



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**“ USO DE LA PLANEACIÓN EN EL
DESARROLLO DEL EXPEDIENTE
CLÍNICO ELECTRÓNICO ”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
(P L A N E A C I Ó N)
P R E S E N T A
RICARDO PEÑA GALEANA**

DIRECTOR: DRA. IDALIA FLORES DE LA MOTA

MEXICO, D.F.

2004



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

*A Bety, compañera de mis días
y del porvenir.*

*A Ricardo y Melissa,
alegría de mi vida.*

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: RICARDO PENA

GALEANA

FECHA: 8/ENERO/2004

FIRMA: 

AGRADECIMIENTOS

Durante el curso de mi vida he transitado por diversas instituciones educativas, pero de ninguna conservo un mejor recuerdo como el de mi *alma mater*: la UNAM, donde aprendí muchos de los valores que hasta hoy guían mi desempeño profesional y personal.

Debido a lo anterior, aprovecho este espacio para agradecer a todos aquellos que, durante mi estancia en la UNAM, me proporcionaron el ejemplo y la guía necesarias para explorar un mundo de nuevos conocimientos:

- A mi asesora de tesis y amiga, la Doctora Idalia Flores de la Mota, por la confianza y el invaluable apoyo brindado.
- A los profesores de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (DEP-FI), les agradezco el apoyo brindado para la conclusión de mis estudios de Maestría.

Asimismo, agradezco a las personas sin cuyo apoyo y entusiasmo no hubiera podido culminar este proyecto:

- Al Doctor Saúl López Silva, cuyas ideas innovadoras y continuo entusiasmo plantearon los retos que me introdujeron en el desarrollo de sistemas de información para el área de la salud y constituyen el motor creativo de nuestra fructífera amistad.
- A Inés, Petra, Virgilio, Fernando y Arturo por su entusiasmo y dinámico soporte en el desarrollo de sistemas de Información.
- A mi compañero y amigo Sautto, por el regalo de su amistad.

Un agradecimiento muy especial a mi hermana Norma Ivone, sin cuyo auxilio me hubiera sido imposible culminar este documento.

A todos ellos, nuevamente muchas gracias.

Ricardo Peña Galeana

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
CONTENIDO	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	iv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE	3
1.1 LA TEORÍA DE SISTEMAS	3
1.1.1 LA PLANEACIÓN DE SISTEMAS	4
1.1.2 LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS	5
1.2 LA INGENIERÍA DE SISTEMAS	7
1.2.1 LOS SISTEMA DE INFORMACIÓN	8
1.2.2 LA INGENIERÍA DE SOFTWARE	10
1.2.2.1 MODELOS DE PROCESOS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE	11
1.2.3 LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE	12
CAPÍTULO 2. SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD	20
2.1 ANTECEDENTES	20
2.1.1 EL SISTEMA NACIONAL e-MÉXICO	20
2.1.2 EL SUBSISTEMA e-SALUD	22
2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN EL SECTOR SALUD	23
2.2.1 LA PLANEACION DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD	24
2.3 EL EXPEDIENTE CLINICO ELECTRONICO	27
CAPÍTULO 3. REQUERIMIENTOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD	30
3.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	30
3.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL	31
3.3 LA FUNCIÓN DE INVESTIGACIÓN	36
3.4 EL PROBLEMA DE LA ESTANDARIZACIÓN	39
3.5 EL PROBLEMA DE LA SEGURIDAD	41
3.6 ASPECTOS LEGALES	45
3.7 RIESGOS	46
3.8 OTROS PROBLEMAS	47
CAPITULO 4. AVANCES DEL DESARROLLO DEL EXPEDIENTE CLÍNICO ELECTRÓNICO	50
4.1 INTRODUCCIÓN	50
4.2 EL PROYECTO ECE	51
4.3 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DEL ECE	52
4.4 ANÁLISIS FUNCIONAL	54
4.5 EL PROYECTO ECE ACTUALMENTE	56
CONCLUSIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS	59
PÁGINAS WEB RECOMENDADAS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. <i>Tipología de los sistemas</i>	4
Tabla No. 2. <i>Ciclo de vida de los sistemas de información</i>	9
Tabla No. 3. <i>Atributos de un software de calidad</i>	10
Tabla No. 4. <i>Elementos comunes a los métodos propuestos por la Ingeniería de Software</i>	11
Tabla No. 5. <i>Actividades básicas del desarrollo de software</i>	12
Tabla No. 6. <i>Descripción de los diferentes planes de soporte</i>	19
Tabla No. 7. <i>Ventajas de los sistemas propietarios y públicos</i>	24
Tabla No. 8. <i>Estructura orgánica y procesos de una organización característica de atención de salud</i>	33
Tabla No. 9. <i>Tipos de datos de los registros de salud</i>	33
Tabla No. 10. <i>Matriz de interrelación Usuario-Función del proyecto ARTEMIS (resumen)</i>	34
Tabla No. 11. <i>Necesidades de la Investigación clínica</i>	38
Tabla No. 12. <i>Procedimientos administrativos definidos por la OMS/OPS para proteger la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos</i>	42
Tabla No. 13. <i>Factores de riesgo</i>	47
Tabla No.14. <i>Utilización del expediente Clínico en los diferentes servicios del IEC</i>	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. <i>Los sistemas de información</i>	8
Figura No. 2. <i>Niveles de sistemas asociados a las estrategias, los procesos y los proyectos</i>	13
Figura No. 3. <i>Aspectos a considerar durante la elaboración de los planes</i>	14
Figura No. 4. <i>Principales planes asociados al Modelo de Procesos para la Industria de Software en México</i>	14
Figura No 5. <i>Planes asociados al Plan de Adquisición y Capacitación</i>	15
Figura No. 6 <i>Planes incluidos dentro del Plan de Proceso</i>	16
Figura No. 7 <i>Planes incluidos dentro del Plan de Gestión de Proyectos</i>	17
Figura No. 8. <i>Planes incluidos dentro del Plan de Administración de Proyectos</i>	18
Figura No. 8a. <i>Fases del Plan de Proyecto</i>	18
Figura No. 9. <i>Proceso de establecimiento de los sistemas de información</i>	26
Figura No. 10. <i>Organigrama del Instituto Estatal de Cancerología</i>	52
Figura No. 11. <i>Organigrama del Centro Estatal de Oftalmología</i>	53
Figura No. 12 <i>Proceso General de Atención en Consulta Externa</i>	55
Figura No. 13. <i>Uso del Expediente Clínico Electrónico en el IEC</i>	56

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AAMC	Asociación Americana de Colegios de Medicina
AAMT	Asociación Americana para la Transcripción Médica
ANSI	Instituto Americano de los Estándares Nacionales
ASC	Comité de Estándares Acreditados
ASTM	Sociedad Americana para las Pruebas y los Materiales
CASE	Ingeniería de Software Asistida por Computadora
CEN	Comité Europeo para la Normalización
CEO	Centro Estatal de Oftalmología (del Estado de Guereero)
CERC	Centro de Investigación en Ingeniería Concurrente
CONAMED	Comisión Nacional de Arbitraje Médico
CPRI	Instituto para el Expediente Computarizado del Paciente
CPT	Código de Terminología Procedimental
CRHDN-IOM	Comité de Redes Regionales de Información de Salud del Instituto Americano de Medicina
CSA	Asociación Canadiense de Estándares
DICOM	Estándar para comunicación de imágenes digitales
DRGs	Grupos Relacionados de Diagnóstico
DSM-IV	Manual estadístico y de diagnóstico para desórdenes mentales
ECE	Expediente Clínico Electrónico
ECG	Electrocardiogramas
EEG	Electroencefalogramas
EU	Estados Unidos
GMN	Nomenclatura Médica Gabrieli
HEDIS	Paquete de datos e información del plan de salud del empleado
HIN	Número de Institución de Salud
HL7	Estándar para la transmisión de datos médicos
ICD	Clasificación Internacional de Enfermedades
IEC	Instituto Estatal de Cancerología
IEEE	Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
IMS	Sistema de Indicadores para la Medición
IOM	Instituto Americano de Medicina

ISAC	Estándar japonés para el manejo de imágenes
ISO	Organización para la Estandarización Internacional
JAHIS	Asociación japonesa de la industria de los sistemas de información de salud
JCAHO	Comisión de Acreditación de Organizaciones de Salud
LIC	Código de Identificación de Marca
LOINC	Nombres y Códigos de Identificación para Observaciones de Laboratorio
MEDICOM	Estándar europeo para comunicación de imágenes digitales
MEDIX	Estándar del IEEE para software médico
MoProSoft	Modelo de Procesos para la Industria de Software en México
MRI	Instituto de Registros Médicos
NCPDP	Consejo Nacional para los Programas de Prescripción de Drogas
NCQA	Comité Nacional para el Aseguramiento de la Calidad
NDC	Código Nacional de Drogas
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOM-168-SSA1-1998	Norma Oficial Mexicana del Expediente Clínico
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
ONU	Organización de Naciones Unidas
PGP	Herramienta de seguridad para el correo electrónico (Pretty Good Privacy)
SIBEJ	Sistema de Investigación Benito Juárez
SNOMED	Nomeñclaturas sistematizadas de la medicina humana y veterinaria
TIC's	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UAG	Universidad Autónoma de Guerrero
UHID	Identificador Universal de Salud
UML	Lenguaje Médico Unificado
UMLS	Sistema de Lenguaje Médico Unificado
UPC	Código Universal de Producto
UPIN	Número de Identificación Universal para Médicos

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se reconoce la importancia de desarrollar sistemas de información que contribuyan al objetivo de mejorar la salud de los individuos y las poblaciones. De ahí que en los últimos años se ha incrementado el desarrollo de software de apoyo a la gestión del expediente clínico de las personas, como base de sistemas de información mayores en el área. Sin embargo, a la fecha aún existen muchos problemas por resolver antes de alcanzar el ideal de contar con sistemas de información para atención en salud, que al igual que el sistema bancario, permitan acceder desde cualquier lugar y por diferentes medios a la información relacionada con el área, tanto de carácter personal como poblacional.

A través de este documento de tesis mostraré que la planeación es el elemento básico del proceso de desarrollo de software en general y de los del área de la salud en particular. Para ello, en los primeros capítulos, mostraré que una correcta y exhaustiva planeación sirve de guía para la aplicación de los modelos, metodologías, técnicas y estándares de la ingeniería de software y facilita la creación de los sistemas de información en el sector salud y, específicamente, la creación del software correspondiente al Expediente Clínico Electrónico (ECE) con las características que permitan alcanzar el ideal planteado. Finalmente, en el último capítulo presentaré un avance del proyecto "Aplicación de las Tecnologías de Identificación Automática al Expediente Clínico Electrónico" (al cual, para abreviar llamo "Proyecto ECE"), donde actualmente estoy aplicando lo descrito en los tres primeros capítulos.

Dado lo anterior, este documento cuenta con la siguiente estructura:

En el capítulo 1 se describen los elementos teóricos necesarios para abordar la planeación de proyectos de software, incluyendo: conceptos básicos tales como el concepto de sistema, niveles de sistemas, las leyes de los sistemas, tipología de sistemas y jerarquía de sistemas, entre otros. Asimismo, se abordan los aspectos principales de la planeación de sistemas, su definición y la corriente de planeación de proyectos.

Además de lo anterior, el capítulo 1 incluye el método básico de la ingeniería de sistemas, el cual sirve como marco para explicar en qué consisten los sistemas de información y los aspectos

fundamentales de la ingeniería de software. Dentro de este último apartado, se incluye la descripción del modelo mexicano para los procesos de desarrollo de software (MoProSoft) y una breve descripción de algunos de los planes incluidos dentro de la planeación de proyectos de software.

El capítulo 2 inicia con una descripción del contexto de modernización tecnológica existente en el sector salud a nivel nacional, definido por el programa estratégico e-México y su subsistema e-Salud. Asimismo, abordaré los aspectos básicos de los sistemas de información en salud definidos por organismos internacionales tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), entre otros, y explicaré brevemente en qué consisten la planeación de los sistemas de información en salud y el ECE.

Dado que el análisis de requerimientos es el punto de partida del desarrollo de cualquier software, en el capítulo 3 explicaré los requerimientos principales de los sistemas de información en salud, especificando lo referente al ECE. Aquí incluiré el análisis estructural y funcional de las instituciones de salud en forma genérica, haciendo referencia a la función de investigación y los problemas asociados al desarrollo de estos Expedientes, los cuales incluyen especialmente el problema de la estandarización, de la seguridad y de los aspectos legales, entre otros.

Finalmente, el capítulo 4 presenta en forma breve la descripción del proyecto "*Aplicación de las tecnologías de identificación automática al desarrollo del expediente clínico electrónico*", incluyendo una breve descripción de los avances de la primera fase del mismo: el análisis de requerimientos y el análisis funcional correspondiente a las instituciones para las cuales estoy desarrollando el sistema (el Instituto Estatal de Cancerología, IEC, y el Centro Estatal de Oftalmología, CEO, ambos del Estado de Guerrero).

