaluar la tecnología biomédica necesaria para la realización del proyecto orientado por criterios de ética profesional, seguridad, ergonomía, viabilidad técnica y financiera y en cumplimiento de la reglamentación nacional e internacional.
  - Realizar comunicación efectiva con proveedores, médicos e ingenieros.
  - Orientar de manera eficiente al usuario médico sobre la utilización de equipo especializado en algún tratamiento o diagnóstico.
- 1 Diseñador gráfico.
  - Aptitudes.
    - Manejo del Sistema Operativo Windows o Macintosh dependiendo de la plataforma a utilizar (MAC o PC).
    - Manejo de Photoshop, Freehand, Dreamweaver y Fireworks.
  - Actitudes.
    - Trabajo en equipo.
    - Responsabilidad y compromiso.
    - Servicio a los demás.

- Responsabilidades.
  - Diseñar y desarrollar una interfaz gráfica atractiva, de fácil navegación y acorde con una imagen corporativa del sector salud, de la aplicación Web del sistema de telemedicina.

- Organización



- Comunicaciones

Para coordinar las acciones de los miembros del equipo serán necesarias reuniones de grupo para la divulgación de información y resolución de problemas; así como también para la definición y revisión de requisitos, de diseño y de presentación de informes de seguimiento e inspecciones de código.

La comunicación incluirá correo electrónico, vía telefónica y por sistemas de videoconferencia.

- Herramientas de desarrollo

- Hardware de Desarrollo

Se necesitarán 5 computadoras, una para cada miembro del equipo de Análisis, Desarrollo e Implementación del proyecto, una de estas computadoras será plataforma Macintosh destinada para las tareas del diseñador gráfico.

También se requerirá de una impresora de inyección de tinta a color.

- Software

- De Desarrollo

Herramienta que permita desarrollar y gestionar aplicaciones Web mediante la edición de scripts, adición de objetos y depuración de páginas hasta generación de HTML y uso de Páginas Activas del Servidor (ASP) con integración de bases de datos.

Además deberá contener funciones integradas de diseño y visualización de la navegación por el sitio hasta la personalización de la apariencia de páginas, y mantenimiento de enlaces.

Un sistema gestor de la base de datos para la creación, manipulación, tratamiento, y procesamiento de la base de datos.

- De paquetería

Procesador de texto, Hoja de Cálculo y Editor de Presentaciones y de Gestión de Proyectos.

- Materiales

Consumibles, papelería, equipos, instrumentos y herramientas de electrónica.

2) Puesta en funcionamiento del proyecto.

- Unidad hospitalaria de primer nivel o clínica familiar
  - Definición de Recursos Humanos
    - 1 Médico general
      - Aptitudes
        - Disponer de conocimientos sólidos acerca de las ciencias de la salud.
        - Capacidad para aplicar el método científico a la actividad clínica, integrar hipótesis diagnósticas y confirmarlas o descartarlas mediante el uso adecuado de los procedimientos de laboratorio y gabinete. Finalmente, decidir la terapéutica indicada para resolver el problema.
        - Conocimientos básicos de computación: Manejo de Sistema Operativo Windows XP y Paquetería (Procesador de Texto, Hoja de Cálculo, Power Point y Outlook).
      - Actitudes
        - Conducirse según los principios éticos y humanistas que exigen el cuidado de

la integridad física y mental de los pacientes.

- Examinar y atender los aspectos afectivos, emocionales y conductuales de los pacientes bajo su cuidado.
  - Promover el trabajo en equipo con otros médicos y profesionales de la salud.
- Responsabilidades
    - Establecer un vínculo de confianza y seguridad con el paciente.
    - Recopilar información sobre la situación del paciente haciendo uso del archivo clínico electrónico de la plataforma de telemedicina.
    - Organizar, analizar y sintetizar esos datos para obtener una orientación diagnóstica.
    - Diseñar un plan de acción en función de los procesos previos (definir tratamiento ó interconsulta empleando la plataforma de telemedicina).
    - Informar, concientizar y tratar al paciente adecuadamente.
    - Reconsiderar el plan en función del progreso y los resultados esperados

(cambio de tratamiento, suspensión y acciones adicionales).

- Dar el alta al momento de resolución de la enfermedad sino proporcionar medidas que permitan mantener el status de salud.
- 1 Enfermera
    - Aptitudes
      - Licenciatura en Enfermería y Obstetricia.
      - Dominio de los procedimientos y tecnologías básicas del campo de la enfermería.
      - Capacidad de análisis, síntesis, pensamiento crítico, capacidad plantear y resolver problemas, búsqueda y manejo de información, a través de diferentes medios para la toma de decisiones fundamentadas en la planeación del cuidado.
      - Conocimientos básicos de computación: Manejo de Sistema Operativo Windows XP y Paquetería (Procesador de Texto, Hoja de Cálculo, Power Point y Outlook).

- Actitudes
  - Disposición para trabajar en los proyectos colectivos de manera crítica y responsable.
  - Conciencia ética y justicia social
  - Establecer relaciones personales favorables, sustentadas en la comprensión y respeto por el otro.
- Responsabilidades
  - Actuar como enlace entre los servicios de salud y la población.
  - Ayudar a la comunidad a localizar sus problemas de salud, tomar conciencia de ellos y elaborar respuestas a los mismos a través del autocuidado.
  - Llevar a cabo intervenciones para el cuidado, tratamiento y rehabilitación de los enfermos, así como acciones de fomento y promoción de la salud.
  - Realizar funciones administrativas en la organización, dirección y gestión de los servicios de enfermería que garanticen el cuidado integral de las personas, la formación y actualización del personal de enfermería.



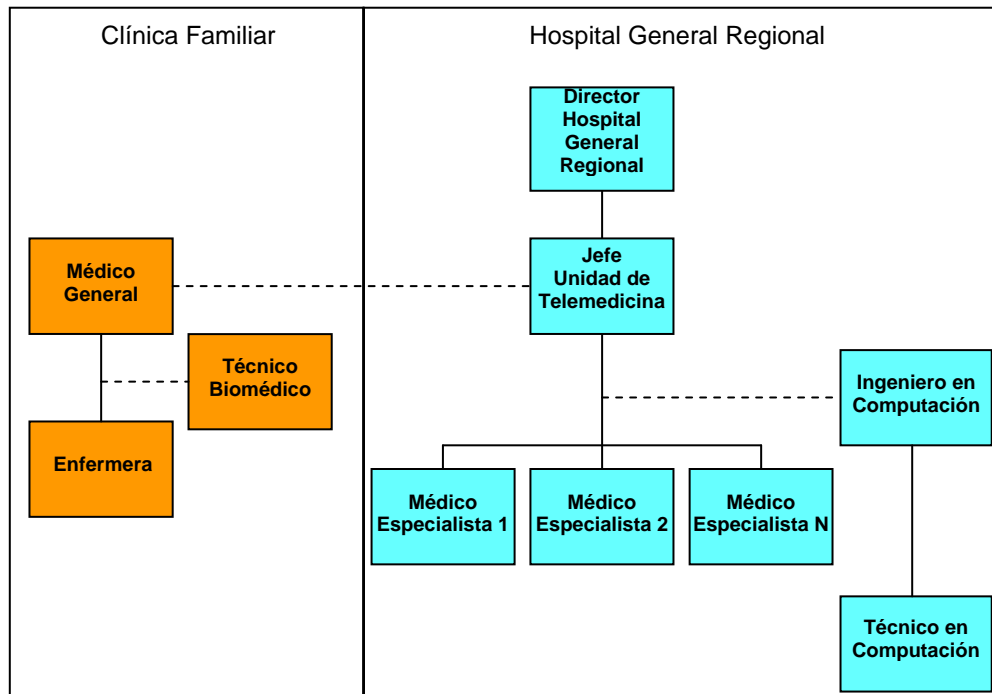
- 1 Técnico Biomédico
  - Aptitudes
    - Conocimientos de redes de cómputo, de mantenimiento preventivo y correctivo de PC´s y manejo de los equipos biomédicos que componen la plataforma de telemedicina.
    - Manejo de Sistema Operativo Windows XP y Paquetería (Procesador de Texto, Hoja de Cálculo, Power Point y Outlook).
    - Manejo y configuración de navegadores de Internet (Internet Explorer, Netscape y Mozilla).
  - Actitudes
    - Trabajo en equipo
    - Responsabilidad y compromiso
    - Servicio a los demás
    - Conciencia ética y justicia social
  - Responsabilidades
    - Dar soporte al usuario de la aplicación Web.
    - Asegurar el funcionamiento de los equipos biomédicos que integran la

plataforma de telemedicina de manera individual e integral.

- Realizar estudios de laboratorio (Biometría Hemática, Química Sanguínea, Estudio de Orina y Estudio Coproparasitológico) y estudios de gabinete (Rayos X y Electrocardiograma).
  - Capacitar a los usuarios en el uso de la aplicación Web.
  - Dar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo de cómputo y al equipo biomédico para que este opere en óptimas condiciones.
  - Reportar y registrar anomalías en el funcionamiento del equipo biomédico y del software de la plataforma de telemedicina.
- Unidad hospitalaria de segundo nivel o hospital general
    - Definición de Recursos Humanos
      - 1 Médico Cardiólogo.
      - 1 Médico Gastroenterólogo.
      - 1 Médico Oftalmólogo.
      - 1 Médico Hepatólogo.
      - 1 Médico Traumatólogo y Ortopedista.

- 1 Médico Ginecólogo.
- 1 Médico en Imagen (Radiología, Tomografía y Ultrasonido).
- 1 Médico Oncólogo.
- 1 Médico Patólogo.
- 1 Médico Dermatólogo.
- 1 Médico Urólogo.
- 1 Médico Endocrinólogo.
- 1 Médico Otorrinolaringólogo.
- 1 Ingeniero en Computación.
- 1 Técnico en Computación.

- Organización



- Comunicaciones

Para coordinar las acciones de los miembros del equipo serán necesarias reuniones de grupo para la divulgación de información y resolución de problemas; así como también para la definición y revisión de requisitos, de diseño y de presentación de informes de seguimiento e inspecciones de código.

La comunicación incluirá correo electrónico, vía telefónica y por sistemas de videoconferencia.

### e) Aspectos de impacto a ser evaluados

- Impacto en el proceso clínico: que mide los efectos de la introducción del sistema en el proceso clínico de atención frente al sistema alternativo.
  - Será necesario investigar si las características técnicas del sistema permitirán el diagnóstico, tratamiento y formación con calidad solucionando los problemas que se pretendían solventar y produciendo los resultados esperados en relación con el método tradicional. Para ello será indispensable documentar las dificultades técnicas, su frecuencia y la forma en que estas fallas del sistema de telemedicina afectan el acto médico y la existencia de algún plan de contingencia.
- Impacto en la salud del paciente: se refiere a los efectos producidos por la introducción del sistema en la salud del paciente frente al sistema alternativo.
  - Para medir los efectos del sistema de telemedicina en la salud del paciente no solo hay que tomar en cuenta los cambios en los indicadores de mortalidad o morbilidad,

sino también aspectos como el bienestar mental y emocional, la sensación de energía y vitalidad, la capacidad funcional, calidad y expectativa de vida del paciente.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta para conocer el impacto de un sistema de telemedicina es investigar los cambios en la satisfacción del paciente, su percepción de calidad o el aumento del autocuidado.

- El impacto del sistema de telemedicina en la accesibilidad se medirá por las posibilidades para los usuarios de acceder a la atención de su salud sin que esto le signifique cargas onerosas en comparación con el método tradicional. Para medir dicho impacto será necesario antes de introducir el sistema:
  - Identificar la población atendida en los centros de atención primaria, secundaria y terciaria.
  - Calcular la distancia y el tiempo de acceso para cada nivel de atención.
  - Contabilizar costos de transporte para pacientes como para el personal de salud.
  - Conocer el sistema actual de comunicación y acceso entre niveles de atención.
  - Averiguar el grado de adecuación de la atención a la salud otorgada.

Una vez introducido el sistema de telemedicina se deberá prestar atención a:

- Población beneficiaria (público en general, enfermos crónicos y población anciana) afectada por la telemedicina, tanto la incorporada como la excluida.

- Uso de sistemas de transporte en la zona.
- Grado de adecuación de la nueva atención a los problemas de toda la zona.
- Magnitud del ahorro que supone para pacientes, personal e instituciones de salud evitar desplazamientos.
- Repercusión del sistema en la gestión de la atención de la salud.
- Variación de la sensación de aislamiento de la población o del personal de salud.

Para conocer el impacto en el diagnóstico será indispensable conocer la forma habitual en que se realiza un diagnóstico dudoso antes de la introducción del sistema de telemedicina. Después de la introducción del sistema de telemedicina deberá registrarse el uso y rechazo de los pacientes del sistema en una atención inicial y en ocasiones posteriores, el número de casos dudosos, en los que el médico remoto realizó una teleconsulta realizando un diagnóstico eficaz evitando el desplazamiento del paciente.