Dicha descripción muestra la aplicación de la conceptualización de sistema y especialmente de la planeación de sistemas, al desarrollo del software del Expediente Clínico Electrónico. El capítulo concluye con una breve mención de las actividades que aún deben realizarse.

Como puede observarse, he estructurado el documento de tal forma que se aborden primero los aspectos teóricos generales de la planeación de sistemas, mismos que se irán describiendo y desglosando hasta culminar con los aspectos prácticos específicos del desarrollo del ECE.

Para concluir, quiero reiterar que espero que esta tesis sirva como guía para futuros desarrolladores de software en el sector salud, confiando en que su difusión servirá también para el mejoramiento de los servicios de salud en nuestro país y, especialmente en mi querido Estado natal, Guerrero.

Ricardo Peña Galeana
Noviembre de 2003

CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE

1.1 LA TEORÍA DE SISTEMAS

El principal aporte a la teoría de sistemas provino de la Biología: el Biólogo Ludwing von Bertalanffy (1950) introdujo el concepto de sistema para referirse a *conjuntos de elementos interrelacionados en forma organizada con un fin común*. Así, de acuerdo con Bertalanffy, los elementos básicos de un sistema son tres: sus componentes, el objetivo compartido y las interrelaciones que establecen dichos componentes a fin de cumplir el objetivo.

Bertalanffy estableció el movimiento de los sistemas como algo científico al definir las leyes que rigen a los sistemas como sigue:

- ✓ Las propiedades y el comportamiento de cada elemento del conjunto afectan a las propiedades y comportamiento del conjunto.
- ✓ Las propiedades y el comportamiento de cada elemento (y del todo) dependen de las propiedades y comportamiento de al menos otro elemento del conjunto.
- ✓ Todo subgrupo de elementos del conjunto tiene las dos propiedades anteriores.

Asimismo, Bertalanffy enfatizó que el estado característico de un organismo es un sistema abierto (que se interrelaciona con el medio, que tiene contexto), lo cual le llevó a definir niveles en los sistemas (todo subgrupo dentro de un sistema se conoce como *subsistema* y todo aquello que engloba al sistema y a otros sistemas similares a él, se conoce como *suprasistema*) y a definir los principios básicos de los sistemas abiertos como sigue:

- ✓ Un sistema abierto intercambia material con su medio, lo cual puede implicar cambios en sus componentes.

- ✓ Se mantiene el principio de homeostasis (estado constante); es decir, los sistemas abiertos cuentan con mecanismos reguladores para mantener su estado. Asimismo, un estado constante puede describirse matemáticamente.
- ✓ La proporción de los elementos de un sistema depende de cuál es su estado constante.
- ✓ La condición final del sistema no depende sólo de su condición inicial, sino del estímulo que reciba y de su respuesta. Es decir: dos sistemas pueden alcanzar el mismo estado final a partir de condiciones iniciales diferentes.

Otro aporte importante a la teoría de sistemas provino del economista Kenneth Boulding (1956), quien proporcionó la tipología de los sistemas que se muestra a continuación.

Tabla No. 1. Tipología de los sistemas

TIPO DE SISTEMA	CARACTERÍSTICA DISTINTIVA
Sistemas vivos/no vivos	Diferenciados por las funciones biológicas
Sistemas abiertos/cerrados	Diferenciados por la existencia del medio
Sistemas abstractos/concretos	Diferenciados por el tipo de componentes
Sistemas naturales/artificiales	Creados o no por el hombre
Sistemas con alta/baja entropía	Diferenciados por el nivel de incertidumbre

McMillan y González (1986) agregaron un sexto tipo: adaptables/no adaptables, dependiendo de su reacción ante los cambios ambientales, teniendo en cuenta la finalidad para la que fueron diseñados. Asimismo, mencionaron que el análisis de sistemas tiene por objeto la descripción de sistemas y la explicación de su comportamiento, lo cual introduce las preguntas ¿Qué se incluye? ¿Cuáles son las funciones de sus componentes? ¿Cómo interactúan? ¿Cambia el sistema con el tiempo?

De acuerdo con dichos autores, si bien los componentes de un sistema se describen por sus propiedades o atributos, el estudio de los sistemas debe enfocarse principalmente en las relaciones que se consideran necesarias para describir al sistema y explicar el modo en que éste cambia.

1.1.1 LA PLANEACIÓN DE SISTEMAS

Dado que los sistemas vivos cambian a través del tiempo y que dicho cambio (y la supervivencia del sistema), depende del grado de adaptación del sistema al medio y, por tanto, del grado de control de dichos cambios, surge la necesidad de hablar de la planeación de sistemas. Esta premisa, asimismo, implica que estamos haciendo referencia a sistemas donde la toma de decisiones es una actividad importante, y donde existen personas como parte de los elementos del sistema.

Johnson, Kast y Rosenzweig (1966) definen un plan como un curso determinado de acción que tiene 3 características. Debe involucrar el futuro, debe involucrar acción y debe existir un elemento

de identificación personal u organizacional. La toma de decisiones dentro de cualquier sistema y la planeación, están íntimamente relacionadas: Bajo el concepto de sistemas, el proceso de planeación puede ser considerado como vehículo para llevar el cambio a todo el sistema.

Así, todo plan debe asegurar el desarrollo equilibrado de la organización, evitar los desperdicios y cubrir las necesidades de todos los sujetos involucrados, además de ser lo suficientemente flexible como para permitir modificaciones o adecuaciones a lo largo del tiempo conservando la coherencia entre las acciones y los objetivos últimos de la organización.

En general, es posible definir dentro del proceso de planeación 6 fases que incluyen: diagnóstico, formulación, validación, gestión, ejecución y control; aunque existen diversas corrientes y enfoques relativos a la planeación en los cuales el número y nombre de las fases varían. Uno de estos enfoques es la Planeación de Proyectos.

1.1.2 LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS

En México, la planeación surgió asociada a la formulación de proyectos y dentro de la ingeniería civil. A esta corriente se le conoce como planeación de proyectos y consiste en un proceso iterativo que consta de cuatro etapas que se describen a continuación.

1. Planeación.

Aquí se incluyen actividades relacionadas con la formulación del proyecto en sí. La primera de estas actividades es la captación y análisis de la información interna y externa referente al proyecto, lo cual proporcionará una base para la definición de los objetivos.

Esta etapa incluye el diseño de diversas opciones (alternativas) que llevarán a la consecución de los objetivos. Estas opciones deberán de ser evaluadas con base en la predicción de sus rendimientos y limitantes, a fin de seleccionar aquella alternativa que mejor cumpla con los objetivos y convierta al proyecto en algo exitoso. Asimismo, dado que esta es una etapa de diseño, deberá definirse cuál será el sistema de control que se utilizará y los planes estratégicos correspondientes.

Dado que aquí se analiza la interrelación existente entre sujetos y objetos, es comprensible la importancia que adquiere un diagnóstico certero y confiable dentro de la elaboración de planes y estrategias realistas, aún cuando la toma de decisiones dependa de cuestiones políticas

2. Organización.

Una vez que se ha finalizado el diseño, se identificarán las tareas específicas a realizar, el organigrama de la organización y los recursos necesarios para ello. Dado que aquí se definen los niveles de responsabilidad del personal, así como sus actividades, aquí también se diseñará el sistema de control relacionado con ellos.

3. Implantación.

Implica llevar a la práctica lo que se ha diseñado, cubrir los puestos disponibles, capacitar al personal en relación con el proceso y también en relación con lo que se espera de ellos como miembros del proyecto y, finalmente, coordinar sus actividades.

4. Control.

Desde el momento en que se implanta la alternativa, también se implantan los sistemas de control, lo que implica que se medirá en forma continua el rendimiento del proyecto y del personal; esta información se utilizará para realizar ajustes o correcciones y aplicar incentivos que motiven al personal y aseguren el éxito del proyecto.

De acuerdo con Fuentes Zenón (2001), el proceso de planeación no está constituido por una serie de pasos predeterminados, sino que es una herramienta que debe variar de acuerdo con la clase de problema a que se dirige.

Así, los dos aspectos que es necesario definir para realizar las actividades de planeación son:

- ✓ El tipo de problema que se abordará
- ✓ El enfoque de planeación más adecuado a éste

Fuentes Zenón explica que hay situaciones en las que se busca corregir las fallas o mejorar el desempeño de la organización (aumentar la productividad, disminuir la rotación del personal, disminuir los tiempos de entrega, etc.). A estas situaciones las llama *Problemas Operacionales* y ante ellos lo que se pretende es indagar la razón de las fallas o identificar posibles puntos de mejora para, sobre esta base, definir los ajustes necesarios.

Dentro de los problemas operacionales, por tanto, se desarrollarán procesos de mejora, que se basan en el principio de que "nadie sabe más sobre su trabajo que el que lo hace", por lo que esa persona es la que puede sugerir ideas acerca de cómo mejorarlo. La participación del trabajador en toda la organización provoca un efecto acumulativo de mejora en el largo plazo, lo cual implica que se debe:

- ✓ Crear una cultura de mejora
- ✓ Establecer procedimientos de análisis amigable
- ✓ Establecer un sistema que evalúe y aplique rápidamente las propuestas de cambio

Asimismo, las fallas o puntos de mejora pueden concebirse como el efecto visible de alguna causa que es necesario precisar con el fin de actuar sobre ella y solucionar el problema, en cuyo caso las alternativas de solución para las fallas pueden ser aliviar los efectos o atacar las causas. Sin embargo, cuando se presentan fallas generalizadas o totales del sistema, hay problemas para organizar y ejecutar un proceso o se desean mejoras globales, es necesario contar con una visión amplia de la organización, para lo cual es necesario crear una representación de los procesos (es

decir, crear el sistema de actividades correspondiente). A este análisis se le conoce como *análisis funcional*.

Para elaborar los sistemas de actividades es necesario:

- ✓ Definir procesos y subprocesos involucrados.
- ✓ Establecer propósito o función para cada uno y qué actividades se requiere para cumplirlos.
- ✓ Conectar las actividades entre sí y con su entorno, indicando flujos de materiales, información, etc.
- ✓ Dividir cada actividad en subactividades hasta alcanzar el nivel requerido.

Tanto los procesos de mejora como el análisis funcional, incluyen entre sus etapas las actividades mencionadas dentro de la planeación de proyectos.

De esta forma podemos definir la creación de un sistema de información como un problema operacional, debido a que con él se corregirán los problemas derivados del uso tradicional de la información y se logrará mejorar el desempeño de la organización.

Asimismo, dado que se pretende realizar mejoras a la organización a través de un cambio en los procesos de obtención y procesamiento de la información, se utilizará una mezcla de dos enfoques: el de los proceso de mejora y el análisis funcional, de tal forma que se logre recabar información oficial e información proveniente del personal involucrado directamente con el manejo de la información, con el fin de definir los problemas y la situación actual del flujo de información, por un lado, y con ello se logre, por otro lado, identificar los procesos clave y los subprocesos asociados. Lo anterior permitirá realizar el diseño del sistema y facilitará el rediseño de procesos dentro de la organización.

1.2 LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

Dentro de las diferentes corrientes de sistemas, la ingeniería de sistemas es la encargada de especificar, diseñar, implementar, validar, distribuir y mantener sistemas como un todo. Blanchard (1994) define la ingeniería de sistemas como la aplicación de ciencia e ingeniería para pasar de una necesidad operacional a un sistema mediante un proceso ordenado; dicho proceso constituye el Método de la Ingeniería de Sistemas que, en general, se define con base en el ciclo de vida de los sistemas:

- ✓ Identificación de la Necesidad
- ✓ Diseño Conceptual. Incluye la factibilidad de tecnologías alternativas, los requerimientos operacionales del sistema, el concepto de mantenimiento asociado a éste y la elaboración de el plan de administración y avance del sistema.
- ✓ Diseño Preliminar (Avance del Desarrollo). Aquí es necesario realizar el análisis funcional del sistema, definir los criterios de desempeño y de distribución y soporte, elaborar planes más

específicos y realizar la síntesis del sistema de tal forma que se estructuren configuraciones alternativas de diseño que serán probadas y documentadas.

- ✓ Diseño de Detalle y Desarrollo. Aquí se realiza el diseño en detalle de los elementos fundamentales del sistema y se desarrolla, prueba y evalúa el prototipo del sistema.
- ✓ Producción y/o Construcción. Esta fase hace referencia a la manufactura, producción, prueba y valoración del sistema, e incluye las modificaciones necesarias para su correcta operación.
- ✓ Utilización del Sistema y Soporte del Ciclo de Vida.
- ✓ Retiro del Sistema.

Así, la ingeniería de sistemas basados en computadoras hará referencia a todos los aspectos del desarrollo y de la evolución de sistemas complejos donde el software juega un papel principal (Sommerville, 2002). Por lo tanto, la ingeniería de sistemas basados en computadoras comprende el desarrollo de hardware, políticas y procesos de diseño y distribución de sistemas, así como la ingeniería de software.

1.2.1 LOS SISTEMA DE INFORMACIÓN

Si una organización se propone diseñar un sistema que facilite el manejo de su información, nos estamos refiriendo entonces a la creación de un sistema de información, el cual está conformado por la información y las tecnologías de información que la soportan, las cuales se combinan a través de procesos de gestión y organización. El tipo de información, así como la gestión y organización específicas, determinan el tipo de tecnología aplicable a la institución. Al respecto, la Figura No. 1 muestra la interrelación entre estos elementos.

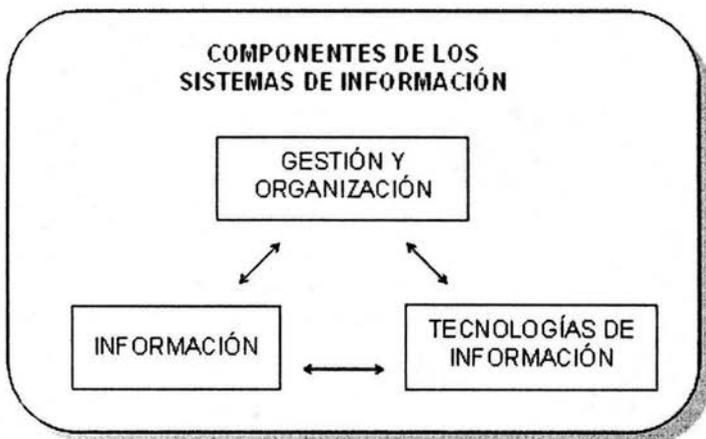


Figura No. 1. Los sistemas de información.

- ✓ Tecnologías de información: Incluye el hardware necesario para que el sistema pueda operar y el software que hará que los datos introducidos sean procesados correctamente y generen los resultados esperados.
- ✓ La información: Se refiere a los datos que son introducidos al sistema y que son necesarios para generar como resultado la información que se desea.
- ✓ La gestión y organización: Incluye todos los procedimientos, políticas y reglas de operación, tanto para la organización como para hacer trabajar una aplicación en la computadora, mismos que consideran al recurso humano que interactúa con el sistema.

De acuerdo con Cohen y Asín (2000), los sistemas de información deben realizar cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de la información. Estos sistemas deben considerar los aspectos de calidad necesarios para satisfacer los requerimientos de confiabilidad y eficiencia sin requerir mayores modificaciones o mucho mantenimiento una vez que se terminan.

Normalmente un sistema de buena calidad tiene un ciclo de vida largo, cumple con todas las especificaciones y expectativas del usuario, consume una cantidad mínima de recursos sin sacrificar la calidad ni las especificaciones del usuario y es producto de un proceso de desarrollo que cumple con las expectativas de los que lo implementan y de sus usuarios.

Como todo sistema vivo, el ciclo de vida de estos sistemas pasa por las fases que se muestran en la Tabla No. 2.

Tabla No. 2. Ciclo de vida de los sistemas de información

FASE	DESCRIPCIÓN
Nacimiento	Esta fase inicia cuando surge una necesidad o requerimiento por parte del usuario e incluye la realización de un estudio de factibilidad, para decidir si se justifica el desarrollo del sistema.
Desarrollo	Aquí se analizan los requerimientos, se elabora el diseño que servirá como base para el desarrollo y se desarrolla el sistema.
Operación	Cuando el sistema está terminado, el usuario debe introducir los datos necesarios para obtener la información y reportes que apoyen la operación de la organización.
Mantenimiento	Aquí se realizan las actividades necesarias para la correcta operación del sistema, se corrigen errores o se agregan nuevos requerimientos.
Muerte	Un sistema de información llega a esta fase cuando deja de ser necesario o cuando debe reemplazarse por otro mejor.

Estas fases están presentes en el ciclo de vida de cualquier sistema, aunque su duración es variable y depende del sistema de que se trate.

1.2.2 LA INGENIERÍA DE SOFTWARE

¿Qué es la Ingeniería de Software? Es posible encontrar diversas definiciones de esta disciplina, por ejemplo:

- ✓ El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, 1993) ha definido la Ingeniería de Software como la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del software.
- ✓ La Asociación Canadiense de Estándares (CSA, 2000) la define como las actividades sistemáticas que se realizan para el diseño, implementación y prueba del software con el fin de optimizar su producción y su mantenimiento.
- ✓ De acuerdo con Sommerville (2002), la ingeniería de software es una disciplina que comprende todos los aspectos de la producción de software, desde las etapas iniciales de la especificación del sistema hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza.

En general, es posible afirmar que la ingeniería de software no sólo comprende los procesos técnicos del desarrollo de software, sino también actividades como la planeación de proyectos de software y el desarrollo de herramientas, métodos y teorías de apoyo a la producción de software de calidad.

Sommerville (2002), asegura que la adopción de un enfoque sistemático y organizado es la forma más efectiva para producir software de alta calidad. Esta aseveración implica que es necesario definir las características de lo que constituye un software de alta calidad, así como el método a utilizar dentro de la ingeniería de software.

Diversos autores coinciden en que un software de calidad es aquel que cuenta con los siguientes atributos.

Tabla No. 3. Atributos de un software de calidad

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Mantenibilidad	El software debe evolucionar para cumplir con las necesidades del usuario, adaptándose al cambio en la organización. Este es un atributo crítico.
Confiabilidad	Este atributo se asocia a la seguridad y protección. Un software confiable no provocará daños económicos o físicos a la organización y será capaz de mantener la consistencia e integridad de la información a pesar de fallas internas.
Eficiencia	Un software eficiente ayudará a optimizar la utilización de los recursos del sistema, lo cual incluye utilización de la memoria, tiempo de respuesta, etc.
Usabilidad	El software debe ser fácil de utilizar por el usuario para quien fue diseñado, por lo que debe tener una interfaz de usuario y una documentación adecuadas.

El reto aquí es, entonces, lograr crear en forma sistemática un software eficiente, confiable, flexible, fácil de utilizar y mantener, por lo que el éxito en la creación de un software se fundamentará en la

percepción, el juicio y la creatividad de su desarrollador y en la utilización sistemática de metodologías, técnicas y herramientas de calidad durante todo su proceso de desarrollo.

Aunque existen variaciones en el método dependiendo del autor, todos los métodos incluyen lo siguiente:

Tabla No. 4. Elementos comunes a los métodos propuestos por la Ingeniería de Software.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Descripción del modelo del sistema	Se refieren al modelo del sistema que se desarrollará y la notación utilizada para definir éste modelo.
Reglas	Son restricciones que siempre aplican a los modelos de sistemas; por ejemplo, la regla de que cada entidad de un modelo de sistema debe tener un nombre único.
Recomendaciones	Características de una buena práctica de diseño; seguir estas recomendaciones debe dar como resultado un modelo del sistema bien organizado.
Guías de procesos	Constituyen una descripción de las actividades a realizar y su ordenamiento, con el fin de desarrollar los modelos del sistema y ejecutar una buena administración del proyecto de software.

Dado que los sistemas se crean para ser utilizados en organizaciones humanas y éstas son diferentes entre sí, un sistema exitoso será aquel que mejor se adapte a las necesidades específicas de la organización para la cual fue creado, lo cual implica que los sistemas creados para organizaciones diferentes diferirán uno del otro, aunque se trate de sistemas del mismo tipo (es decir, un sistema de control de inventarios creado para una empresa A será diferente a un sistema de control de inventarios creado para una empresa B, por ejemplo). En la siguiente sección se aborda este aspecto.

1.2.2.1 MODELOS DE PROCESOS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE

Aún cuando lo anterior presupone que no existe un modelo estándar para la creación de un sistema, existen actividades fundamentales comunes a ello. La utilización de un modelo para estandarizar las actividades, facilita su automatización y reduce los tiempos de creación y capacitación relativos al sistema.

Cada modelo representa al proceso de desarrollo de software desde una perspectiva particular, por lo que sólo provee información parcial acerca de ese proceso. Estos modelos implican procesos generales para el desarrollo de productos de software. Sommerville (2000) define los modelos más conocidos como sigue:

✓ **Modelo de cascada.**

Toma las actividades fundamentales del proceso de especificación, desarrollo, validación y evolución, y los representa como fases separadas del proceso, como a) especificación de

requerimientos, b) diseño de software, c) implementación y prueba de unidades, d) Integración y prueba del sistema, e) operación y mantenimiento.

✓ Desarrollo formal de sistemas.

Este enfoque se basa en la producción de una especificación matemática formal del sistema y en la transformación de esta especificación, utilizando métodos matemáticos, para construir un programa. La verificación de los componentes del sistema se lleva a cabo haciendo argumentos matemáticos acordes a su especificación.

✓ Desarrollo evolutivo.

Este enfoque entrelaza las actividades de especificación, desarrollo y validación. Un primer sistema se desarrolla rápidamente a partir de especificaciones abstractas. Entonces, se refina cíclicamente con la ayuda del cliente hasta producir un sistema que satisfaga sus necesidades.

✓ Desarrollo basado en la reutilización.

Este enfoque se basa en la existencia de un número significativo de componentes reutilizables. El proceso de desarrollo del sistema se enfoca en integrar estos componentes en el sistema más que en desarrollar los desde cero.

Todos los modelos de desarrollo de software incluyen 4 actividades imprescindibles, descritas en la Tabla Número 5.

Tabla No. 5. Actividades básicas del desarrollo de software

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Análisis de requerimientos	Aquí se incluye el identificar lo que se espera del sistema y las restricciones asociadas a éste. Esta es una actividad crítica para el desarrollo del sistema.
Diseño y desarrollo	Esta etapa incluye desde la creación de una imagen mental (diseño conceptual) de la estructura y funcionamiento del sistema hasta su traslado a la realidad con la ayuda de herramientas automatizadas, siempre tomando en cuenta que el producto debe cumplir con las especificaciones descritas en la etapa anterior.
Validación	Aquí se incluye todas las actividades necesarias para asegurar que el sistema realmente cumple con el propósito para lo cual fue creado.
Evolución	Debido a que las organizaciones humanas cambian con el paso del tiempo (es decir, evolucionan), todos los sistemas serán objeto de modificaciones.

Asimismo, todas estas actividades se encuentran enmarcadas en un plan de proyecto que permite, entre otras, administrar el tiempo y los recursos destinados a cada una de dichas actividades.

1.2.3 LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE

La realización efectiva de un proyecto depende de planear completamente su progreso. Es necesario anticiparse a los problemas que podrían surgir, así como preparar soluciones tentativas a esos problemas; es decir, es necesario planear el proyecto de software.

Así, el objetivo de la planeación de proyectos de software es proporcionar un marco de trabajo que permita al administrador del proyecto hacer estimaciones razonables de recursos, costos y tiempo en los posibles escenarios favorables y desfavorables para el proyecto (Pressman, 1997).

El Modelo de Procesos para la Industria de Software, base para la elaboración de la Norma Oficial Mexicana para la Industria de Desarrollo y Mantenimiento de Software y cuyo objetivo es fomentar la estandarización e incorporar las mejores prácticas en la gestión e ingeniería de software en México (MoProSoft, 2003), estructura los planes relacionados con el proceso de desarrollo de software tomando en cuenta 3 niveles: Alta dirección, gestión y operación.

El nivel de alta dirección se refiere a actividades relacionadas con la organización como un todo (es decir, la organización vista como un sistema); el nivel de gestión se refiere a las acciones necesarias para que se lleven a cabo las estrategias, procesos y proyectos (vistos bajo el enfoque sistema→subsistema→elemento, tal como se muestra en la Figura No. 2), incluyendo la gestión de recursos humanos, materiales, financieros y de conocimiento; finalmente, el nivel operación se refiere a la administración de los proyectos específicos que forman parte de un proceso o estrategia predefinidos.

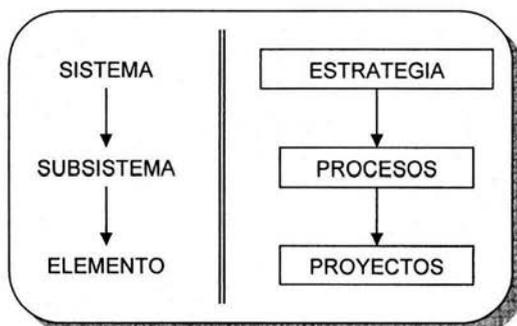


Figura No. 2. Niveles de sistemas asociados a las estrategias, los procesos y los proyectos.