Además se deberá investigar si con el uso del sistema se puede asociar una reducción de las listas de espera de los médicos especialistas y con un aumento en el acceso a los servicios de salud. Hay que tener especial cuidado pues la utilización del sistema de teleconsulta puede ser descendente debido a que el médico que solicita la interconsulta ha logrado mayor capacitación gracias al sistema o a que las anteriores consultas no fueron satisfactorias.

El impacto del sistema de telemedicina en el acceso al tratamiento y al seguimiento deberá determinarse investigando si con su uso se evitan desplazamientos al nivel de atención especializada. La

facilidad que proporciona al paciente para acceder a un especialista a través de un mecanismo de telepresencia desde el centro remoto. Y la posibilidad de que el médico acceda a los datos esenciales del paciente para el seguimiento de su enfermedad.

Otro aspecto a considerar es la sensación de seguridad que produce el uso del sistema de telemedicina en los pacientes.

Otro factor importante a registrar para medir el impacto en la accesibilidad será el cambio en el número de consultas tradicionales en la unidad hospitalaria de primer nivel debido al uso del sistema de telemedicina y la frecuencia con que los pacientes rechazaron y acudieron a las citas de seguimiento a través del sistema de telemedicina.

El impacto que se tenga en la accesibilidad a la formación del personal de salud se deberá registrar por el uso que los profesionales médicos den al sistema para acceder a información médica, sesiones clínicas remotas y cursos a distancia.

Si en realidad se está contribuyendo a la mejora de la formación del profesional médico, esto deberá reflejarse en la calidad de la atención proporcionada y en la reducción de costos por concepto de pasajes y viáticos por asistencia a congresos, simposiums y cursos de capacitación.

Por su parte, el impacto en la accesibilidad de la población a información en salud deberá medirse por la creación un clima de confianza de la población y un incremento en la cultura del autocuidado.

- En el impacto económico se deberán analizar y determinar con exactitud los costos de aplicación del nuevo sistema para el paciente, para el establecimiento y/o organización de salud, para las empresas aseguradoras y para la sociedad en general frente al esquema tradicional de atención a la salud.

Un principio básico que tendrá que tomarse en cuenta, en el análisis de costos, será el costo de oportunidad, costo que se paga (o el beneficio que se deja de obtener) por elegir una opción y no otra.

El sistema de telemedicina deberá generar beneficios que superen a sus costos. En caso de ser más caro que el método tradicional, el costo adicional se justificará siempre y cuando sean mayores los beneficios que genere respecto de la otra alternativa.

El impacto económico de la introducción del sistema de telemedicina en la organización de salud deberá medirse mediante diferencias en los costos de la atención médica respecto a la alternativa tradicional, relativos a partidas de personal, equipamiento, mantenimiento, servicios administrativos, consulta a especialistas, costos de tratamiento y seguimiento por episodio de enfermedad, viajes y derivaciones.

También deberá realizarse una valoración económica de la introducción del sistema de telemedicina en la reducción de listas de espera en el hospital, en la reducción del tiempo de diagnóstico, de la coordinación de servicios y de la utilización efectiva de recursos.

Se tendrá que hacer un análisis si el uso del sistema de telemedicina ha evitado la ampliación del hospital con salas de equipamiento costosas para atención especializada.

En lo respecta a recursos humanos, se deberá investigar la relación de la telemedicina con un aumento ó disminución de la productividad,



en la contratación de personal y cambios en el perfil de contratación de la red de salud.

Para conocer el impacto económico en los pacientes por la introducción del sistema de telemedicina será necesario determinar si se produjeron cambios en los costos médicos del paciente o de sus familiares.

Igualmente investigar los ahorros por haber evitado viajes a los pacientes y otros gastos en los que hubiera incurrido el paciente por el uso de una u otra alternativa de atención como por ejemplo gastos indirectos (días de trabajo perdido, reducción del rendimiento y otros). Y por último la aparición de nuevos gastos para los pacientes por la introducción del sistema de telemedicina.

- Impacto en la aceptabilidad: mide el grado de satisfacción o rechazo que provoca en los pacientes el sistema de telemedicina o el proceso de atención en su conjunto.

Otro tipo de impacto que la telemedicina tiene es en el aspecto social, ya que su uso hace que las personas que viven en núcleos urbanos pequeños o rurales no se sientan desprotegidas. Este efecto puede desanimar el éxodo hacia las grandes ciudades.

## f) Evaluación económica

Las tareas básicas de cualquier evaluación económica son: identificar, medir, valorar y comparar los costos y consecuencias de las alternativas consideradas.

En el caso de la telemedicina, las alternativas incluirían los sistemas convencionales de proveer salud. Consecuencias de ambos sistemas podrían ser comparados para ver que servicio representa el mejor uso de

los recursos. La evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto.

Por el momento se ha hecho un estudio completo del sistema que se pretende sustituir y de las características del sistema alternativo; se habrá determinado el tamaño óptimo del proyecto; se conocerá el proceso de implantación, así como la inversión necesaria para llevarlo a cabo.

Antes de empezar este estudio es importante tener definido el método y los indicadores que se utilizarán para evaluar el impacto del mismo. A pesar de conocer incluso los beneficios probables del proyecto, aún no se habrá demostrado si la inversión propuesta será económicamente rentable.

Es entonces cuando se debe utilizar algún método de análisis para comprobar la rentabilidad económica del proyecto. El dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de la inflación vigente, por lo que todo método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo, los cuales únicamente enunciaremos y no profundizaremos en el análisis de sus ventajas y desventajas. Dichos métodos de evaluación económica que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo son:

- Valor Presente Neto.
- Tasa Interna de Rendimiento.
- Evaluación Económica en caso de reemplazo de equipo y maquinaria.
- Razones financieras.
- Análisis de sensibilidad.
- Costos entre diferentes alternativas.
- Estudios de costo-efectividad.

## 9.3 Alcance del Proyecto

### 1) Definición del Alcance del Proyecto

El sistema de telemedicina se compone por un módulo de hardware y un módulo de software.

Las funcionalidades del módulo de software son las siguientes:

#### i. Expediente Clínico

Permite crear, actualizar y consultar la historia clínica electrónica única de los pacientes permitiendo su acceso desde cualquiera de los entornos sanitarios, así como el contar con información de estudios de laboratorio y de gabinete.

##### a) Creación, edición y consulta de expedientes.

Al registrar un nuevo paciente en el sistema, se debe generar un nuevo expediente en el que se almacenan sus datos e historia clínica. Este expediente se relacionará con los estudios posteriores que se realicen al paciente.

Se darán de alta los datos, por cada solicitud de estudios, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Identificador único.
- Fecha y hora de registro.
- Nombre del paciente (Nombres, Apellido Paterno y Apellido Materno).
- Fecha y Lugar de Nacimiento .
- Sexo.

- Tipo de Sangre.
- Domicilio (Calle y número, Colonia, Delegación y Municipio, Ciudad o Estado, Código Postal, País, Teléfono, Correo electrónico).
- Nombres de los contactos personales.
  - Parentesco.
  - Nombre (Apellido Paterno, Apellido Materno, Nombres).
  - Tipo de Sangre.
  - Domicilio (Calle y número, Colonia, Delegación o Municipio, Ciudad o estado, Código Postal, País, Teléfono y Correo Electrónico).
- Antecedentes Heredofamiliares.
  - Fecha de realización.
  - Antecedentes de Diabetes, Hipertensión Arterial, Enfermedad Vasculal Cerebral, Obesidad, Cáncer, Cardiopatías, Hepatopatías, Enfermedades Hematológicas y otros padecimientos.
- Antecedentes No Patológicos.
  - Fecha de realización.
  - Tabaquismo, Alcoholismo, Toxicomanías, Inmunizaciones, Hábitos alimenticios y Actividad y Preferencia sexual.

- Antecedentes Patológicos.
  - Fecha de realización.
  - Antecedentes Quirúrgicos.
  - Diabetes (Fecha de diagnóstico y Tratamiento).
  - Hipertensión Arterial.
  - Antecedentes Hematológicos.
  - Antecedentes Oncológicos (Fecha de diagnóstico, Descripción del Cáncer y Medicamento tomado).
  - Antecedentes Alérgicos.
  - Transfusionales (Número de transfusiones, fecha de realización y Motivo).
  - Antecedentes Traumáticos (Descripción y causa).
  - Antecedentes Fímicos (Haber padecido Tuberculosis).
  - Antecedentes Luéticos, o sea haber sido diagnosticado con sífilis, y todo lo relacionado a ella.
  - Otros padecimientos.
  
- Antecedentes Ginecoobstétricos.
  - Fecha de realización.
  - Fecha de primera menstruación.
  - Fecha de última menstruación.

- Ritmo.
- Duración del Sangrado.
- Fecha de Inicio de Vida Sexual Activa.
- Gestaciones, Partos y cuántos de éstos han sido prematuros, Cesáreas y Abortos.
- Partos macrosómicos.
- Cáncer de mama.
- Sangrado Transvaginal Activo.
- Fecha y resultado de último papanicolau.
- Fecha y resultado de última mastrografía.
- Padecimientos Diagnosticados.
- Consulta.
  - Nombre del Médico tratante.
  - Nombre del Hospital ó Clínica donde labora.
  - Correo electrónico del médico.
  - Fecha de consulta.
  - Síntomas.
  - Exploración Física (Frecuencia Cardíaca, Presión arterial, Temperatura, Frecuencia respiratoria, Pulso, Peso, Talla, Datos de la cabeza, cuello, tórax, abdomen, miembros superiores e inferiores, Datos genitales y Análisis Clínicos y Estudios de gabinete propuestos).

- Traslado en caso de que este se haya realizado, hospital receptor, motivo de envío, impresión diagnóstica, terapéutica empleada.
- Diagnóstico del padecimiento, el estatus de la enfermedad y la fecha de alta.
- Interconsulta.
  - Identificador de la consulta en que se solicitó interconsulta.
  - Fecha de la interconsulta.
  - Nombre del médico interconsultado y correo electrónico.
  - Hospital donde labora el médico interconsultado.
  - Criterios diagnósticos.
  - Sugerencias diagnósticas.
  - Sugerencias terapéuticas.
- Análisis Clínicos.
  - Registrar la fecha de realización y los resultados de Biometrías Hemáticas, Químicas Sanguínea, Estudios de Orina y Estudios Coproparasitológicos.
- Estudios de Gabinete.
  - Registrar la fecha de realización y los resultados de Electrocardiogramas y de Rayos X.

b) Eliminación de expedientes

De acuerdo a los privilegios del usuario, se podrán eliminar expedientes clínicos.

**ii. Agenda del médico**

- Programar citas y eventos del médico general y las interconsultas con médicos especialistas.
- Administrar y organizar las citas

**iii. Biblioteca**

- Diccionario médico.
- Catálogo Internacional de Enfermedades.
- PLM.
- Artículos de medicina.
- Acceder a publicaciones científicas.
- Ver ligas de sitios de Internet recomendados.

**iv. Noticias**

Publicación de las noticias del sector salud a nivel internacional, nacional, regional y local.

**v. Correo electrónico**



El módulo de hardware está compuesto por:

- 1) Estación de Telemedicina en Unidad de Atención de Primer Nivel ó Clínica Familiar. Es un equipo que podrá ofrecer servicios de:
  - Captura, visualización y almacenamiento de imágenes fijas y en movimiento que provienen de cámaras y equipos médicos con salida de video.
  - Captura, visualización y almacenamiento de señales biológicas (ECG, audio) provistas por equipos médicos que pueden comunicarse por el puerto serial o el puerto paralelo.
  - Comunicación en red con otro computador, basado en la filosofía de trabajo del protocolo de comunicación H.323.

La estación de telemedicina está constituida por:

i. Equipos periféricos

Herramientas de evaluación médica como estetoscopio, electrocardiógrafo, ultrasonido entre otros.

Cada uno de estos dispositivos deberá tener capacidad de transmitir imágenes y datos de pacientes en formato DICOM.

ii. Sistema de Videoconferencia

Las señales provenientes de los equipos periféricos serán capturadas en las entradas del equipo de videoconferencia que posee un dispositivo llamado CODEC (Codificador-Decodificador) encargado de agrupar todas estas señales y prepararlas para su futura transmisión a distancia. Además soportará aplicaciones para intercambiar texto, audio y video en tiempo real.

iii. Equipo de cómputo con conexión a Internet

Acceder al sistema de expediente clínico electrónico y enviar texto, imágenes, voz y video en tiempo real y de manera diferida.

2) Estación de Telemedicina en Unidad de Atención de Segundo Nivel ó Hospital General

Esta constituida por:

- i. Equipo de cómputo con conexión a Internet.
- ii. Sistema de Videoconferencia.
- iii. Sistema de Visualización de Imágenes Médicas.