Así, asociados a dichos niveles encontramos planes estratégicos, planes de procesos y planes de proyectos, además de los planes de adquisición, de implantación y de medición propios de cada nivel. Tal como se muestra en la Figura No. 3, la elaboración de estos planes deberá de incluir consideraciones tales como las características específicas de la organización, los estándares (de calidad, de desarrollo, etc.) asociados a los procesos y proyectos, las teorías y metodologías apropiadas para cada nivel y aspecto a planear, las tecnologías y herramientas accesibles para la organización, así como la experiencia de los planeadores.

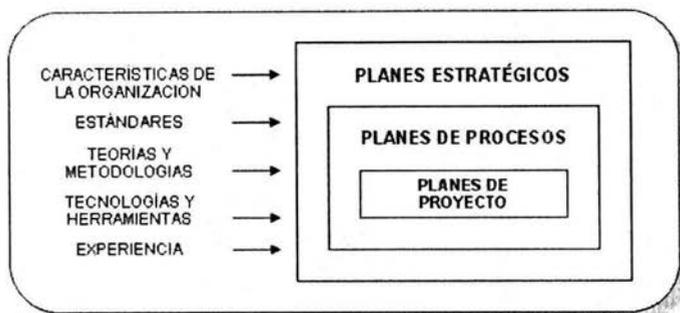


Figura No. 3. Aspectos a considerar durante la elaboración de los planes.

A continuación (y con base en el MoProSoft) se expone brevemente cada uno de estos planes:

✓ *Plan estratégico de la organización.* En la Figura No. 4 puede observarse que este es un plan asociado a la Alta Dirección que incluye la definición de:

- Visión, Misión y Valores de la organización.
- Objetivos (cuantitativos y cualitativos).
- Estrategias (procesos necesarios y cartera de proyectos, entre los que se encuentran los proyectos de software). Es decir, aquí se elabora el *Plan de Proceso* y el *Plan de Gestión de Proyectos*.
- Estructura de la organización.
- Estrategias de comunicación globales (con los clientes y con los miembros de la organización). Es decir: *Plan de Comunicación e Implantación*.
- Recursos (actúan como soporte para la implantación de procesos y la ejecución de proyectos; incluyen la creación de una base de conocimientos). Se refiere a la elaboración del *Plan de Adquisición y Capacitación*.
- Presupuestos.
- Control del plan estratégico (es decir, control del grado de cumplimiento de la visión, misión, etc.). Incluye, por tanto, el *Plan de Medición de Proceso*.

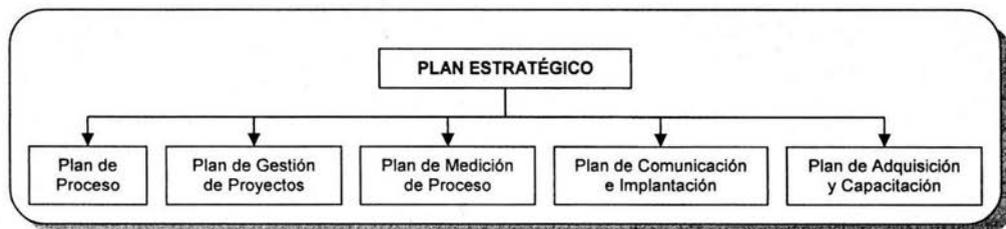


Figura No. 4. Principales planes asociados al Modelo de Procesos para la Industria de Software en México

- ✓ *Plan de Adquisición y Capacitación.* Este plan se utiliza dentro de la gestión de las estrategias, los procesos o los proyectos (Figura No. 5). Incluye identificar:
 - Los recursos necesarios para la realización de las actividades correspondientes a las estrategias, proceso o proyectos de que se trate y su óptima asignación (*Plan Operativo de Bienes, Servicios e Infraestructura* y *Plan Operativo de Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo*). Esto, a su vez incluye:
 - La capacitación del personal (*Plan de Capacitación*).
 - El mantenimiento necesario (*Plan de Mantenimiento*).
 - La elaboración de presupuestos.
 - La identificación de la Base de Conocimientos (*Plan Operativo de Conocimiento de la Organización*), que incluye:
 - El *Plan de Administración de la Base de Conocimiento*. Esta Base será entendida como el repositorio donde se acumula la información de la organización, sus procesos y proyectos, que le servirán para aprender y crecer. Incluye los planes, documentos y datos relacionados con: la organización, los procesos, los proyectos y su desarrollo, los recursos, el mantenimiento, los recursos humanos, los recursos adquiridos y los proveedores, el conocimiento tecnológico y la biblioteca de la organización.

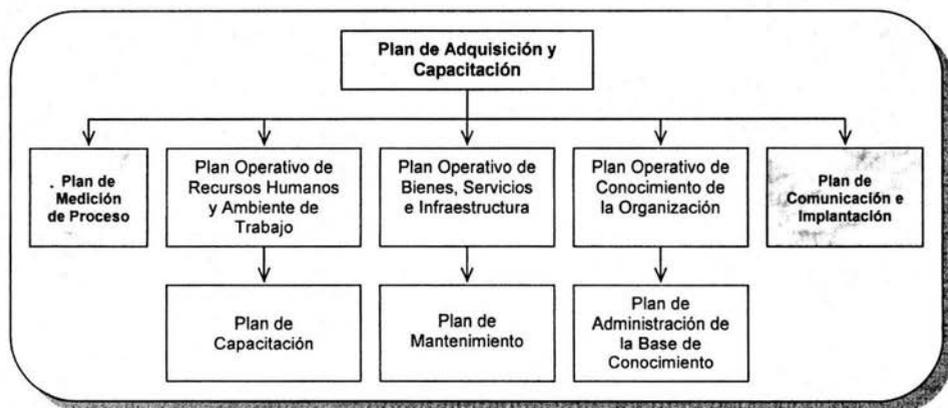


Figura No 5. Planes asociados al Plan de Adquisición y Capacitación

- ✓ *Plan de Comunicación e Implantación.* También se utiliza dentro de la gestión de las estrategias, los procesos o los proyectos. Se refiere a la creación del ambiente necesario y propicio tanto para la implantación de los procesos como para la realización de los proyectos, los cuales presuponen la implantación de la estrategia definida por la alta dirección. Incluye, por tanto, la descripción de la forma en que se realizará la difusión del plan estratégico, el proceso o el proyecto entre los miembros de la organización y los clientes externos.

✓ *Plan de Medición de Proceso.* Se refiere a la creación de planes donde se defina el control de las estrategias, los procesos o los proyectos específicos, los cuales se establecerán en forma permanente y llevarán a la mejora sistemática de la organización. Asociado a este plan se encuentran:

- La definición de estándares de desempeño (que servirán como base para la emisión de juicios), las reglas asociadas a la emisión de juicios, etc. (*Plan de Evaluación*).
- Las acciones que deberán realizarse en caso de presentarse algún problema o falla (*Plan de Acciones*).
- La estructuración de propuestas de mejora para la organización, los procesos o los proyectos. Incluye, además, la identificación de tendencias tecnológicas en el medioambiente interno y externo de la organización (*Plan de Mejora*).

✓ *Plan de Proceso.* En la Figura No. 6 puede observarse que la planeación de los procesos asociados a cada uno de los objetivos definidos en el plan estratégico incluye:

- La definición de los elementos de cada proceso (propósito, actividades, responsables, recursos, tiempos, etc.).
- La identificación de los posibles riesgos o problemas asociados a la estrategia o proceso (*Plan de Manejo de Riesgos*).
- La documentación de los procesos (que incide en la Base de Conocimiento).
- Difusión de los procesos entre los clientes y los miembros de la organización (*Plan de Comunicación e Implantación*).
- Recursos necesarios para cada proceso (*Plan de Adquisición y Capacitación*).
- Control de los procesos (incluye *Plan de Medición*, *Plan de Evaluación*, *Plan de Acciones Correctivas* y *Plan de Mejoras* posibles)

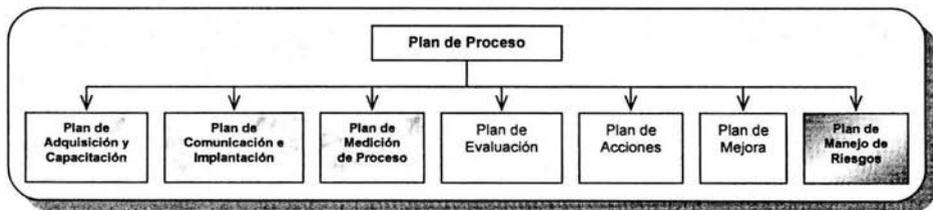


Figura No. 6 Planes incluidos dentro del Plan de Proceso

✓ *Plan de Gestión de Proyectos.* Una vez que dentro del plan estratégico se ha definido la cartera de proyectos de software, se elabora el plan de gestión de proyectos que, como su nombre lo indica, incluye aquellas acciones que permiten ejecutar los proyectos y vigilar el cumplimiento de los objetivos estratégicos asociados a ellos (Figura No. 7). Este plan incluye:

- Las acciones necesarias para generar y concretar las oportunidades de proyectos (*Plan de Venta*).

- Las actividades necesarias para gestionar cada proyecto específico (*Plan de Administración de Proyecto*).
- La identificación de los posibles riesgos asociados a la cartera de proyectos y las acciones respectivas (*Plan de Manejo de Riesgos*).
- La difusión de los proyectos (*Plan de Comunicación e Implantación*).
- La gestión de los recursos necesarios para los proyectos (*Plan de Adquisición y Capacitación*).
- La medición del logro conjunto de los proyectos (*Plan de Medición de Proceso*).

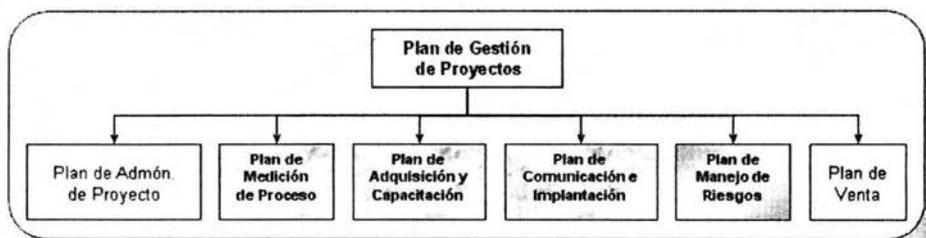


Figura No. 7 Planes incluidos dentro del Plan de Gestión de Proyectos

- ✓ *Plan de Administración de Proyecto.* Este plan se prepara en forma individual, al inicio del proyecto, y debe utilizarse como un conductor el mismo, por lo que debe ser el mejor posible de acuerdo con la información disponible y debe evolucionar conforme el proyecto progresa y la información disponible mejora. Las metas globales de la organización son un factor importante que debe considerarse cuando se formula el plan de administración del proyecto. La estructura general puede verse en la Figura No. 8, e incluye:

- Los planes asociados a la *Gestión del Proyecto* específico que incluyen, entre otros:
 - Plan de estimación.
 - Plan de reclutamiento.
 - Plan de adquisición y capacitación
 - Plan de trabajo
 - Plan de control del proyecto
 - Plan de manejo de riesgos
 - Plan de retiro del sistema, etc.
- Los *Planes de Procesos Técnicos*, que incluyen:
 - La selección del modelo de procesos específico para el proyecto
 - Los métodos, herramientas, técnicas, etc.
- Los *Planes de Soporte del Proceso*, que incluyen:
 - Plan de administración de la configuración
 - Plan de validación y verificación
 - Plan de mantenimiento

- Plan de aseguramiento de la calidad
- Plan de solución de problemas (plan de contingencia)
- Plan de mejora de procesos
- El *Plan de Proyecto*, que incluye el proceso de desarrollo del proyecto (las fases del desarrollo usadas como guía para la ejecución del proyecto). La Figura No. 8a muestra las diferentes fases que integran el Plan de Proyecto.

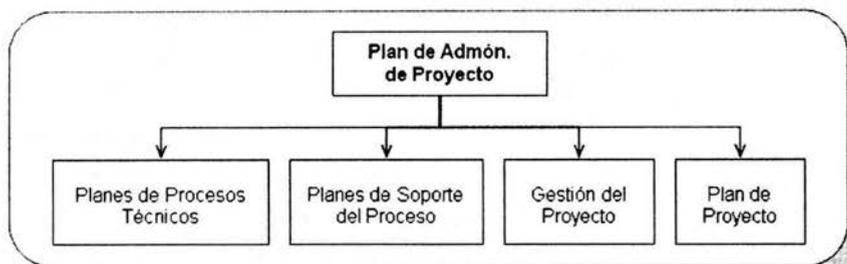


Figura No. 8. Planes incluidos dentro del Plan de Administración de Proyectos

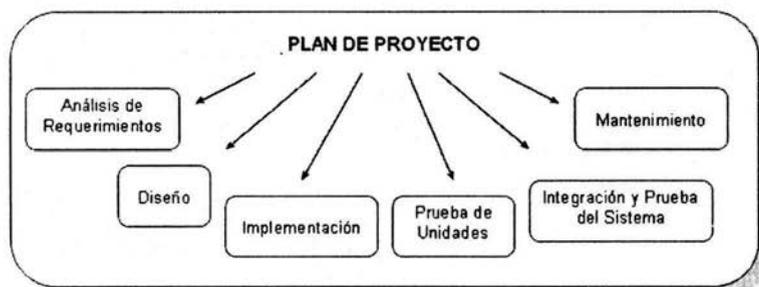


Figura No. 8a. Fases del Plan de Proyecto

Como ya se mencionó, el Plan de Administración del Proyecto sirve como base para la creación del software e incluye la creación de planes de soporte, algunos de los cuales se mencionan en la Tabla No. 6.