## 9.4 Metodología

### a) Análisis

- Modelo Actual de Datos.

En la unidad de atención de primer nivel ó clínica familiar está un médico que está recién graduado ó cursa el último año de la carrera y además posee poca experiencia práctica.

En lo que respecta al expediente clínico este frecuentemente es recopilado de manera escrita y no cuenta con los elementos técnicos requeridos. Existen fallas para su correcto llenado, actualización, lectura, manejo y archivo; a menudo hay duplicaciones o extravíos y deterioro por el uso de expedientes clínicos en papel.

A menudo se cuenta con una sola copia del expediente del paciente por lo que existe el riesgo importante de perder el expediente completo,

especialmente en los casos cuando éste debe transportarse junto con el paciente de un centro de atención a la salud a otro (por ejemplo, en consultas de especialidad o traslado a hospitales de mayor nivel).

Se observó la dificultad de reconstruir la historia clínica de un paciente que ha sido atendido por distintos especialistas a lo largo del tiempo. Con las imágenes médicas el problema se complica ya que es común encontrar que un número importante de placas no se encuentran en el archivo radiológico debido a que están en manos de médicos que no las han reintegrado al archivo.

No se toman en cuenta datos esenciales en el manejo del expediente clínico como resultados de laboratorio, imagenología, interconsultas, valoraciones y en las notas de egreso se omiten con frecuencia los diagnósticos finales y su fundamento, así como los problemas pendientes y el plan terapéutico.

Las consultas de los expedientes en casi todos los casos se hacen en forma manual y en muchas ocasiones dependen de la eficiencia de empleados poco capacitados para efectuarlas. La búsqueda de otros datos relevantes o asociados al expediente pero no integrados a éste es muy difícil.

Frecuentemente deben repetirse estudios por falta de su interpretación o extravío en el expediente clínico teniendo como consecuencias una exposición innecesaria a la radiación y un incremento en costos (insumos, personal empleado y costos administrativos).

Lo anteriormente expuesto hace patente la necesidad de llevar a cabo un seguimiento a largo plazo de los pacientes para llevar un registro de la evolución de padecimientos crónicos y para evaluar las consecuencias de ciertos tratamientos a largo plazo.

Por lo que el empleo de una base de datos e imágenes tendría como ventajas el permitir el acceso e intercambio de información clínica con fines de atención, seguimiento, enseñanza, investigación, archivo y análisis, permitiendo también establecer búsquedas bajo varios criterios.

- Definir Modelo de Migración de Información.

En la mayor parte de las unidades de atención, ya sea clínicas familiares o hospitales generales de zona, el expediente clínico está escrito en papel y son contadas las unidades de atención que tienen almacenados los expedientes en una base de datos.

La información de los expedientes clínicos escritos en papel se alimentarán directamente en la base de datos del expediente clínico electrónico y aquéllos expedientes almacenados en una base de datos se migrarán a la base central del expediente clínico electrónico.

- Identificar Cambios en Procesos Críticos.

Al realizar una consulta, el médico de la clínica familiar tendrá que llevar a cabo los siguientes procedimientos empleando el sistema de telemedicina:

- a. Conectarse al sitio en Internet que contiene la aplicación Web del expediente clínico electrónico.
- b. Buscar el expediente del paciente. Si este no existe, deberá crear un nuevo expediente, recolectar y capturar la información solicitada por el sistema.
- c. Efectuar la exploración física del paciente.
- d. Fotografiar zonas afectadas.

- e. Emplear los equipos médicos de diagnóstico para recolectar información como señales e imágenes del paciente. Deberá haber recibido un entrenamiento en las técnicas básicas en el uso de estos equipos.
  - f. Solicitar una interconsulta en los casos que considere necesario.
  - g. Para evitar errores en la captura de la información, el médico especialista guiará el proceso de captura en las primeras sesiones para indicar que datos precisa exactamente, esto se puede hacer a través del sistema de videoconferencia de la plataforma de telemedicina.
  - h. El médico de la clínica rural deberá capturar toda la información del paciente (datos clínicos, señales, imágenes, sonidos y videos) en el expediente clínico electrónico, de esta manera el médico especialista podrá revisar la información y enviar sus comentarios y sugerencias diagnósticas y terapéuticas al médico de la clínica familiar o rural.
- Identificación y Validación de Requerimientos.

La primera inquietud resultó ser la facilidad de uso y conexión del sistema, esto motivó a proseguir con el diseño de la interfaz gráfica siguiendo las pautas de la usabilidad del software. En segundo lugar se nos sugirió incluir una ayuda al programa final, para que el usuario tenga información sobre el sistema.

- Análisis de Reportes.

Los reportes que los médicos consideran necesarios que el software de telemedicina emita, se listan a continuación:

- El expediente completo del paciente que contenga información de: datos personales, nombres de contactos personales, antecedentes heredofamiliares, no patológicos, patológicos y ginecoobstétricos, éstos últimos en caso de ser mujer.
- Consulta efectuada (Nombre del médico tratante, nombre del hospital ó clínica donde labora, fecha de consulta, síntomas, exploración física, diagnóstico del padecimiento, terapéutica recomendada).
- Interconsulta (Fecha de la interconsulta, nombre del médico interconsultado, hospital donde labora, criterios y sugerencias diagnósticas y sugerencias terapéuticas).
- Resultados por separado de biometrías hemáticas, químicas sanguíneas, estudios de orina y estudios coproparasitológicos que contengas fecha de realización.
- Resultados de estudios de rayos X y electrocardiogramas con fecha de realización.
- Agenda del médico.

## b) Diseño

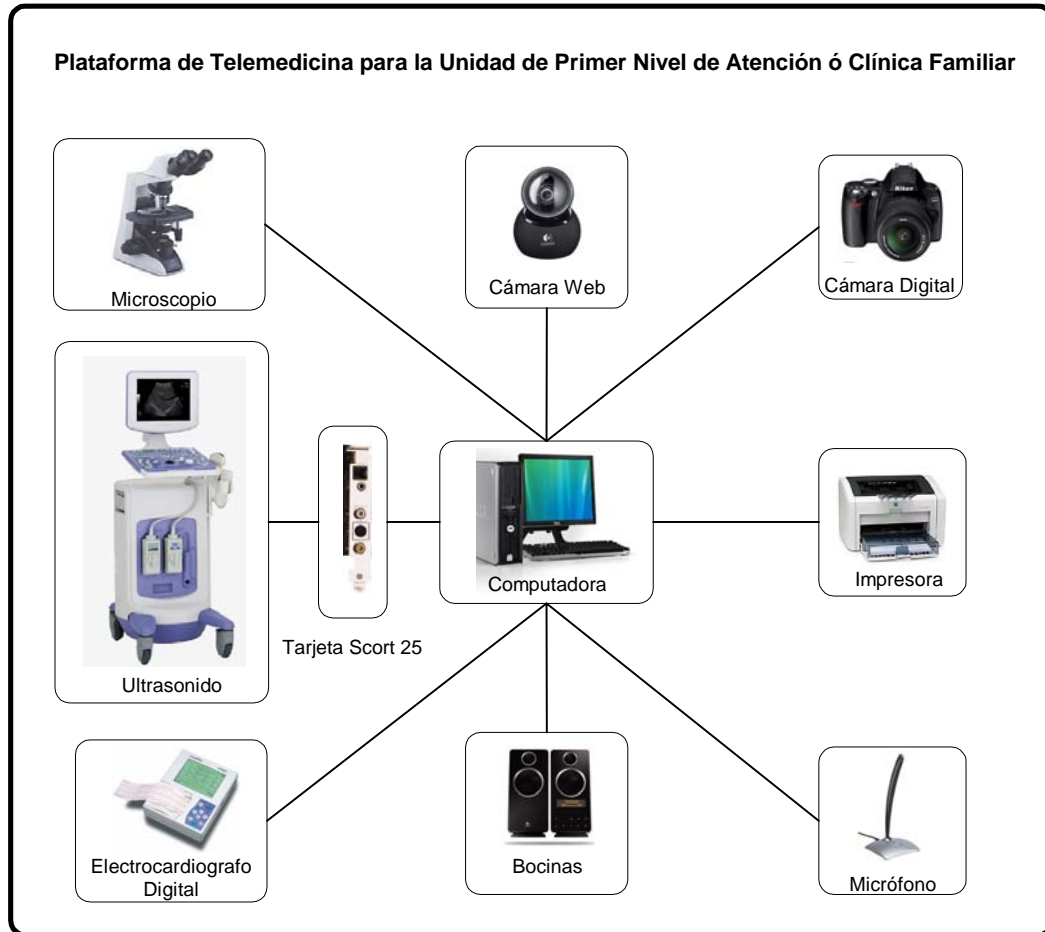
- Diseño de la Solución.

A continuación se presentan los criterios de diseño de la plataforma de telemedicina, cubriéndose los aspectos de desarrollo de la interfaz gráfica de usuario; descripción de los requerimientos de hardware básicos en la estación y requerimientos de software que incluirán el control por la computadora de los equipos médicos periféricos seleccionados y la selección de protocolos de comunicación para el intercambio de información entre una unidad médica de primer nivel y una unidad médica de segundo nivel.

La arquitectura del diseño de la plataforma de telemedicina de la unidad médica de primer nivel está compuesta por los módulos de hardware y software.

El módulo de hardware consta de una PC, cuyas especificaciones técnicas ya fueron descritas anteriormente; de una cámara de videoconferencia para ser utilizada como cámara de paciente que soporta aplicaciones para intercambiar texto, audio y video en tiempo real; una cámara digital para fotografiar radiografías, muestras de patología y para aplicarse en dermatología; un equipo de ultrasonido, un estetoscopio (conectado a través del puerto serial ó la entrada de audio), un equipo de electrocardiografía (conectado a través del puerto serial), un microscopio digital para histopatología con adaptador para cámara digital y un videoscopio.

El diagrama siguiente ilustra la plataforma de telemedicina de la unidad de primer nivel ó clínica familiar.



Con estos equipos se garantizan aplicaciones de telemedicina para las especialidades de cardiología, gastroenterología, urología, dermatología, psiquiatría, medicina general, ginecoobstetricia, medicina interna, histopatología, pediatría y radiología (transmisión de imágenes de rayos X y ultrasonido).

Se incluyó una tarjeta de videoconferencia escort25, la cual se instala en la parte interna del CPU y puede operar en diversas plataformas o sistemas operativos. Esta tarjeta trabaja empleando el protocolo H.323. Opera en ambiente de red local, con una máxima transferencia de información de 1.5 Mbps, adicionalmente en calidad de video se pueden transmitir hasta 30 cuadros por segundo.



Esta tarjeta de videoconferencia, tiene dos entradas de video, una de video digital y otra analógica; adicionalmente posee una entrada de audio por donde se puede instalar un micrófono u otra fuente de audio.

Para conectar el hardware a la tarjeta de videoconferencia, se plantearon dos opciones: 1) Emplear una tarjeta de captura de video para los equipos de salida analógica y luego llevar la señal a la entrada digital de la tarjeta Escort 25. 2) Diseñar un hardware adicional que actúe como multiplexor de video.

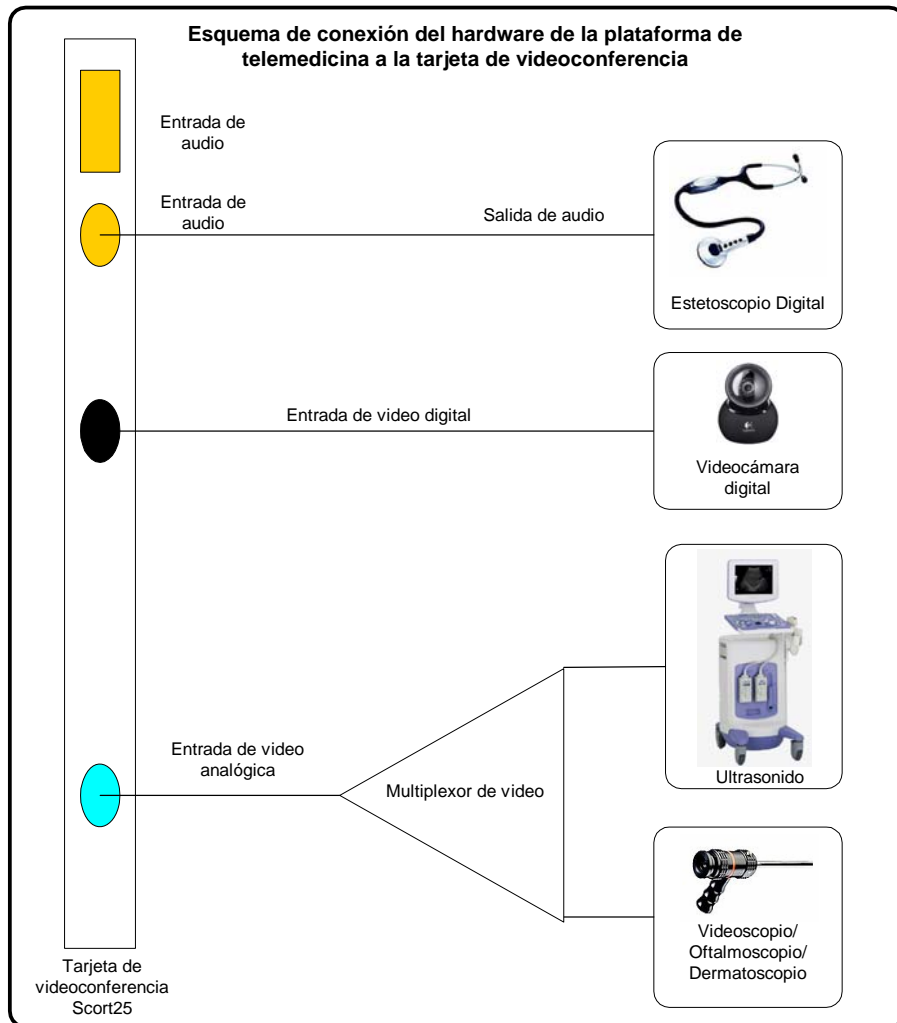
La primera opción resulta costosa, por el número de tarjetas de adquisición de video necesarias para cada equipo, además estas deben tener opciones para comprimir en formatos aceptados para la transmisión de imágenes médicas y además tener la capacidad de memoria interna para el procesamiento de dichas imágenes.

La segunda opción, la tarjeta de videoconferencia recibe la señal analógica del equipo médico y de esta manera se aprovecha el algoritmo de comprensión que ella trae de fábrica, además el médico se le presenta en pantalla los diferentes equipos de video y este puede seleccionar uno a la vez. Se optó por la segunda opción por ser más económica y funcional.

Las señales provenientes de los equipos médicos son capturadas en las entradas de la tarjeta de videoconferencia que posee un dispositivo llamado CODEC (Codificador-Decodificador) encargado de agrupar todas estas señales y prepararlas para su transmisión a distancia.

Como primer paso se identifican las características eléctricas de cada uno de los equipos para separar las fuentes de video según sean analógicas o digitales.

En la siguiente figura se muestra el esquema de conexión del hardware de la plataforma de telemedicina.



En lo que corresponde al módulo de software de la plataforma de telemedicina. Este estará integrado por:

Un sistema informático del Expediente Clínico Electrónico, al que los usuarios accederán desde cualquier nivel de atención a través de Internet a un Servidor Web que contiene dicho sistema ó aplicación Web. La facilidad para actualizar y mantener la aplicación Web sin distribuir e instalar el software en cada una de las computadoras ubicadas en las unidades de atención es una razón de su uso.

El sistema de Expediente Clínico Electrónico esta programado en Lenguaje Visual Script, HTML y un lenguaje interpretado del lado del

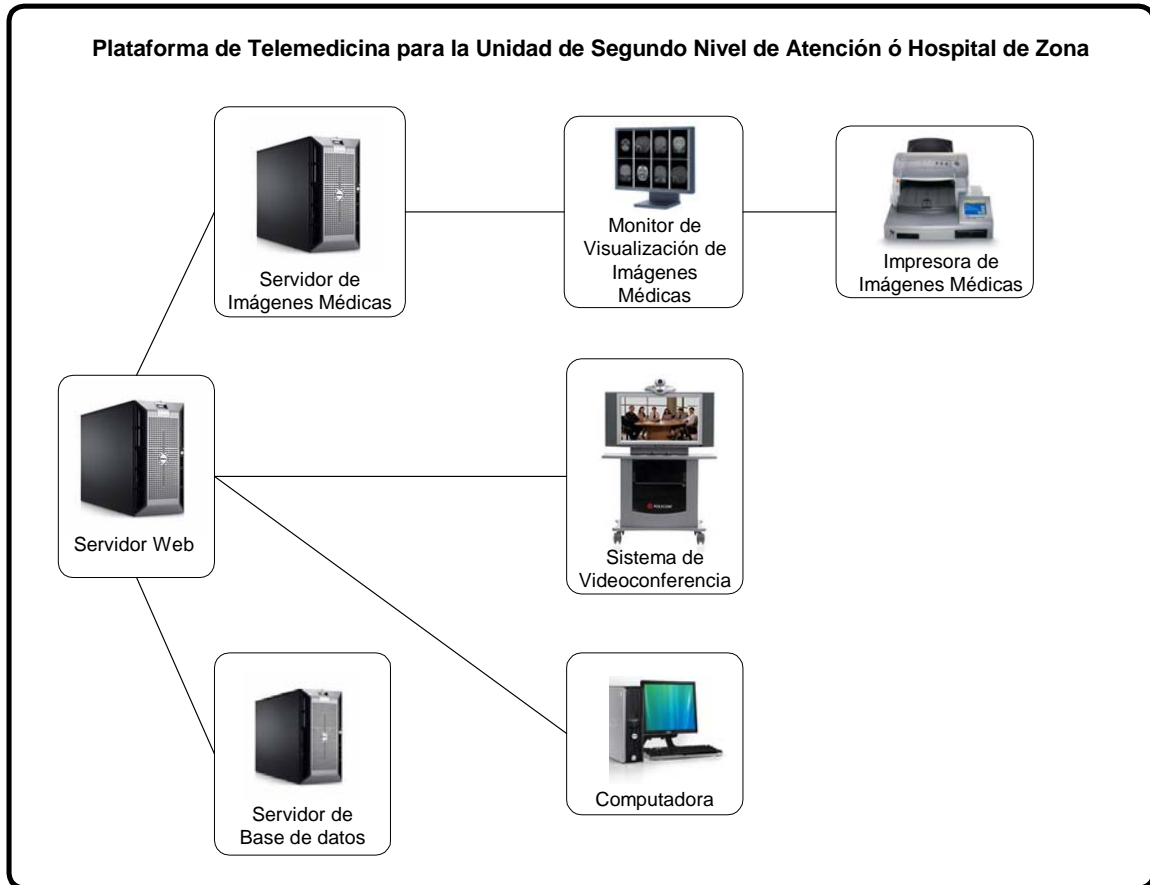
cliente, llamado JavaScript, para añadir más funcionalidad a la interfaz de usuario.

La aplicación Web está estructurada en tres capas. El navegador Web es la primera capa; un motor usando tecnología Web dinámica ASP es la capa de en medio, y la base de datos del expediente clínico es la última capa. El navegador Web manda peticiones a la capa media, que la entrega valiéndose de consultas y actualizaciones a la base de datos generando una interfaz de usuario.

Por su parte, el hardware para la plataforma de telemedicina de la unidad hospitalaria de segundo nivel ó hospital general de zona estará integrado por una computadora, un monitor de visualización de alta resolución para el análisis de las imágenes médicas enviadas por la clínica familiar y un equipo de videoconferencia.

En lo que respecta al software que se empleará en la unidad de segundo nivel, los usuarios accederán también vía Internet a la aplicación Web del Sistema del Expediente Clínico Electrónico como lo realizan los usuarios de la unidad de atención de primer nivel ó clínica familiar.

A continuación se muestra el esquema del hardware de la plataforma de telemedicina de la unidad hospitalaria de segundo nivel ó hospital general de zona.



En lo que se refiere al ambiente de trabajo y empleo de la plataforma de telemedicina en la unidad de atención de primer nivel, éste se describe a continuación:

- El técnico biomédico pregunta al paciente su nombre, su CURP o su número de Seguridad Social para buscar el expediente clínico correspondiente en la aplicación Web correspondiente accedendo previamente vía Internet a la dirección correspondiente. En caso de no haber expediente crea uno nuevo y captura los datos personales del paciente.
- El médico a continuación interroga al paciente sobre su historial clínico y sobre los síntomas que presenta y escribe esta información en el apartado de antecedentes y en el de consulta respectivamente.

- Realiza una exploración física del paciente (Frecuencia Cardíaca, Presión arterial, Temperatura, Frecuencia respiratoria, Pulso, Peso, Talla, Datos de la cabeza, cuello, tórax, abdomen, miembros superiores e inferiores y datos genitales). Captura esta información en el apartado de consulta del expediente clínico electrónico del paciente.
- En caso de ser necesario sugiere análisis clínicos (biometría hemática, química sanguínea, estudio de orina, coproparasitológico) y estudios de gabinete (rayos X y electrocardiograma) y de histopatología.
- El técnico biomédico efectúa los estudios de laboratorio y captura los resultados en el expediente clínico del paciente en la sección correspondiente.
- En lo que se refiere a los estudios de gabinete, obtiene las placas de rayos X solicitadas y en el caso necesario, un electrocardiograma.
- A continuación fotografía con la cámara digital las placas de rayos X, electrocardiogramas, muestras de histopatología observadas en el microscopio y partes del cuerpo del paciente afectadas con algún padecimiento.
- En seguida realizará un proceso de compresión previo entrenamiento, de los archivos de las imágenes obtenidas y almacenará éstas en el expediente del paciente en el apartado correspondiente.
- Entonces el médico con los elementos suficientes, emitirá un diagnóstico y un plan terapéutico.

Si el médico de la clínica familiar determina la necesidad de realizar una interconsulta con un especialista del hospital general de zona, el esquema de colaboración y uso de las plataformas correspondientes en cada unidad se muestra en la figura siguiente:

El médico de la unidad de primer nivel podrá realizar la interconsulta con el médico especialista del hospital general de zona por dos vías:

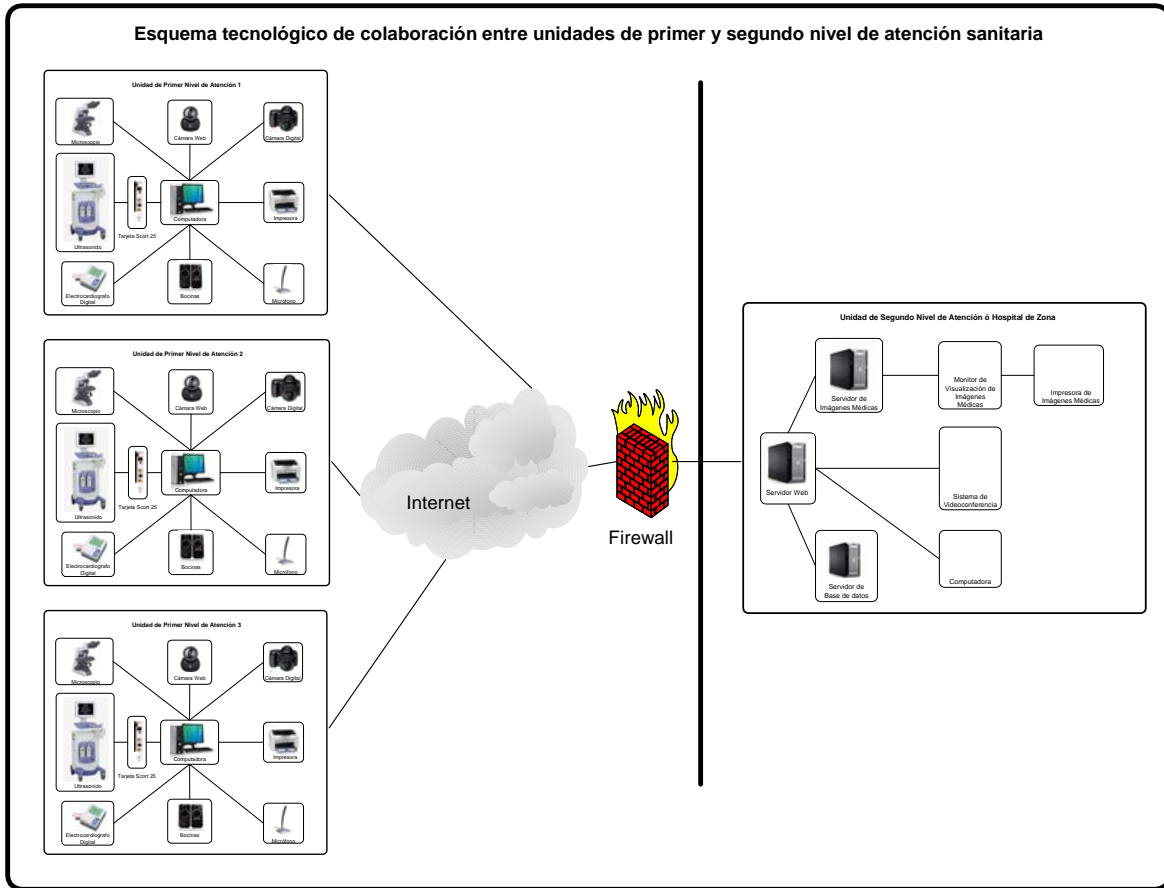
- 1) Agendar una interconsulta en la que esté presente el paciente en estudio, donde se empleará el sistema de videoconferencia de las plataformas de telemedicina de la unidad de primer y segundo nivel.