Los detalles del documento llamado Plan de Administración de Proyecto varían dependiendo del tipo de proyecto y de la organización. Sin embargo, muchos de ellos incluyen las siguientes secciones:

- ✓ *Introducción.* Describe brevemente los objetivos del proyecto y expone las restricciones que afectan el proyecto (fecha de entrega requerida, personal disponible, presupuesto global, etc.).
- ✓ *Análisis de requerimientos.* Describe, con base en lo expresado por el cliente, qué va a hacer el software, así como el hardware y la ayuda de software requerida para llevar a cabo el desarrollo. Debe incluir los estimados de los costos y las fechas de entrega posibles.

- ✓ *Análisis de riesgo.* Describe los posibles riesgos del proyecto, la probabilidad de que surjan estos riesgos y las estrategias de reducción de riesgos propuestas.
- ✓ *División del trabajo.* Describe la división del proyecto en actividades e identifica los eventos críticos (hitos) y productos a entregar asociados con cada actividad.
- ✓ *Organización del proyecto.* Describe la forma en que el equipo de desarrollo está organizado, la gente involucrada y sus tareas en el equipo.
- ✓ *Programa del proyecto.* Describe las dependencias entre actividades, el tiempo estimado requerido para alcanzar cada hito y la asignación de la gente a las actividades.
- ✓ *Mecanismos de supervisión e informe.* Describe la administración de informes y cuándo deben producirse, así como los mecanismos de supervisión del proyecto a utilizar.

Tabla No. 6. Descripción de los diferentes planes de soporte

TIPO DE PLAN	DESCRIPCIÓN
Plan de aseguramiento de la calidad	Incluye los procedimientos y estándares de calidad utilizados, así como la documentación asociada al software.
Plan de verificación y validación	Describe el enfoque, recursos y programación utilizados para verificar y validar el software.
Plan de administración de la configuración	Incluye los procedimientos de administración de la configuración de todos los elementos de software y herramientas a utilizarse.
Plan de mantenimiento	Predice los requerimientos, el esfuerzo y los costos de mantenimiento asociados.
Plan de contingencia	Incluye las acciones que deberán realizarse si alguno de los riesgos previstos se presenta.
Plan de mejora	Incluye la evaluación continua y la identificación de mejoras de todos los procesos asociados con el desarrollo de un producto de software.

El plan de administración de proyecto debe revisarse regularmente durante el proyecto. Algunas partes, como el programa, cambiarán frecuentemente; otras serán más estables. Así, debe utilizarse una organización del documento que permita reemplazar fácilmente las secciones modificadas.

CAPÍTULO 2. SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD

2.1 ANTECEDENTES

La revolución de las comunicaciones y de la informática ha transformado la forma de vivir de todas las personas y, debido a los procesos de globalización, ha convertido al uso de las tecnologías de la información en una pieza fundamental para que las organizaciones logren la calidad y competitividad necesarias para sobrevivir y crecer.

Ya Johnson, Kast y Rosenzweig mencionaban en 1963 que las compañías que no utilicen o acepten la tecnología actual estarán en peligro dentro de poco tiempo; los cambios tecnológicos que en sí mismos generan cambios a menudo pueden enfrentar a la organización con muchos obstáculos y solamente aquellos que se adapten al cambio serán capaces de sobrevivir.

En este contexto, en nuestro país se desarrolla actualmente el Sistema Nacional e-México y su componente estratégico, el Subsistema e-Salud, marcos en los cuales se están introduciendo las tecnologías de la información dentro del ambiente hospitalario mexicano, mismos que se describen de manera general a continuación.

2.1.1 EL SISTEMA NACIONAL e-MÉXICO¹

El sistema e-México, creado el 31 de agosto del 2001 y coordinado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, es un proyecto integrador que oficialmente pretende conjuntar el esfuerzo de organismos públicos y privados vinculados a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's), con la finalidad de ampliar la cobertura de servicios básicos como

¹ Todas las referencias al proyecto e-México corresponden al texto "Resumen ejecutivo del proyecto e-México" tomado de: *Acerca del sistema*. <http://www.e-mexico.gob.mx>.

educación, salud, economía, gobierno y ciencia, tecnología e industria, así como de otros servicios a la comunidad.

El supuesto básico del proyecto e-México es la idea de que la modernización de los servicios públicos se realizará solamente cuando éstos sean evaluados y rediseñados de tal forma que exista una mayor y mejor comunicación entre los usuarios y los proveedores de los servicios, así como entre las diversas organizaciones que participan en este sector.

La visión del sistema e-México para el 2025 es:

"El Sistema Nacional e-México como un proyecto de Estado y no de gobierno, con una sociedad integrada y totalmente intercomunicada, en donde cada mexicano vive en un entorno de igualdad de oportunidades entre sí y con el resto del mundo, respetando y preservando la riqueza pluricultural de México".

La misión del sistema se describe como:

"Ser un agente de cambio en el país, al integrar los esfuerzos que realizan diversos actores públicos y privados en la eliminación de la brecha digital y las diferencias socioeconómicas entre los mexicanos, a través de un sistema con componentes tecnológicos y sociales que ofrezca servicios básicos como aprendizaje, salud, intercambio comercial, y trámites de gobierno, siendo al mismo tiempo punta de lanza del desarrollo tecnológico de México".

El sistema e-México está conformado por cuatro subsistemas: e-Gobierno, e-Aprendizaje, e-Economía y e-Salud. Tal y como se menciona en el Resumen Ejecutivo del proyecto e-México, los diferentes subsistemas consisten en:

✓ e-Gobierno

Es un medio para que todos los mexicanos, en el ámbito federal, regional, estatal y municipal, puedan ejercer su derecho a estar informados y acceder a los servicios que ofrece el Estado, a través de la Mega Red del Sistema e-México. Asimismo, el Estado, a través de las diferentes instancias de gobierno, asume su obligación de garantizar el acceso de toda la población, a la información, uso y aprovechamiento de los diversos servicios públicos que ofrece.

✓ e-Aprendizaje

A través de este programa, se pretende brindar nuevas opciones de acceso a la educación y capacitación, que estimulen el aprendizaje como un medio para el desarrollo integral de los mexicanos, promoviendo que la educación sea accesible para cualquier persona, respetando su identidad y su entorno cultural.

✓ e-Economía

Con este subsistema se pretende acelerar el proceso de desarrollo de la economía digital en las empresas, especialmente las micro, pequeñas y medianas, para incrementar la competitividad de la economía mexicana; así como desarrollar la cultura de digitalización de la sociedad, particularmente en los consumidores.

✓ e-Salud

Su finalidad es poner al alcance de toda la población mexicana información integral de salud, que contribuya al desarrollo humano y de las instituciones del sector salud, eliminando las barreras de acceso a la información y a los servicios de salud.

Como puede observarse, en general los cuatro subsistemas pretenden integrar una sociedad de la información y el conocimiento, con un mayor grado de desarrollo a partir de sus propios modelos y metodologías que le permitan atender las necesidades de los mexicanos logrando estándares de calidad de alta competitividad en el mercado global.

En lo que respecta al presente documento, a continuación se describe con un poco más de profundidad las características básicas del subsistema e-Salud.

2.1.2 EL SUBSISTEMA e-SALUD²

Dado que el Sistema Nacional e-México orienta las acciones para lograr la intercomunicación entre los mexicanos con el fin de impulsar el mejoramiento de sus niveles de bienestar, el Subsistema e-Salud constituye un respaldo para alcanzar la modernización administrativa, eficientar la toma de decisiones y, en general, facilitar la conducción de los programas de salud a nivel local, regional y nacional.

Así, el propósito fundamental del programa e-Salud es el de contribuir a mejorar la salud de la población y ampliar la cobertura de los servicios (con prioridad para los habitantes de localidades con los niveles de mayor marginación) mediante un sistema telemático de alto contenido social, así como poner al alcance de la población, a través de información en línea, información en salud que contribuya al desarrollo humano individual y de la sociedad en su conjunto y que apoye la capacitación y educación continua del personal de salud.

La visión que guía al Programa e-Salud se enuncia como sigue:

"El programa Sectorial e-Salud busca contribuir significativamente en la meta de alcanzar el acceso universal de la población a la información en salud y el acceso a servicios esenciales de salud, a través de la incorporación y utilización apropiada de las nuevas tecnologías de la

² Todas las citas y referencias realizadas al programa e-Salud corresponden a los textos: "Programa de Acción: Telemedicina e-Salud" y "Acerca del programa e-Salud". Tomados de: www.e-mexico.gob.mx/wb2/eMex/eMex_Acerca_del_programa_eSalud.

información y telecomunicaciones; superando así las barreras geográficas, de tiempo y socioculturales, y participando en el desarrollo humano del país, así como en la conformación de una sociedad incluyente y más equitativa".

La misión del programa e-Salud consiste en:

Impulsar el mejoramiento del nivel de salud de los mexicanos, a través de la incorporación y utilización apropiada de las nuevas tecnologías de la información y telecomunicaciones, procurando la convergencia sectorial para contribuir al logro de los objetivos planteados por el Programa Nacional de Salud 2001-2006.

Entre las estrategias sustantivas del Programa e-Salud se encuentran:

- ✓ Intercomunicar a los trabajadores de la salud de los tres niveles de atención, a través de un sistema de Telesalud.
- ✓ Poner al alcance de la población información integral en salud, para reforzar la participación ciudadana.
- ✓ Implantar el uso del Expediente Clínico Electrónico (ECE) en las unidades de salud de las instituciones del sector.
- ✓ Ajustar el marco jurídico y normativo en salud, a fin de sustentar la incorporación y el uso de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones.
- ✓ Modernizar los procesos administrativos de los servicios de salud, por medio de sistemas telemáticos.
- ✓ Avanzar en la implantación de un modelo de tecnología informática con criterios y estándares homogéneos, para todas las instituciones del sector salud.
- ✓ Fortalecer la integración sectorial de los sistemas de información en salud.
- ✓ Reforzar la infraestructura y tecnología de comunicaciones e informática para la salud, en las instituciones del sector.
- ✓ Establecer instancias y mecanismos de coordinación para el control, seguimiento y participación ciudadana.

Dentro de las mencionadas estrategias, el uso del Expediente Clínico Electrónico (mismo que se describirá más adelante) es una de las prioridades a desarrollar y constituye el principal elemento para llevar a cabo la implantación de cualquier sistema de información dentro del Sistema Nacional de Salud.

2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN EL SECTOR SALUD

El propósito de los sistemas de información en el sector salud es mejorar la salud de los individuos y las poblaciones mediante la aplicación apropiada del conocimiento generado por sistemas de

información organizados, lo cual incrementa la eficiencia y calidad de los datos, así como el acceso a la información almacenada (OMS/OPS, 1999).

Las instituciones de salud se enfrentan actualmente a la disyuntiva de decidir entre la utilización de un sistema ya hecho o trabajar en la creación de un sistema "a la medida", aunque la tendencia consiste en la elaboración de sistemas a la medida y "públicos" -entendidos como sistemas de dominio público, contrarios a los sistemas propietarios o "de marca" (esta diferencia incide en la existencia/inexistencia de los derechos de autor, el pago de licencias y la piratería).

La Tabla No. 7 hace referencia a las ventajas de los sistemas propietarios y públicos, de acuerdo con lo mencionado por la OMS y la OPS (OMS/OPS, 1999).

Tabla No. 7. Ventajas de los sistemas propietarios y públicos

CARACTERÍSTICA	SISTEMAS PROPIETARIOS	SISTEMAS PÚBLICOS
Mejor desempeño	✓	
Menor cantidad de interfaces	✓	
Mantenimiento más bajo	✓	
Menor número de proveedores	✓	
Respuesta más fácil a los requisitos del usuario		✓
Menor dependencia de un único proveedor		✓
Más amplia elección de aplicaciones/tecnologías		✓
Menor tiempo para el desarrollo de aplicaciones		✓
Facilidad y velocidad de crecimiento		✓

2.2.1 LA PLANEACION DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD

El desarrollo y establecimiento de sistemas de información en salud -públicos y a la media-, lleva implícita la necesidad de planificar, por lo que incluye las siguientes acciones:

- ✓ Identificar las necesidades de los servicios de salud.
- ✓ Dentro de la planificación, lo primero es identificar propósito, estructura y funciones de la institución; esto quiere decir, comprender las funciones de cada área de atención (incluyendo las funciones asociadas a la investigación y la docencia).
- ✓ Examinar en forma integral las soluciones tecnológicas aplicables al sector salud.