El médico interconsultado podrá interrogar al paciente y trabajar de manera colaborativa con el médico general, apoyando en tiempo real al médico de la clínica familiar en efectuar estudios de ultrasonido, análisis de imágenes de placas de radiografía, de histopatología y de regiones de interés del paciente, almacenadas previamente y finalmente emitir un diagnóstico y un plan terapéutico.

- 2) Solicitar sugerencias diagnósticas mediante correo electrónico de un paciente en particular. El médico interconsultado proporcionará sus sugerencias diagnósticas y terapéuticas en el Expediente Clínico Electrónico del paciente.

El médico general las llevará a cabo y se comunicará con el médico interconsultado para informarle del estado o avance del paciente y de considerarlo necesario ambos médicos, se agendará una interconsulta por videoconferencia.

A continuación se muestra el esquema colaborativo entre las unidades de primer nivel ó clínicas familiares con el hospital general de zona ó unidad de segundo nivel.



- Diseño de Reportes.

Cada reporte deberá contener los siguientes datos:

- Escudo de la institución.
  - Nombre de la unidad hospitalaria que emite el reporte.
  - Domicilio y teléfono de la unidad.
  - Nombre de la sección ó apartado impreso.
  - Contenido de la información de la sección ó apartado correspondiente.
  - Fecha y hora.
  - Número de páginas del reporte.
  - Nombre del médico y Cédula Profesional.
  - Firma del médico tratante.
  - El reporte deberá ser impreso por ambas caras de la hoja.
- Diseño de la Base de Datos.

El diseño de la base de datos se basó en la Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998 del Expediente Clínico.

El diagrama de Entidad-Relación (Ver Anexo A) se empleó para el modelado de datos del sistema del Expediente Clínico Electrónico, con la cual se logran visualizar las entidades que pertenecen a la Base de Datos, sus atributos y como se vinculan mediante relaciones dichas entidades.



La base de datos del Sistema del Expediente Clínico Electrónico está normalizada para evitar la redundancia de los datos, evitar problemas de actualización de los datos en las tablas y proteger la integridad de los datos.

- Consideraciones de Seguridad y Control.

- a. Riesgos por fallas del sistema.

- Puede haber una pérdida de datos por fallas de comunicación con los dispositivos.

- b. Áreas de riesgo de acceso y nivel de control minimizados.

- Asignación adecuada de los privilegios de usuarios.

- c. En el ámbito del usuario.

- El usuario debe darse de alta correctamente, considerando el perfil de usuario así como sus privilegios individuales y por grupo.

- d. En el ámbito de los archivos.

- Los archivos deben almacenarse en las carpetas asignadas por el sistema.

- e. En el ámbito de los registros.

- Los registros pueden modificarse dependiendo de los privilegios del usuario. Si no se asignaron correctamente los privilegios, el usuario podría usarlos indebidamente.

f. En el ámbito de los campos.

Cuando sea necesario cambiar la descripción de los campos definidos en las tablas del sistema, se hará la conversión necesaria para que no haya pérdida de información. Esta actualización de las tablas sólo es manejada por el administrador del sistema.

g. En el ámbito de los programas.

El usuario puede instalar nuevamente los programas que haya perdido.

h. En el ámbito de la red.

Si la conexión de red falla, no se establecerá una comunicación adecuada entre clientes, y es posible que se pierdan archivos que se estaban transfiriendo en ese momento.

i. Control de acceso al sistema.

El control de acceso al sistema es mediante privilegios asignados a los usuarios, estos privilegios dependen del grupo al que pertenecen y de la configuración del usuario.

j. En las bitácoras se almacenarán mensajes que no pueden transmitirse en ese momento, las bitácoras se actualizarán periódicamente para enviar posteriormente los mensajes que se habían almacenado en ellas. Si ocurriera una falla en las bitácoras se retrasará el envío de mensajes. Si el destinatario no responde a alguna notificación es porque no la recibió y debe ser reenviada.

## C) Desarrollo

- Desarrollo.

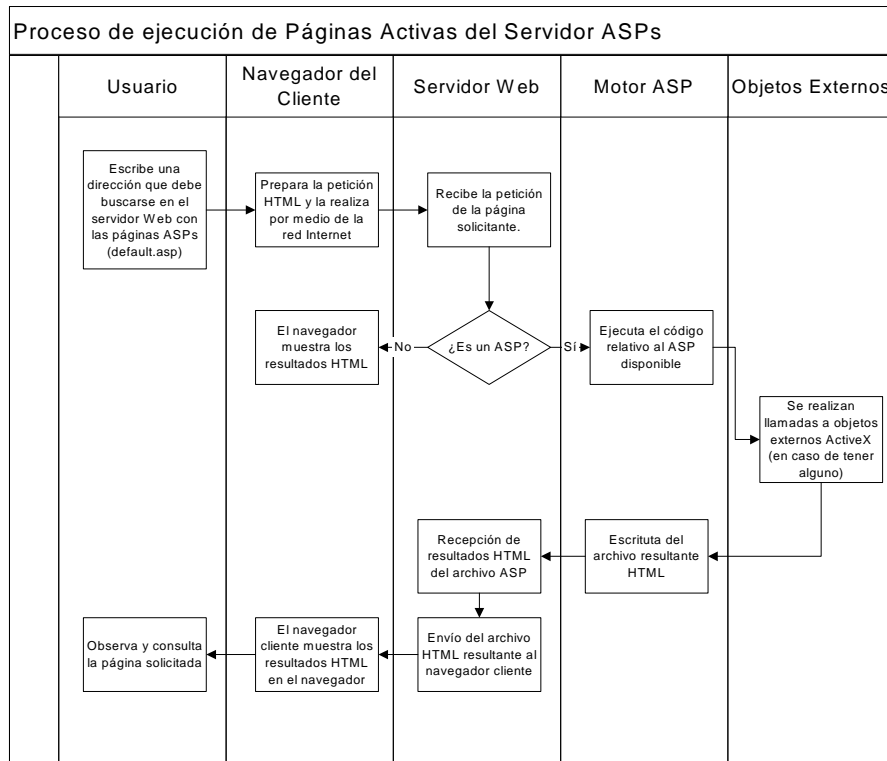
En una primera instancia se instaló el manejador de base de datos SQL Server, con el cual se construyeron las tablas con sus respectivos campos y se establecieron relaciones entre entidades, apoyándose en el diseño del Diagrama Entidad-Relación. Se definieron llaves, tipos de datos de los campos y se introdujeron registros en cada tabla.

A continuación se hicieron pruebas de creación, consulta y eliminación de registros.

La aplicación Web del Expediente Clínico Electrónico se construyó empleando tecnología ASP (Active Server Page) que emplea como lenguaje de programación Visual Script, además de código HTML.

Cuando el navegador solicita una página ASP, el servidor procesa primero el código ASP antes de enviar al cliente la página Web resultante. Sin embargo, si pretendemos que la página ASP tome decisiones basándose en los datos introducidos por el usuario, se emplean formularios.

El proceso de ejecución de la página se refleja en el siguiente proceso:



Un formulario tiene dos tareas: recopilar información del usuario y enviarla a una página Web para su procesamiento. Por medio de un formulario, una página ASP puede obtener los datos introducidos por el usuario y tomar decisiones programáticas basándose en dichos datos.

Los cuatro métodos de obtención de datos de un usuario son a través de un cuadro de texto, un cuadro de lista, una casilla de verificación o un botón de opción.

Los formularios son un mecanismo para transferir información de una página a otra. Un formulario es enviado cuando el usuario confirma que ha terminado de introducir la información, normalmente haciendo clic en un botón.

Se utilizó un lenguaje interpretado del lado del cliente, llamado JavaScript, que sirvió para validar los datos introducidos por el usuario en cada formulario de cada página ASP.

Para ingresar al sistema se programó una página ASP de inicio al ingresar la dirección del sitio del expediente clínico en el URL. En esta pantalla los usuarios, previamente registrados en la base de datos del Expediente Clínico, tendrán que introducir una clave de usuario y una contraseña con el para acceder al sistema. La clave de usuario será única y homogénea y se pretende que esta sea el número de cédula profesional del médico.

Inmediatamente después de que el Sistema del Expediente Clínico Electrónico permita el acceso al usuario, lo deberá obligar a leer las condiciones de uso del sistema y el objetivo de la plataforma de telesalud y del Expediente Clínico Electrónico.

Se programó una página ASP por cada apartado del expediente clínico. Cada página ASP contiene un formulario con la información correspondiente del apartado del expediente clínico. Dicha página ASP hace llamado a otra página ASP, que realiza operaciones de inserción, actualización o eliminación de información en la base de datos, operación según haya sido seleccionada por el usuario.

Se hicieron pruebas de código para cada programa que consistían en introducir datos correctos como incorrectos verificar que se producen los resultados esperados.

Posteriormente se realizó una evaluación de los proveedores de equipo de cómputo, hardware, periféricos, equipo biomédico, software y del servicio de comunicación (Red Digital de Servicios Integrados), empleando una guía de evaluación elaborada previamente con los aspectos técnicos más importantes. También se evaluó el aspecto económico. Por último se definió el equipo (marca y modelo) a utilizar y el proveedor con el que se adquiriría y contratarían los equipos y servicios de red de comunicación de la plataforma de telemedicina.

Se conectó el equipo de cómputo y otros periféricos como impresora, teclado, mouse y bocinas, se instaló la tarjeta codec internamente en el CPU. En la entrada de video analógico se instaló un multiplexor de video que recibe varias entradas de video analógicas como una señal de imagen de ultrasonido.

En la entrada digital se conectaron los dispositivos digitales como la cámara fotográfica y de video digital. La entrada digital posibilita también conectar otros periféricos médicos como un electrocardiógrafo digital.

Con la cámara digital se tomaron fotografías de radiografías e imágenes de muestras histopatológicas y de áreas de piel. El microscopio permite el acoplamiento y montaje de la cámara digital.

Se configuró en el equipo de cómputo, el sistema operativo, el navegador de Internet, se instaló el software de paquetería, el de transmisión en red de video, imágenes, audio y datos y el de compresión de imágenes.

En la última etapa del desarrollo se hicieron pruebas de captura de imagen, video y datos de los equipos médicos y de su transmisión al equipo de cómputo.

Se efectuaron pruebas de escenarios de uso, en las que varios médicos e ingenieros biomédicos validaron el modelo siguiendo la lógica de los escenarios de uso.

Se probó la interfaz gráfica del usuario de la plataforma de telemedicina para las unidades de primer y segundo nivel, para garantizar que cumple los estándares y requerimientos definidos.

Por último se realizaron pruebas de integración para verificar que los módulos del software y hardware de la plataforma de telemedicina funcionan conjuntamente y de acuerdo a las entradas apropiadas y no apropiadas se producen los resultados esperados.

Hay que puntualizar que las pruebas de comunicación entre las plataformas de telemedicina de las unidades de primer y segundo nivel, se realizaron empleando una red local. Es decir ambas plataformas se localizaban en un mismo lugar.

- Desarrollo y Adaptación de Reportes

Para el desarrollo de los reportes se utilizó el software Crystal Reports que es una herramienta útil para diseñar y generar reportes de una gran variedad de sistemas gestores de bases de datos.

Crystal Reports se conecta a las bases de datos empleando controladores de bases de datos. Cada controlador controla un tipo de base de datos específico o la tecnología de acceso a bases de datos.

Con el fin de ofrecer el acceso a datos más flexible para los programadores, los controladores de base de datos de Crystal Reports se han diseñado para proporcionar un modelo de extracción e inserción de acceso a datos.



Crystal Reports utiliza una funcionalidad de arrastrar y colocar un objeto de informe (Campos de base de datos, de fórmula, de parámetro, de nombre de grupo, de total acumulado, de resumen y gráficos) en una sección de informe. A continuación se utiliza la ventana Propiedades o el

menú contextual para dar formato al objeto y así construir un layout del informe de acuerdo a las necesidades del usuario.

Una vez construido el layout del informe, este es guardado con la extensión RPT. El informe podrá ser ejecutado las veces que uno desee y si la base de datos ha sido modificada, los informes reflejarán dichos cambios. El reporte podrá ser visto en tanto pantalla, imprimirse en papel como ser exportado a un formato de archivo PDF.

- Validación del Prototipo

El prototipo del software de la plataforma de telemedicina fue construido atendiendo los requerimientos y sugerencias de los profesionales médicos. La validación del prototipo de software y de toda la plataforma de telemedicina se deberá efectuar en operación por los mismos profesionales médicos que la utilizan en las unidades de atención de primer y segundo nivel.