Es decir, identificar las tecnologías que permitirán la creación de redes de información, registros computarizados, automatización de funciones, etc., tomando siempre en cuenta su costo y rapidez de obsolescencia.

Estos sistemas de información cuentan con una base tecnológica que consiste en un software de aplicaciones que da respuesta, de la manera más completa posible, a los requisitos específicos de los usuarios. La clara definición de los requisitos traerá como consecuencia una eficaz definición de la tecnología de información a utilizar y la optimización de los recursos con que cuentan las instituciones de salud.

La tendencia actual consiste en que los sistemas cuenten con una infraestructura para trabajo en redes, tecnología inalámbrica, conectividad y comunicaciones estandarizados, orientada a objetos y multimedia, y orientada al usuario.

- ✓ Gestionar proyectos de aplicación de tecnologías de información en el sector.

Una gestión eficaz lleva implícita la planificación y administración de recursos; es decir, implica identificar los recursos necesarios para la realización de estos proyectos (humanos, materiales, etc.) y la forma de acceder a ellos, así como evitar salirse del presupuesto y el plazo asignado. Además también incluye la organización de las tareas asociadas y el aseguramiento del cumplimiento de las funciones específicas.

- ✓ Diseño y desarrollo de sistemas de información de salud.

El diseño implica la aplicación de técnicas ingenieriles (ingeniería de software, ingeniería de sistemas, etc.) e incluye la estandarización de los sistemas diseñados (es decir, la inclusión de estándares para definiciones, terminología y procesamiento de datos, estándares técnicos y electrónicos, así como la compatibilidad con normas regionales, nacionales e internacionales, para evitar que el sistema se convierta en una "isla" de información).

Debe considerarse que el proceso desarrollo de los sistemas de información es progresivo, con un plazo mínimo de 2 años para la creación de un sistema de información completo, por lo que es necesario un enfoque por fases, así como la planificación y presupuestación de todo el proceso.

- ✓ Operación y mantenimiento.

El uso de las aplicaciones tecnológicas lleva a la aparición de 2 roles nuevos en las instituciones de salud: el administrador de sistemas (responsable del diseño de políticas, procedimientos y normas y su monitoreo, quien vincula al personal técnico con los niveles altos de la estructura de la organización) y el supervisor directo (quien conoce los estándares, por lo que se encarga de capacitar al personal, y responsable de la puntualidad y precisión de los datos). Es necesario realizar una evaluación continua debido a que los Sistemas de información y su contexto son dinámicos, lo cual implica control para aprovechar las innovaciones y realizar mejoras

La Figura No. 9 hace referencia al proceso descrito anteriormente. Como puede observarse, estas actividades forman parte de un proceso de cambio planeado que incluye la introducción gradual de los sistemas de información, acompañados de una buena gestión de proyectos y de la capacitación de los usuarios de la organización. Lo anterior abarca tanto aspectos de salud e ingeniería, como aspectos administrativos, de docencia e investigación, por lo que deberán de ser llevados a cabo por equipos interdisciplinarios y no por individuos.

Para lograr que los sistemas de información en salud tengan éxito, será necesario romper la resistencia al cambio propia de los seres humanos y contar con el respaldo de los usuarios, para lo

cual se deberá de identificar a las personas clave, conocer sus necesidades e intereses e instruirlos y capacitarlos.

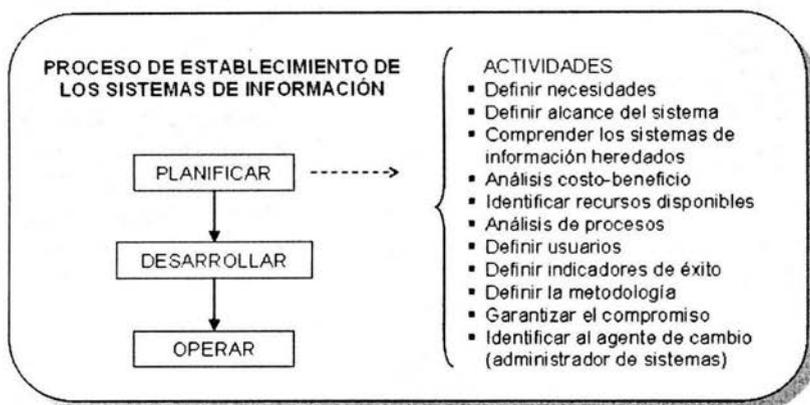


Figura No. 9. *Proceso de establecimiento de los sistemas de información.*

Especialmente, se debe identificar y capacitar a aquellos que se encargarán de registrar los datos pues sus errores involuntarios pueden llevar a que los datos capturados no se conviertan en información y, por ende, no se genere conocimiento.

La instrucción será entendida como el cambio en la práctica profesional -debido a que los sistemas de información cambian la forma de trabajar-, y la capacitación se enfocará en cómo utilizar el equipo, ingresar datos y producir análisis o reportes adecuados. Ambas acciones deben ser continuas y tendrán asociada la definición del número de personas necesarias para el buen funcionamiento del sistema, su nivel y experiencia.

La participación y aceptación de los miembros de la organización es, en algunas ocasiones, lo más difícil de implantar, pues éstos no siempre comprenden el valor de los sistemas de información, ni el esfuerzo, tiempo, nivel de compromiso y recursos necesarios para su implantación.

Como conclusión, podemos decir que el diseño del sistema de información de salud incluye:

- El análisis de necesidades y requerimientos para cada servicio (especialidad) o división (administrativa o biomédica). Las necesidades de cada servicio serán diferentes a pesar de que pertenezcan al mismo sector y a la misma organización, por lo que el análisis de requerimientos deberá de tomar en cuenta dichas particularidades. Lo anterior quiere decir que cada servicio maneja los datos de forma más específica o general, por lo que el ECE debe contemplar la inclusión de datos estándar (generales) a los cuales sea posible añadir más datos.

-
- La síntesis del sistema (integración de todos los servicios). Cada servicio puede tener su propio sistema, pero es necesario evitar la duplicación de información y trabajo al considerar que todos los servicios funcionen en forma coordinada.
 - Los aspectos tecnológicos a considerar, que incluyen: Los estándares apropiados, las tecnologías adecuadas para la captura de datos y para la identificación de los pacientes, el protocolo de transmisión, la arquitectura de computo a utilizar, etc.
 - La sensibilización del personal de salud a todos los niveles. Antes de diseñar, construir y operar el sistema, es necesario asegurar la cooperación de todos los miembros de la organización. Dado que el Expediente Clínico Electrónico no es solamente una nueva forma de almacenamiento de la información, sino que constituye un nuevo paradigma para el registro y uso de la información médica, se corre el riesgo de que las organizaciones caigan en una parálisis paradigmática que implique que los miembros ignoren (consciente e inconscientemente) las ventajas del ECE y rechacen el uso.
 - El conocimiento del medio. Incluye una revisión de: las políticas de salud, la evolución tecnológica y cultural de la región, la posibilidad de financiación de los sistemas, la evolución de la organización y los problemas culturales que se prevé serán generados por el sistema.

2.3 EL EXPEDIENTE CLINICO ELECTRONICO

A nivel mundial, el antecedente de lo que actualmente se conoce como Expediente Clínico Electrónico se encuentra en Inglaterra, en las décadas de 1960 y 1970, cuando se empezaron a desarrollar y utilizar los primeros registros electrónicos de pacientes, aunque no es sino hasta la década de 1990 cuando se generaliza su uso y recibe mayor atención por parte de los desarrolladores de sistemas informáticos para el área médica, a tal grado que en Estados Unidos y Francia actualmente existen instituciones que se dedican exclusivamente a ellos (por ejemplo, en los EU encontramos el Instituto de Registros Médicos, MRI, y el Instituto para el Expediente Computarizado del Pacientes, CPRI).

Asimismo, desde 1991, el Instituto de Medicina (IOM) de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América estableció que el uso de un expediente electrónico automatizado representa el medio para ayudar a los prestadores de servicios médicos a controlar y optimizar la manera en la que se proporciona atención sanitaria a los pacientes.

La demora en la "popularización" del ECE se debió, en parte, al hecho de que mientras sus costos se pueden medir en dinero, generalmente no ocurre así con sus beneficios (hasta la fecha, aún no se desarrolla un método que asegure un correcto análisis costo-beneficio del ECE); además, el cambio en la forma de trabajar derivado del ECE ha hecho surgir cierto rechazo por parte del

personal de salud (cabe aclarar, sin embargo, que en todas las organizaciones está siempre presente cierto grado de resistencia al cambio).

Otro aspecto que explica dicha demora es la falta de una base legal adecuada para su desarrollo y operación. Lo anterior se debe a que, dado que el Expediente Clínico es un documento de carácter legal, debe elaborarse de acuerdo con los lineamientos contenidos en las Normas Oficiales. Dicho expediente constituye una serie cronológica de observaciones referentes al diagnóstico, tratamiento y evolución de un paciente y está definido por la Norma Oficial Mexicana (NOM) del Expediente Clínico³ (NOM-168-SSA1-1998, Numeral 4.4) como el... "conjunto de documentos escritos, gráficos e imageneológicos o de cualquier otra índole, en los cuales el personal de salud deberá hacer los registros, anotaciones y certificaciones correspondientes a su intervención, con arreglo a las disposiciones sanitarias".

Así, la Norma Oficial establece la necesidad de sistematizar, homogeneizar y estandarizar la elaboración, el manejo y el contenido del expediente clínico... "que contiene los elementos técnicos esenciales para el estudio y la solución de los problemas de salud del usuario, involucrando acciones preventivas, curativas y rehabilitatorias y que se constituye como una herramienta de obligatoriedad para los sectores público, social y privado del Sistema Nacional de Salud" (NOM-168-SSA1-1998, Numeral 0), permitiendo los usos: médico, jurídico, de enseñanza, investigación, evaluación, administrativo y estadístico del expediente clínico.

Lo anterior lleva a que existan dos aspectos sumamente importantes que deben considerarse al estudiar el Expediente Clínico Electrónico: su estructura y su carácter legal. Respecto del primer aspecto, la NOM establece los elementos mínimos que constituyen el Expediente Clínico, aclarando que las instituciones pueden establecer otros formatos para el Expediente (NOM-168-SSA1-1998, Numeral 5.12). Esto significa que, si bien es posible crear un software general para el ECE, será necesario adecuarlo a las necesidades específicas de cada institución de salud.

Respecto del carácter legal del Expediente Clínico, la Norma especifica que la información contenida en el Expediente Clínico debe ser manejada con discreción y confidencialidad, y solo podrá ser dada a conocer a terceros mediante orden de las autoridades judiciales, administrativas, sanitarias o la Comisión Nacional de Arbitraje Médico CONAMED, para su arbitraje (NOM-168-SSA1-1998, Numeral 5.6).

Pese a todo lo anterior, se espera que en el futuro los Expedientes Clínicos Electrónicos se conviertan en el corazón de todos los sistemas de información en salud y alimenten las bases de datos federales, por lo que el ECE debe conceptualizarse como parte de un sistema más amplio que incluye sistemas relacionados con la medicina (sistemas automatizados de diagnóstico, por

³ Todas las citas y referencias realizadas al Expediente Clínico corresponden a la Norma Oficial Mexicana del Expediente Clínico (NOM-168-SSA1-1998), publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 30 de septiembre de 1999.

ejemplo), la administración (el personal, las finanzas, etc.) o la investigación, pero debido al carácter y la función principal de las organizaciones en que se encuentra, debe ser el centro alrededor del cual se construyan los otros. Finalmente, todo lo anterior implica que debe ser adaptable, debe poder añadirsele lazos con los otros sistemas que se irán creando poco a poco y también debe ser posible entrelazarlo con sistemas externos (Banco de sangre, registro de trasplantes, etc.).

CAPÍTULO 3. REQUERIMIENTOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD

3.1 ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

El análisis de requerimientos describe, con base en lo expresado por el cliente, qué va a hacer el software, así como todo aquello que se necesita para llevar a cabo el desarrollo.

Para realizar el análisis de requerimientos, es necesario realizar actividades tales como:

- ✓ Entrevistas al personal de la organización.
- ✓ Buscar literatura referente al desarrollo del sistema y del software.
- ✓ Analizar las ventajas y desventajas de varios sistemas propietarios y "de marca".

El objetivo de las entrevistas es obtener información relativa a los procesos y el flujo de información clínica de la organización (en este caso, los hospitales). Mientras que de la literatura y los sistemas existentes se pretende obtener una idea acerca de los aspectos que se deben incluir o excluir en el diseño del producto de software (en este caso realizar un análisis funcional del sistema e identificar las mejoras posibles relacionadas con el desarrollo del ECE).

Dentro del plan de proyectos de software, el análisis de requerimientos es clave para el éxito del desarrollo. Pressman (1997), define el análisis de requerimientos como la actividad que permite especificar la función y el rendimiento del software, indicar la relación del software con otros elementos del sistema y establecer las restricciones que deben cumplirse. El objetivo de este análisis es, primero, reconocer los elementos básicos del problema tal y como los percibe el cliente para que, después, el analista sea capaz de modelar y sintetizar una solución para el mismo.

En otras palabras, el análisis de requerimientos permite al analista comprender el funcionamiento del software en el contexto del sistema y generar las estimaciones necesarias para la planificación del proyecto.

Sommerville (2002) define 3 elementos dentro del análisis de requerimientos:

- ✓ Requerimientos del usuario (declaraciones en lenguaje normal y en diagrama de lo que espera el usuario del sistema y de las restricciones bajo las cuales operará éste).
- ✓ Requerimientos del sistema (detalle de las funciones del sistema que sirve como contrato entre el desarrollador y el usuario del sistema).
- ✓ Especificación del diseño del software (descripción abstracta que sirve como base para el diseño en detalle e implementación del mismo).

El análisis de requerimientos se integra en un documento que, de acuerdo con el estándar del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica –IEEE- y del Instituto Americano de los Estándares Nacionales –ANSI-, IEEE/ANSI 830-1993 (IEEE, 1993), debe tener la siguiente estructura:

1. *Introducción* (incluye propósito del documento, alcance del producto, definiciones y abreviaturas, referencias y resumen del documento).
2. *Descripción general* (incluye perspectiva, funciones y características del producto, así como restricciones generales, suposiciones y dependencias).
3. *Requerimientos específicos* (cubre los requerimientos funcionales, no funcionales y de interfaz; el contenido de esta sección depende del proyecto específico).
4. *Apéndice*.
5. *Índice*.

El estándar IEEE es muy general, pero sirve de ayuda para presentar los requerimientos y puede ser adaptado a las necesidades específicas de una organización en particular.

3.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL

El análisis funcional implica un conocimiento previo de la estructura del sistema -toda vez que se encarga de estudiar el papel que juega cada elemento dentro del sistema- y presupone, por tanto, el conocimiento de cuáles son dichos elementos y sus interrelaciones.

A nivel internacional se han realizado diferentes estudios para generalizar las áreas, usuarios y funciones dentro de las instituciones del sector salud. Uno de estos esfuerzos fue realizado por la OMS y la OPS (OMS/OPS, 1999), quienes identificaron los siguientes módulos que conforman la estructura de los sistemas de información para la atención de salud:

A. Logística de atención a pacientes

- Registro

-
- Ingreso de pacientes ambulatorios
 - Ingreso, egreso y transferencia de pacientes hospitalizados
 - Programación de servicios y gestión de citas
 - Prescripción y solicitudes

B. Gestión de datos clínicos

- Registros médicos
- Atención de enfermería
- Auditoría clínica

C. Operación de servicios de apoyo técnico de diagnóstico y tratamiento

- Laboratorio clínico
- Imagenología médica de diagnóstico y de intervención
- Radioterapia
- Farmacia
- Transfusiones y banco de sangre
- Servicio de Nutrición

D. Operación de servicios de apoyo técnico de población y ambiente

- Salud ambiental
- Inmunización
- Vigilancia y bases de datos clínicos

E. Administración y gestión de recursos

- Gestión de finanzas
- Facturación / cuentas por cobrar
- Cuentas por pagar
- Contabilidad general / teneduría de libros
- Contabilidad de costos
- Libro mayor general
- Recursos humanos
- Nómina de sueldos
- Gestión de recursos humanos
- Personal
- Beneficios
- Gestión de materiales
- Adquisiciones
- Control de inventarios
- Gestión de capital fijo
- Mantenimiento de equipo médico
- Mantenimiento de instalaciones físicas
- Servicio de lavandería

- Servicio de transporte
- Presupuestación y apoyo ejecutivo

La Tabla No. 8 resume la estructura anterior:

Tabla No. 8. Estructura orgánica y procesos de una organización característica de atención de salud

GESTIÓN DE SERVICIOS	GESTIÓN DE PACIENTES
Administración de recursos Fondos Personal Materiales y servicios de apoyo Gestión de camas Personal y prestaciones Gestión de activos Gestión de instalaciones Mantenimiento de equipo técnico Medicamentos y materiales médicos	Logística de la prestación de servicios Sanitarios Identificación de pacientes Admisiones/egresos/transferencias Órdenes Organización de citas Programación de servicios
Evaluación y planificación Actividades Atención médica Epidemiología clínica Investigación clínica Garantía de la calidad	Datos clínicos primarios Instrumental digital automatizado Imágenes digitales
Gestión de la información Archivos de datos Acceso a bases de datos Arquitectura de SIS	Administración de registros médicos Registros médicos Documentación de seguros y legal Auditoría clínica

Con base en lo anterior, y de acuerdo con la OMS/OPS (1999), es posible clasificar los datos para registros de salud en siete grupos:

Tabla No. 9. Tipos de datos de los registros de salud

TIPO DE DATO	EJEMPLO
Datos codificados	Diagnóstico, procedimientos, resultados de laboratorio.
Texto	Radiología, informes de anatomía patológica, notas.
Imágenes de documentos	Expedientes médicos escaneados ópticamente
Registros de señal biológica	Electrocardiogramas (ECG), Electroencefalogramas (EEG).
Objetos de voz	Informes dictados.
Imágenes sin movimiento	Radiografías, mamogramas, fotos.
Video con movimiento total	Sonogramas, cateterismo cardíaco, colposcopias.

Al mismo tiempo, el Centro de Investigación en Ingeniería Concurrente (CERC, por sus siglas en inglés), dentro del proyecto ARTEMIS (CERC-TR-RN-94-003), trabajó en la clasificación de los usuarios en 6 categorías generales: Médico, Enfermera, Recepcionista, Administrador, Capturista y Técnico.

La misma institución identificó las actividades asociada a la utilización del ECE de la siguiente forma: crear, actualizar, ver, imprimir, archivar, crear reporte, ver reporte e imprimir reporte

(añadiendo, en algunos casos: iniciar videoconferencia, responder videoconferencia, enviar e-mail y responder e-mail); asociando todas estas acciones, a su vez, a la información en el ECE referente a datos generales, exámenes de laboratorio, descripción, tratamiento y evolución del padecimiento.

Así, es posible hablar de actividades tales como: actualizar los datos generales del paciente, crear reportes de exámenes de laboratorio, ver evolución del padecimiento, imprimir descripción del padecimiento, etc., y asociar dichas actividades a un usuario específico (al respecto, vea la Tabla No. 10).

Tabla No. 10. Matriz de interrelación Usuario-Función del proyecto ARTEMIS (resumen)

Actividades		Médico	Enfermera	Recepcionista	Administrador	Capturista	Técnico (clínico)
Crear	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Actualizar	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Ver	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Imprimir	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Archivar	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Crear reporte	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Ver reporte	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Imprimir reporte	Datos generales						
	Exámenes de laboratorio						
	Descripción del padecim.						
	Tratamiento y evolución						
Iniciar videoconferencia							
Responder videoconferencia							
Enviar e-mail							
Responder e-mail							

En el mismo contexto, la OMS y la OPS (1999) han identificado un conjunto de más de 500 funciones propias de los sistemas de información de las instituciones americanas de salud, las cuales se engloban a nivel general en las siguientes:

✓ **Requerimientos generales**

El sistema debe contar con una estructura modular y debe posibilitar que el expediente del paciente sea compatible con otros sistemas. También debe ser posible el acceso simultáneo a los registros del expediente, así como el acceso al plan de tratamiento del paciente. Finalmente, el sistema debe incluir tutoriales para el entrenamiento del usuario.

✓ **Interfaz de usuario**

El sistema debe hacer uso de una interfaz gráfica que trabaje a través de la administración de ventanas, debido a que esto es algo conocido para la mayoría de los usuarios y les facilitaría la comprensión del funcionamiento del sistema. Además, debe incluir funciones tales como accesos directos (atajos), despliegue de información global o despliegue selectivo, mensajes del sistema (especialmente, funciones de advertencia), grabado de datos clínicos por diferentes medios, procesamiento de palabras y reorganización gráfica de contenidos.

✓ **Captura de datos**

Debe incluirse la utilización de diversas herramientas de captura (diferentes formatos y medios), tales como: teclado, escáner, código de barras, tarjetas de banda magnética, tarjetas inteligentes, tarjetas ópticas, voz, etc. Asimismo, los datos capturados deben incluir información obligatoria, valores por omisión y predefinidos, advertencias de haber excedido los rangos. Finalmente, debe ser posible que el usuario diseñe las plantillas y formatos que necesite.

✓ **Funciones de soporte**

Las bases de datos de los diversos módulos del sistema deben ser compartidas, y el sistema debe incluir reconocimiento de textos, grabado automático de acciones estándar (como recetas, por ejemplo), tratamiento de pacientes anónimos (sin número de identificación personal), manejo de números de identificación alternativos y actualización de datos de identificación personal, entre otros.

✓ **Seguridad y confidencialidad**

El sistema debe cumplir con los requerimientos legales comunes, y debe incluir: notas (relacionadas con hipersensibilidad del paciente ante ciertos medicamentos, listas de medicamentos discontinuados, etc.), control de acceso e identificación y autenticación de la identificación, clasificación de la información (por niveles de seguridad) y del acceso (niveles de acceso), control de conexión/desconexión para cada acción (tiempo, acción realizada, etc.), protección para la comunicación externa, protección para la integridad de los datos y todas aquellas medidas que garanticen la fiabilidad del sistema. Para lo anterior, el sistema incluirá:

seguridad física, autenticación de datos y de usuarios, cifrado, firma digital, claves de control de acceso, etc.

✓ **Funciones de salidas**

El sistema debe generar reportes globales y estándar, permitir la "exportación" de datos y el control de impresión, impresión de etiquetas y códigos, función de archivo, dar seguimiento a las funciones de salida, asegurar la calidad de las salidas y, en general, proporcionar medidas que permitan evaluar el logro de objetivos.

✓ **Comunicación**

El sistema debe actuar como un sistema de soporte de decisiones, permitiendo la comunicación con otros sistemas y el almacenamiento de imágenes médicas de pacientes individuales, así como presentando plantillas para las diferentes partes del cuerpo y todas aquellas aplicaciones multimedia que faciliten la toma de decisiones.

✓ **Documentación del sistema**

Tutoriales, instrucciones de instalación, documentación para el usuario, solución de problemas, manual de referencia del sistema, funciones de ayuda, procedimientos de operación, documentación técnica, modelo de datos, protocolos de procedimiento y tratamientos.

✓ **Estructura del expediente**

Como parte importante del sistema de información de salud, el expediente debe hacer uso de palabras clave y terminologías, así como contar con una base de datos de terminología nacional, posibilidad de intercambiar información entre el módulo de expediente de pacientes y el módulo administrativo, documentar la acción de enfermería, crear notas sin visitas del paciente y utilizar sistemas de clasificación /codificación (como la Calsificación Internacional de Enfermedades, ICD, o el estándar SNOMED).

✓ **Requerimientos especiales para la actividad paramédica**

En los casos en los que esta área este incluida dentro de la organización, el sistema debe posibilitar el seguimiento y aseguramiento de la calidad, así como la evaluación y logro de los objetivos la actividad paramédica, además de posibilitar el acceso a los programas predefinidos de cuidado y rehabilitación, administración del equipo de rehabilitación, soporte para el cuidado en casa, estándares de clasificación de intervenciones y procedimientos, etc.

3.3 LA FUNCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Una de las funciones asociadas a las instituciones de salud que permanece prácticamente olvidada dentro de la aplicación de tecnologías informáticas en el área de la salud es la función de investigación. La Asociación Americana de Colegios de Medicina (AAMC, por sus siglas en inglés), en un reporte titulado "Tecnologías de la Información que posibilitan la investigación clínica"

(AAMC, 2002), menciona que las tecnologías de información utilizadas en la mayoría de las escuelas de medicina y hospitales de los Estados Unidos no toman en cuenta las necesidades de la investigación clínica, debido a que los sistemas de información existentes en el mercado están creados para cubrir las necesidades de los administradores de los hospitales más que las de los investigadores.