La validación de la plataforma de telemedicina, deberá demostrar:

- Fiabilidad: Capaz de dar los mismos resultados bajo las mismas condiciones.
- Eficiencia: Utilización óptima de los recursos del sistema.
- Robustez o Tolerancia a Fallos: No poseer comportamiento catastrófico ante situaciones excepcionales.
- Corrección: Deberá ajustarse a las especificaciones dadas por el usuario y sin errores de diseño y codificación.
- Adaptabilidad: Fácilmente modificables algunas de sus funciones sin afectar al resto.
- Portabilidad: Capacidad de poder integrarse en entornos distintos con un mínimo esfuerzo.



- Inteligible: Que tenga un diseño claro y fácil, bien documentado y estructurado.
- No erróneo: No debe haber diferencia entre valores reales y calculados.

Se realizará una prueba de código que consistirá de una:

- Prueba de Caja Negra (verificar que cada módulo de software y sus componentes, como cada módulo de hardware cuando se le dan las entradas apropiadas producen los resultados esperados).
  - Prueba de valores de frontera. Probar en situaciones extremas o inusuales que los módulos deben ser capaces de manejar.
  - Prueba de revisión de código.
- Manual del Usuario

Se deberán elaborar los siguientes manuales:

- Manual de usuario del módulo de software de la plataforma de telemedicina (Expediente Clínico Electrónico).
- Manual de uso de cada uno de los elementos que componen el módulo de hardware de la plataforma de telemedicina (computadora, equipos médicos, cámara de videoconferencia, cámara digital, microscopio y otros equipos que se pudieran incluir).
- Manual de procedimientos que describa las actividades que deban seguirse para la atención a un paciente (consulta e interconsulta) empleando la plataforma de telemedicina.
- Manual de descripción de puestos en donde se definan responsabilidades.

Los manuales deberán auxiliar en la inducción del puesto y al adiestramiento y capacitación del personal en el correcto uso de la plataforma de telemedicina. Igualmente deberán contribuir al correcto desarrollo de las actividades, a aumentar la eficiencia del personal, indicándoles lo que deben hacer y cómo deben hacerlo.

#### d) Pruebas e implementación

- Implementación.

En esta fase se llevarán acabo la instalación, conexión y pruebas de los módulos de hardware y software en las unidades de primer y segundo nivel de atención así como también la instalación y la puesta en funcionamiento de la red de comunicación entre las unidades.

Previo a la instalación de las plataformas de telemedicina en las unidades de atención se deberá llevará un análisis de sitio para verificar se cumplan las condiciones previamente requeridas de espacio, luminosidad, temperatura, humedad, ventilación y de infraestructura eléctrica para asegurar un correcto funcionamiento. En caso de no ajustarse con los requerimientos establecidos, se solicitará a la unidad de atención ó instancias pertinentes, las modificaciones necesarias del espacio destinado a albergar a la unidad de telemedicina.

En cada plataforma de telemedicina de cada unidad de atención se efectuarán pruebas unitarias con el objetivo de asegurar la calidad y seguridad en el funcionamiento de cada uno de los módulos que la componen de acuerdo a la normativa correspondiente. Además se realizará pruebas de integración del módulo de hardware con el módulo de software, las cuales se compondrán de pruebas de conectividad y transferencia de la información entre equipos.

También se efectuarán pruebas en base a la normativa del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y del ANSI/TIA/EIA

(American National Standards Institute/Telecommunications Industry Association/Electronic Industry Alliance) y Norma Oficial Mexicana, para asegurar el óptimo funcionamiento de la red de comunicación entre las unidades de atención midiendo parámetros como velocidad de transferencia, pérdida y colisión de paquetes de información entre otros. Se deberán realizar pruebas de seguridad de los cables, de comunicación en cada uno de los nodos de la red, de seguridad de cada equipo conectado a la red; revisar la tarjeta de red, los contactos eléctricos y la corriente que se está utilizando.

Se realizarán pruebas de aceptación de la plataforma de telemedicina en las unidades de atención mediante demostraciones formales de su uso. Estas pruebas se hacen para verificar si efectivamente el sistema operativo así como el software de aplicación y sus componentes quedaron correctamente y perfectamente instalados.

Cada prueba será especificada y concretada y contará con un criterio de aceptación. Los criterios de aceptación deben hacerse junto con los usuarios en función de sus objetivos técnicos y de operación.

Esta fase incluye la ejecución, el soporte y el mantenimiento del sistema, donde se monitoreará el funcionamiento de las plataformas de telemedicina y su intercomunicación, con el objetivo de medir y optimizar su desempeño.

- Entrega de Manuales y Documentación.

La documentación del proyecto y los manuales para el uso de la plataforma de telemedicina se enuncian a continuación:

- Análisis y diseño de la plataforma de telemedicina.
- Informes de desarrollo y de implementación del proyecto.
- Oficios, cartas, faxes y minutas del proyecto.
- Definición de características técnicas de hardware, software y periféricos médicos de la plataforma de telemedicina.
- Normatividad del hardware, software y periféricos médicos de la plataforma de telemedicina.
- Normatividad para la instalación y rendimiento de sistemas de telecomunicaciones.
- Especificaciones de cableado eléctrico y de red de datos.
- Evaluación de proveedores de hardware, software, periféricos médicos y servicios de red de comunicaciones.
- Requerimientos de ubicación para la instalación de la plataforma de telemedicina.
- Requerimientos de infraestructura eléctrica de las unidades de atención médicas para la instalación y operación de la plataforma de telemedicina.
- Diagrama de conexión de la plataforma de telemedicina.
- Documentación técnica de programación del módulo de software.

- Documento de pruebas de los módulos de hardware, software y redes de comunicación de la plataforma de telemedicina.
  - Manual del usuario de los módulos de software y de cada uno de los equipos que integran el módulo de hardware.
  - Procedimientos para el resguardo de la información.
  - Organigrama y descripción de puestos responsabilidades e
  - Políticas de seguridad informática.
  - Plan de contingencia.
  - Registro de Usuarios.
  - Bitácoras de accesos, fallas y soporte de los subsistemas que integran la plataforma de telemedicina.
  - Manual de procedimientos que describa las actividades que deban seguirse para la atención a un paciente (consulta e interconsulta) empleando la plataforma de telemedicina.
  - Manual de descripción de puestos en donde se definan responsabilidades de los usuarios de la plataforma de telemedicina en las unidades de atención a la salud.
- Migración de Información.
  - Planeación y Coordinación de la Capacitación.

La capacitación en el uso de la plataforma de telemedicina estará dirigida al personal médico y técnico de las unidades de primer y segundo nivel de atención.

El objetivo de la capacitación es entrenar al personal técnico y médico de las unidades de primer y segundo nivel para desarrollar

conocimientos y habilidades en la operación de módulos de hardware y software de la plataforma de telemedicina.

Para la capacitación se deberán tener ya elaborados y aprobados los manuales del usuario. La capacitación deberá simular contingencias, situaciones, averías, fallas ó errores que pudieran suscitarse en la operación de la plataforma de telemedicina y la manera de solucionarlas.

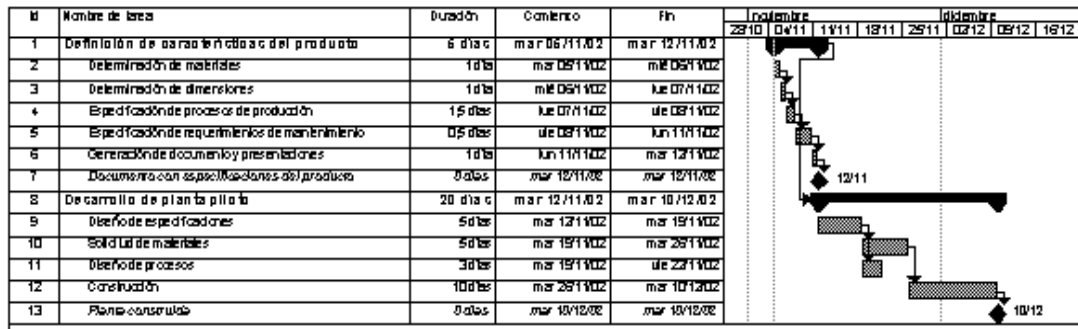
La capacitación se llevará acabo en una primera instancia en las unidades de segundo nivel de atención ó hospital general de zona con la asistencia del personal que laborará en las clínicas familiares (médico general, técnico biomédico y enfermería). Posteriormente la capacitación se reforzará nuevamente en las unidades de primer nivel ya con el uso de la plataforma de telemedicina y con la comunicación al hospital general de zona.

La capacitación se irá complementando con las herramientas de comunicación como correo electrónico y videoconferencia y con el uso de la plataforma y de los manuales de usuario.

## 9.5 Planeación

### a) Guía de Planeación

En el Anexo B se indica por medio de un cronograma de actividades (diagrama de Gantt), las fases en que se trabajó el proyecto con sus metas específicas y sus resultados por fase (entregables).



## 9.6 Conclusiones

De la elaboración del presente trabajo se concluye la necesidad de:

- Transformar el enfoque tradicional de la atención médica, predominantemente curativo, hacia una prospectiva de atención integral a la salud, que se centre en el usuario, enfatizando las acciones de promoción y educación para la salud, prevención y detección oportuna de enfermedades y que responda a los problemas derivados de la transición demográfica, epidemiológica y sociopolítica de la población de nuestro país.
- Hacer uso de las telecomunicaciones y las tecnologías médicas para el intercambio de información de propósito médico, asistencial entre médicos y pacientes o entre médicos y profesionales médicos, sin importar barreras geográficas, temporales y socio-culturales.
- Establecer redes para la prestación de servicios de salud entre unidades médicas separadas entre sí y los tres niveles de atención, que faciliten el diagnóstico, tratamiento, control y, en caso necesario, el traslado de los pacientes que permitan ampliar la cobertura y respondan a las demandas de atención, sobre todo de las poblaciones marginadas para abatir la desigualdad en salud.
- Modernizar los procesos de gestión y administración de los servicios de salud mediante la introducción de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.
- Reforzar las capacidades del personal de las instituciones de salud mediante la capacitación y educación continua a distancia, acordes con las necesidades detectadas y las expresadas por los trabajadores de la salud.



- Ajustar el marco jurídico y normativo en salud para respaldar y regular el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el área de la salud.
- Efectuar un diagnóstico por nivel e institución que incluya la tecnología de la información y comunicaciones, el equipo médico, servicios disponibles y capacidades de interconexión y establecer criterios y estándares homogéneos para operar servicios de telemedicina y fortalezcan el intercambio de información entre las instituciones.
- Sistematizar, estandarizar y desarrollar redes de voz, datos e imágenes en salud asegurando su interoperabilidad, a fin de evitar el avance desordenado y heterogéneo en la introducción de estas tecnologías.
- Implantar y hacer uso del Expediente Clínico Electrónico que permita eliminar la operación de aplicaciones aisladas, problemas de integridad, duplicación y seguridad de la información.
- Realizar un análisis de factibilidad técnica, económica y social para la operación de cualquier sistema de telemedicina.
- Desarrollar programas de capacitación en el uso de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, tanto para el personal de servicio directo como para el que operara la infraestructura de servicios de salud.
- Crear redes que permitan la vinculación entre el personal del sector con las instituciones educativas del nivel técnico, profesional y de posgrado, así como con academias, colegios y asociaciones del campo de la salud.
- Emplear las tecnologías de información y comunicaciones para ofrecer a toda la población información en salud.

# Referencias bibliográficas

## Capítulo 1

1. Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2001-2006, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
2. *Visions How Science Will Revolutionize the Twenty-First Century*, Michio Kaku, Universidad de Oxford; diciembre 1998.
3. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Carlota Perez, Universidad de of Sussex, Inglaterra, 2002.
4. *Eight Technologies That Will Change the World* por Brad Wieners, Revista Business 2.0 , Junio 2002.
5. Creación de empresas de base tecnológica: la experiencia internacional, Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid, España.
6. *The End of Cheap Oil* por Colin J. Campbell y Jean H. Laherrère, Scientific American, Marzo 1998.
7. Fred Terman, *The Father of Silicon Valley*, por Carolyn E. Tajnai, directora del Stanford Computer Forum, Universidad de Stanford.
8. Páginas de Internet sobre Silicon Valley
  - a. <http://www.siliconvalley.com>
  - b. <http://www.siliconvalley4.com>
9. *EXIST*. Programa para la creación de nuevas empresas basadas en universidades, iniciado en 1998 con la intención de incrementar el número de

nuevas compañías innovadoras y establecer una cultura de emprendimiento en las instituciones de educación de nivel superior. <http://www.exist.de>

## Capítulo 2

1. Revista Política Digital, tomo 11, agosto-septiembre 2003.
2. OECD Information Technology Outlook 2002.
3. Propuesta para el uso y aprovechamiento las tecnologías de la información y comunicaciones, AMITI (Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información).
4. Despite early failures, computing will eventually become a utility, The Economist, 8 de mayo del 2003..
5. Management by Web, John A. Byrne, Revista Businessweek, agosto 28 del 2000.
6. Boletín de Política Informática, número 3, año 2002, INEGI.
7. Aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicaciones para el desarrollo de México, Dr. Ricardo Zermeño González, XIX Congreso Nacional Bienal del Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, marzo de 2002.
8. Características de acceso y uso de la computadora y la Internet en los hogares mexicanos Boletín de Política Informática No. 1, 2003, INEGI.
9. Habilitando procesos de negocio con tecnología: un análisis de la sincronización entre empresas, Boletín de Política Informática No. 2, 2003.
10. Comisión Federal de Telecomunicaciones [http://: www.cofetel.gob.mx](http://www.cofetel.gob.mx)
11. *Petróleo, manufactura y servicios, los que más invierten*, Iván Cid y Lilia Chacón, Tecnología Empresarial:

[http://www.tecnologiaempresarial.info/circuito5.asp?ids=2&id\\_notas=6714](http://www.tecnologiaempresarial.info/circuito5.asp?ids=2&id_notas=6714)

12. *Falta alineación en aplicaciones tecnológicas en CRM*, Gartner, Tecnología Empresarial, agosto 21 del 2003:

[http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id\\_notas=6808&id=6](http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id_notas=6808&id=6)

13. *Mayor incremento en outsourcing de TI*, Gartner, Tecnología Empresarial, 19 de agosto del 2003:

[http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id\\_notas=6786&id=6](http://www.infochannel.com.mx/articulos1.asp?id_notas=6786&id=6)

14. Digital Planet 2006, World Information Technologies and Services Alliance (WITSA).

15. *Las telecomunicaciones en Latinoamérica, Retos y Perspectivas*, Dr. Arturo Serrano Santoyo, Editorial Prentice Hall, México 2000.

## Capítulo 3

1. Programa Nacional de Salud 2001 – 2006.
2. Programa Nacional de Salud 2007 – 2012.
3. Daños a la Salud, Sistema Nacional de Salud, Boletín de Información Estadística, número 19, volumen II, año 1999.
4. Recursos y Servicios, Sistema Nacional de Salud, Boletín de Información Estadística, número 19, año 1999.
5. Anuario Estadístico de la Secretaría de Salud y los servicios en los Estados, 1999.

6. Criterios para la certificación de hospitales, Diario Oficial de la Federación, Tomo DXLVII, No. 3, Pág. 38, México, D. F., jueves 1 de abril de 1999.

## Capítulo 4

1. Plan de telemedicina 2000, Instituto Nacional de Salud (InSalud), Ministerio de Salud, España.
2. Primer Foro de la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCJET) sobre Telemedicina, San Pedro Sula, Honduras, octubre de 1997.
  - Telemedicina en zonas rurales de Latinoamérica, Andrés Martínez y Francisco del Pozo, Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, Universidad Politécnica de Madrid, España.
  - Conceptos básicos en telemedicina, Ricardo Gaitán Pacheco, Fundesco, España.
  - Programa de Telemedicina, Bureau de desarrollo de telecomunicaciones, Leonid Androuchko, Coordinador de grupos de estudio UIT-D, Ginebra, Suiza. Roberto Bastidas-Buch, Administrador de zona UIT Centro América y El Caribe.
  - Telemedicina en Chile, Jaime Torres, Compañía de Telecomunicaciones de Chile.
  - Desarrollo de la telemedicina en Costa Rica, José López Roger, Instituto Costarricense de electricidad-ICE.
  - Telemedicine and telehealth in Canada, Joseph Cogné, Delegado Comercial, Ministerio de Industria de Canadá.

- Nuevas redes y servicios para telemedicina, Francisco Martínez del Cerro, Telefónica Investigación y Desarrollo.
  - Telemedicina en Venezuela, Elizabeth Rojas, CANTV, Venezuela,
  - Telemedicina en zonas rurales de Latinoamérica, Oscar Sady Orellana, Unidad de Telecomunicaciones MINISAP-Honduras.
  - Telemedicina: Clínicas rurales en la República Dominicana, Dra. Juliana Fajardo, Comunicaciones Médicas/CERSS-FUINCA-FUNDESCO.
  - Telemedicina en la República Dominicana, Dilia Pimentel, CODETEL.
  - Telemedicina y servicios de telecomunicación aplicados a la práctica médica, Francisco Limonche Valverde, Telefónica de España.
  - Telemedicina en Panamá, Iván Alexander Cano, Cable and Wireless Panamá, S.A.
  - Telemedicina en Colombia, José Joaquín Ullos Barrios, Telecom.
  - Telecentros comunitarios multipropósito: Su aplicación en Honduras, Norma Flores de Méndez, Hondutel.
3. Programa Nacional de Telesalud en México, 1995-2000, ISSSTE.

## Capítulo 5

1. Aprendiendo Redes en 24 horas, Matt Hayden, Editorial Pearson, Primera edición, México, 1999.
2. Revista RED, ABC de las redes, Edición especial.

3. Las telecomunicaciones en el sector salud, Fernando Tavera, Revista Estrategia Industrial, Número 166, Año 1998.
4. La telemedicina: ¿hasta cuándo una realidad en México?, Fernando Tavera, Revista Estrategia Industrial, Número 167, Año 1998.
5. Instalación y Operación de Sistemas PACS (Almacenamiento y Comunicación de Imágenes): Características fundamentales, Azpiroz Leehan, J., Martínez Martínez, M., Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, Número 3, Volumen XIX, Noviembre 1998.
6. Digital Imaging Communication in Medicine (DICOM), National Electrical Manufacturers Association (NEMA), 1994.
7. IMAGIS: Sistema para la Transmisión de Imágenes Médicas Multimodales, Memorias II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, La Habana, Cuba, Mayo 2001.

## Capítulo 6 y 7

1. Plan de telemedicina 2000, Instituto Nacional de Salud (InSalud), Ministerio de Salud, España.
2. Primer Foro de la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCIEET) sobre Telemedicina, San Pedro Sula, Honduras, octubre de 1997.
3. Telemedicina: Informe de evaluación y aplicaciones en Andalucía, España, Rafael Canto Neguillo, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía.

## Capítulo 8

1. Bases metodológicas para evaluar la viabilidad y el impacto de proyectos de telemedicina, Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, Universidad Politécnica de Madrid, España, Organización Panamericana de la Salud.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute (PMI), Edición 2000.
3. Evaluación de Proyectos, Gabriel Vaca Urbina, Mc Graw Hill.

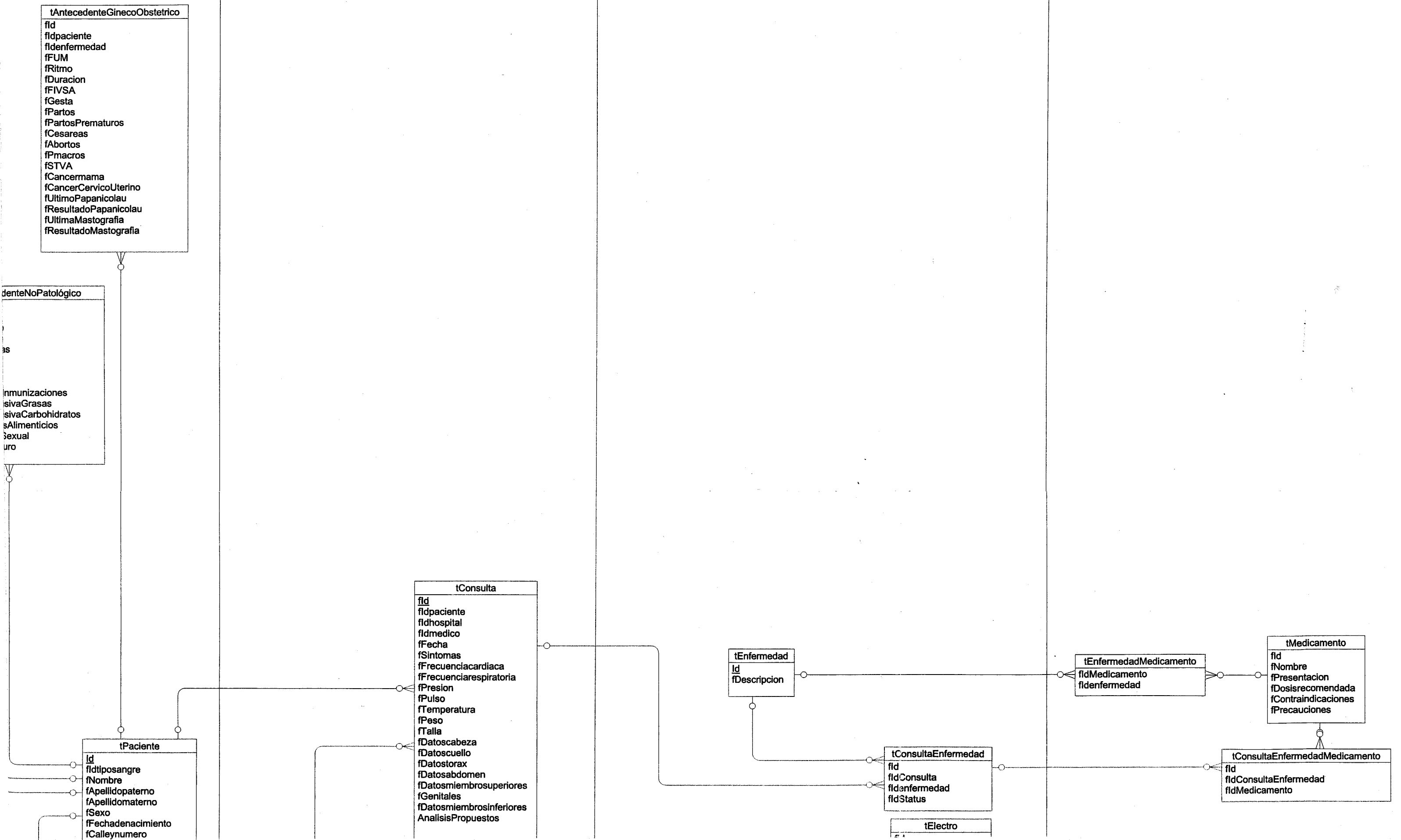


## **Anexo A.**

**Diagrama Entidad-Relación de la Base de Datos del Expediente Clínico Electrónico.**

## **Anexo B.**

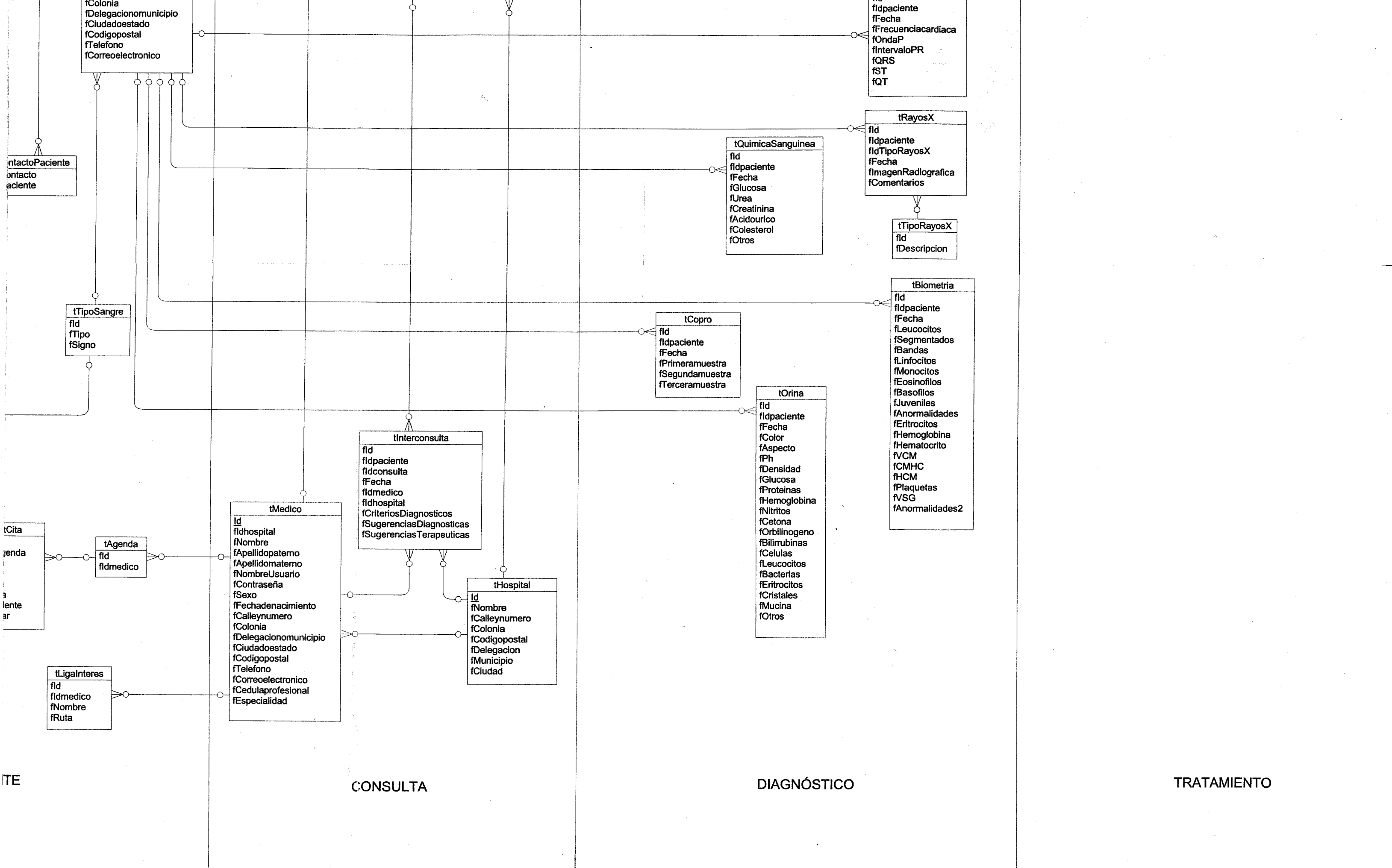
### **Programa de Actividades para el Desarrollo de la Plataforma de Telemedicina.**

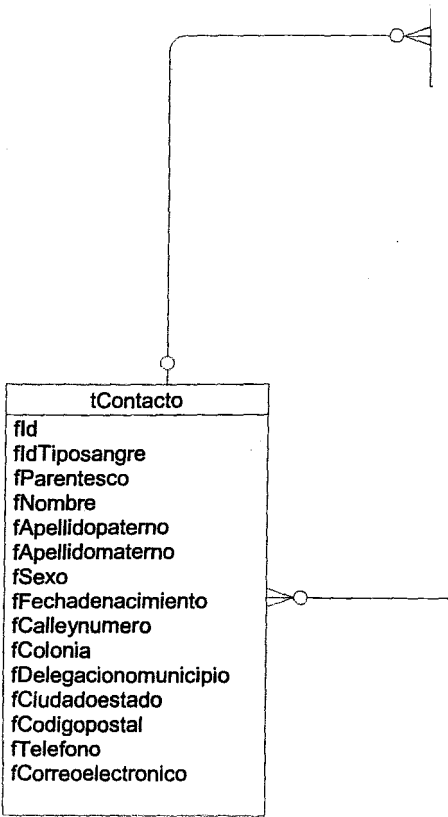


tAntecedentePatológico
fId
fIdpaciente
fQuirurgicos
fDescripcionQuirurgicos
fDiabetes
fFechaDiagnosticoDiabetes
fMedicamentoDiabetes
fHipertensionArterial
fFechaDiagnosticoHA
fMedicamentoHA
fHematologicos
fFechaDiagnosticoHematologicos
fDescripcionHematologicos
fMedicamentoHematologicos
fOncologicos
fFechaDiagnosticoOncologicos
fDescripcionOncologicos
fTratamientoOncologicos
fAlergicos
fDescripcionAlergicos
fTratamientoAlergicos
fTransfusionales
fFechaTransfusionales
fNumeroTransfusiones
fMotivoTransfusiones
fDescripcionTrauma
fCausaTrauma
fFimicos
fTuberculosis
fLueticos
fTratamientoLueticos
fOtrosPadecimientos

tAntec
fId
fIdpaciente
fTabaquismo
fAlcoholismo
fToxicomania
fTipoDroga
fCompleta
fIncompleta
fDescripcion
fIngestaExc
fIngestaExc
fOtrosHabito
fPreferencia
fSexoNoSeg

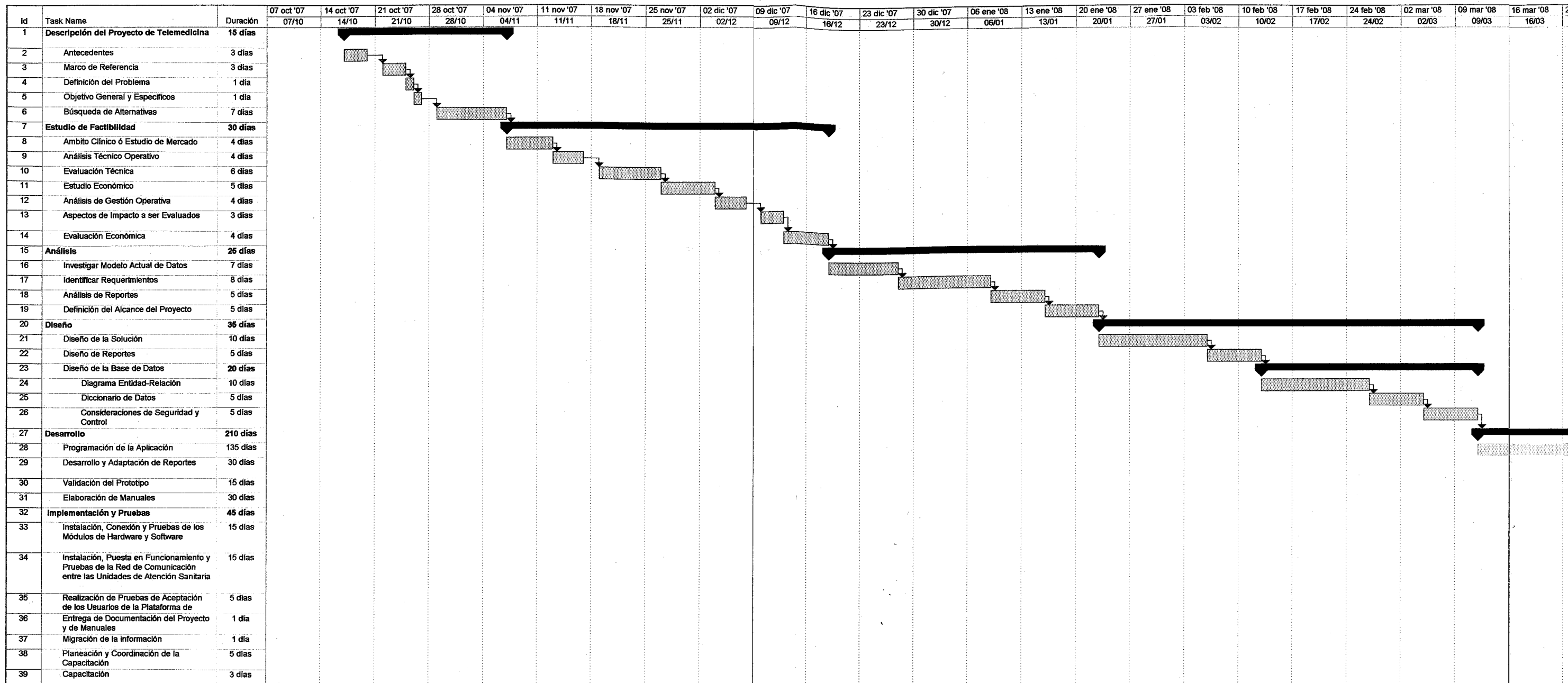
tAntecedenteHeredoFamiliar
fId
fIdpaciente
fDiabetes
fEVC
fHipertensionArterial
fObesidad
fCancer
fDescripcionCancer
fCardiopatias
fDescripcionCardiopatias
fHepatopatas
fDescripcionHepatopatas
fHematologicas
fDescripcionHematologicas
fOtrosPadecimientos



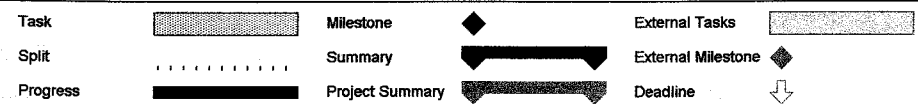


fId  
fId  
fM  
fD  
fA  
fH  
fPa  
fLu

PACIE



Programa de Actividades  
Plataforma de Telemedicina



Programa de Actividades  
Plataforma de Telemedicina






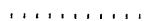



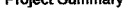

Programa de  
Plataforma de

03/03	30 mar '08	06 abr '08	13 abr '08	20 abr '08	27 abr '08	04 may '08	11 may '08	18 may '08	25 may '08	01 jun '08	08 jun '08	15 jun '08	22 jun '08	29 jun '08	06 jul '08	13 jul '08	20 jul '08	27 jul '08	03 ago '08	10 ago '08	17 ago '08	24 ago '08	31 ago '08	07 sep '08	14 sep '08	21 sep '08	28 sep '08	05 oct '08	12 oct '08	19 oct '08	





--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--




**Programa de Actividades Plataforma de Telemedicina**

Task  Milestone  External Tasks   
 Split  Summary  External Milestone   
 Progress  Project Summary  Deadline 

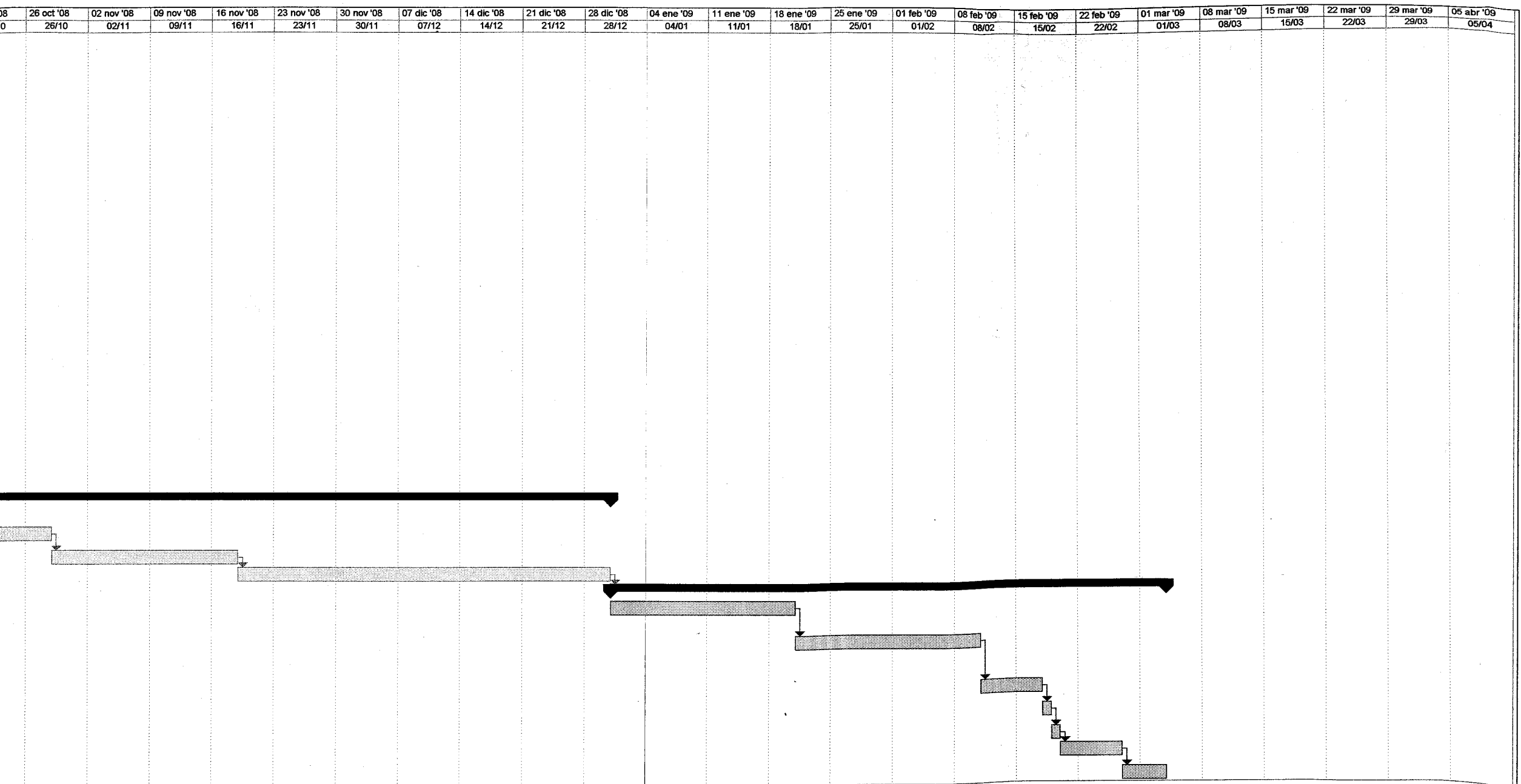
**Programa de Actividades Plataforma de Telemedicina**







Task  Milestone  External Tasks   
 Split  Summary  External Milestone   
 Progress  Project Summary  Deadline 

**Programa de Actividades Plataforma de Telemedicina**









Task   
 Split   
 Progress 





	Milestone		Summary		External Tasks	
	Project Summary		Deadline			

**Programa de Actividades  
Plataforma de Telemedicina**

Task		Milestone	
Split		Summary	
Progress		Project Summary	
		External Tasks	
		External Milestone	
		Deadline	