En dicho reporte, además, se establece que la investigación clínica necesita de grandes cantidades de información que debe ser procesada de formas diferentes dependiendo del tipo de investigación clínica de que se trate.

Así, el citado reporte identifica 4 tipos de investigación clínica, las cuales se describen a continuación.

- ✓ *Investigación basada en la población.* Incluye la investigación en salud pública (asociada a mejoras en las condiciones de salud de la población en general) y la investigación de los servicios de salud (que estudia la relación existente entre los insumos utilizados para la producción de los servicios de salud y los resultados obtenidos en relación con el estado de salud de determinados grupos poblacionales).
- ✓ *Investigación translacional.* Se enfoca en una pequeña cantidad de individuos, de los cuales recolecta la mayor cantidad de datos posible con el fin de identificar patrones y mecanismos relacionados con la psicología y patopsicología humana.
- ✓ *Investigación genética.* Conocida como la ciencia de la información del organismo, está enfocada principalmente al estudio de la secuenciación del genoma humano, la relación entre las variaciones genéticas y las enfermedades comunes, y el estudio de padecimientos raros provocados por una mutación genética.
- ✓ *Arbitraje médico.* Constituyen reportes de casos asociados a juicios clínicos, tanto para casos de enfermedades epidémicas como de padecimientos de baja prevalencia.

La tabla No. 11 describe las necesidades de información relativas a cada tipo de investigación y las actuales limitaciones para el uso de datos electrónicos.

Así, el ECE debe contemplar la inclusión de los datos necesarios para la investigación y permitir su organización dependiendo del tipo de investigación que se quiera realizar; debe simplificar y acelerar el acceso a la información crítica al mismo tiempo que controla el acceso a los datos; debe facilitar el tratamiento estadístico de grandes cantidades de datos; y, finalmente, debe facilitar el intercambio de datos entre diversos sistemas.

El reporte del AAMC menciona, además, que para algunas organizaciones puede ser conveniente almacenar los datos necesarios para la investigación (derivados de los datos clínicos) en un lugar diferente al utilizado para propósitos clínicos. La existencia de almacenes de datos diferentes hace

necesaria, sin embargo, la creación de un "mediador" o "traductor" entre almacenes, lo cual implica la utilización de estándares para la comunicación, especialmente cuando estos "mediadores" pertenecen a diferentes instituciones (el problema de la estandarización se aborda más adelante en este documento).

Tabla No. 11. Necesidades de la Investigación clínica

Tipo de Investigación Clínica	Requerimientos de Información	Limitantes (Requerimientos que no han sido cubiertos)
Investigación basada en la población	Necesita gran cantidad de datos, recolectados a través del tiempo, relativos a la salud de la población en general o de un grupo poblacional.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estandarización en códigos, vocabulario y nomenclaturas. ▪ Estandarización en la transmisión de datos ▪ Infraestructura para incluir, almacenar y extraer datos. ▪ Estándar para la validación de los datos contenidos en los sistemas electrónicos. ▪ Uso de algoritmos que aseguren la validez de los datos
Investigación translacional	Necesita gran cantidad de datos relativos a la salud de un individuo o un pequeño grupo de individuos en específico y su entorno.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalaciones con un medioambiente controlado donde sea posible la recolección de datos en tiempo real. ▪ Nomenclatura común para los parámetros clínicos. ▪ Bases de datos y programas que identifiquen los sujetos potenciales para la investigación. ▪ Tecnologías que tomen en cuenta el creciente número de requisitos legales relativos a la investigación clínica.
Investigación genética	Necesita gran cantidad de datos, tanto de individuos específicos y sus familias, como de grupos poblacionales determinados.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bases de datos clínicos que utilicen un vocabulario controlado para describir el fenotipo de grandes grupos de individuos y que se deriven de datos recolectados durante las consultas médicas de rutina. ▪ Acceso al ADN de una gran cantidad de pacientes que puedan ser utilizados en estudios de asociación o relación genética. ▪ Herramientas bioinformáticas que ayuden a identificar aspectos genéticos relacionados con la salud y la enfermedad. ▪ Mecanismos que posibiliten la realización de estudios de largo alcance integrando datos genéticos. ▪ Herramientas que permitan guardar y analizar la historia familiar y las pruebas genéticas de los pacientes (perfiles genéticos).
Arbitraje Médico	Necesita gran cantidad de datos relacionados con casos específicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodologías para identificar sujetos potenciales para juicios clínicos, acordes con las regulaciones pertinentes. ▪ Mecanismos que permitan la recolección, organización y reutilización de datos a lo largo de un juicio. ▪ Terminología estándar.

En conclusión, mientras que el proyecto ARTEMIS está basado en las características de las instituciones de salud estadounidenses y la guía de la OMS/OPS es muy general, al igual que ocurre con la función de investigación no todas las funciones y reportes mencionados por ellos concuerdan con aquellos incluidos en los expedientes clínicos mexicanos (los cuales se encuentran definidos a nivel nacional). Esta diversidad hace necesaria la realización de nuestro propio análisis estructural y funcional a fin de desarrollar sistemas de información apropiados para las instituciones mexicanas de salud.

3.4 EL PROBLEMA DE LA ESTANDARIZACIÓN

La estandarización (tanto del vocabulario, la transmisión de los datos y la arquitectura de los sistemas de información) es otro de los principales problemas asociados con la utilización de tecnologías de la información en la atención y en la investigación médica.

La utilización del ECE hace necesaria la definición y diferenciación en el significado de términos tales como "severo", "agudo", etc., asociados a padecimientos específicos, por lo que debe existir un acuerdo acerca de la terminología utilizada y la clasificación de los padecimientos, especialmente si se espera que la información contenida en el ECE sea compartida por diferentes unidades de una misma organización e, inclusive por organizaciones distintas a la que almacena el Expediente (lo cual presenta el problema de estandarizar la estructura y contexto de los mensajes que se intercambien entre diferentes unidades).

La OMS y la OPS (OMS/OPS, 1999) identifican 7 tipos de estándares:

Estándares del identificador: se relacionan con los roles de paciente, proveedor, producto, etc, aclarando que no existe una aceptación universal de este estándar. Aquí pueden utilizarse identificadores tales como el Número de Seguro Social, Número de elector, Cédula profesional, etc. Actualmente se trabaja en la creación de identificadores universales para el área de salud que incluyen:

- Identificador universal de salud (UHID, aplicable a pacientes).
- Número de identificación universal para médicos (UPIN).
- Número de institución de salud (HIN).
- Código de identificación de marca (LIC, aplicable al distribuidor).
- Código universal de producto (UPC) y Código nacional para drogas (NDC).

Estándares de comunicación (formato del mensaje): están más desarrollados que los demás estándares e incluyen:

- Todos los estándares X12N desarrollados por el Comité de Estándares Acreditados (ASC):

ASC X12.148	ASC X12.275	ASC X12.345
ASC X12.270	ASC X12.276	ASC X12.834
ASC X12.271	ASC X12.277	ASC X12.835
ASC X12.274	ASC X12.278	ASC X12.837

-
- Todos los estándares desarrollados por el Comité E31 de ASTM (organización reconocida y acreditada por ANSI):
ASTM E1238 (que incorpora el estándar japonés para manejo de imágenes ISAC)
ASTM E1394
ASTM E1460 (conocido como Sintaxis Arden)
ASTM E1467 (para datos neurofísicos, como los electroencefalogramas)
 - El estándar DICOM (para comunicación de imágenes digitales), mismo que ha sido incorporado a los estándares europeos para imágenes (MEDICOM) y al ISAC japonés.
 - El estándar HL7 (Nivel de salud 7) para transmisión de datos que incluyen datos de pacientes, imágenes, resultados de laboratorio, etc. Es uno de los más completos y trabaja con tecnología orientada a objetos, por lo que es uno de los más utilizados por empresas productoras de sistemas para el área de salud a nivel mundial.
 - El estándar MEDIX del IEEE, basado en estándares de la Organización para la Estandarización Internacional (ISO) y el estándar P1073 MIB, también del IEEE.
 - Todos los estándares del Consejo Nacional para los programas de prescripción de drogas (NCPDP) aplicable a los mensajes entre farmacias e instituciones de salud.

Estándares de contenido y estructura: desarrollados por los Subcomités E31.12 y E31.19 de ASTM, incluyen: ASTM E1633, ASTM E1239-94 y ASTM E1715-95.

Representaciones de datos clínicos (códigos): se utilizan para documentar diagnósticos y procedimientos. Incluyen:

- El estándar para la clasificación de enfermedades (ICD), ahora en su versión 10 (ICD-10).
- Los códigos de terminología procedimental (CPT)
- Las nomenclaturas sistematizadas de la medicina humana y veterinaria (SNOMED) considerado mucho más específico que los códigos ICD y CPT.
- Los nombres y códigos de identificación para observaciones de laboratorio (LOINC), creados para utilizarse en conjunto con los estándares ASTM y HL7, y que actualmente están siendo incorporados al sistema unificado de lenguaje médico (UMLS).
- El manual estadístico y de diagnóstico para desórdenes mentales, actualmente en su cuarta edición (DSM-IV).
- Los grupos relacionados de diagnóstico (DRGs), derivados de los códigos ICD-9.
- El código nacional de drogas (NDC).
- La nomenclatura médica Gabrieli (GMN), para representar las frases médicas en su forma canónica o vernácula.
- El sistema unificado de lenguaje médico (UML), contiene un metatesaurus para terminología biomédica, semántica, formatos y sistemas de referencia.

Confidencialidad, seguridad de los datos y autenticación: su desarrollo se ve estimulado por la creación de redes de atención en salud. Incluye guías y recomendaciones de instituciones como:

- ASTM
- El comité de redes regionales de información de salud del instituto americano de medicina (CRHDN-IOM).

-
- El instituto para el expediente computarizado del paciente (CPRI).
 - La asociación americana para la transcripción médica (AAMT).

Indicadores de calidad, conjuntos de datos y guías: su desarrollo se ve limitado por la falta de acuerdo en los criterios para la medición de la calidad en salud. Incluye, entre otros:

- El sistema de indicadores para la medición (IMS) de la comisión de acreditación de organizaciones de salud (JCAHO).
- El paquete de datos e información del plan de salud del empleado (HEDIS) del comité nacional para el aseguramiento de la calidad (NCQA).
- Etc.

Estándares internacionales: la Organización Internacional de Normalización (ISO), institución que cuenta con más de 90 países miembros, promueve la creación de estándares y su utilización a nivel internacional. Otras instituciones que trabajan en la estandarización a nivel internacional son:

- El comité europeo para la normalización (CEN).
- La organización de naciones unidas (ONU)
- La asociación japonesa de la industria de los sistemas de información de salud (JAHIS)
- Etc.

En conclusión, la estandarización en los sistemas de información del área de salud incluye desde la clasificación de padecimientos y la terminología asociada al área, hasta la comunicación misma. Sin embargo no existe actualmente ningún estándar que conjunte todos los aspectos ni que sea aceptado en forma unánime a nivel nacional e internacional.

3.5 EL PROBLEMA DE LA SEGURIDAD

Dentro de este apartado se incluye tanto la protección física de los equipos (y con ello evitar pérdida de la información), como la integridad, el acceso, y la confidencialidad de los datos. En otras palabras, aquí se incluye la disponibilidad de la información y el control del acceso a los datos, funciones críticas en el área de salud.

Las definiciones asociadas a cada concepto son:

- Integridad: evitar la alteración accidental o premeditada
- Acceso: los responsables tienen acceso a la información por niveles
- Confidencialidad de los datos: evitar divulgación no autorizada de la información

Para definir niveles de seguridad y confidencialidad es necesario:

- a) Definir roles, funciones asociadas y niveles de acceso a la información asociados a los roles y funciones;

- b) Establecer reglas y/o barreras para la divulgación de la información; y
- c) Educar al usuario acerca de la confidencialidad de los datos (la mayoría de las fallas de seguridad se relacionan con la falta o mala ejecución de los procedimientos, o la mala intención del elemento humano).

Por todo lo anterior, es necesario contar con un plan de prevención que permita recuperar los datos en caso de "desastre". La OMS y la OPS (OMS/OPS, 1999) definieron los requisitos y procedimientos asociados a la seguridad y confidencialidad de los datos dentro de los sistemas de información en salud, como se muestra en la Tabla No. 12.

Tabla No. 12. *Procedimientos administrativos definidos por la OMS/OPS para proteger la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos*

REQUISITO	IMPLEMENTACIÓN (Todas las características de implementación enumeradas deben ponerse en vigencia)
Certificación. Cadena confiable de gestión confidencial entre socios. Plan de contingencia	Aplicaciones y análisis de la sensibilidad de los datos. Plan para copia de seguridad de datos. Plan de recuperación para casos de desastres. Plan de operación en modalidad de emergencia. Puesta a prueba y revisión.
Mecanismo formal para el procesamiento de registros. Control de acceso a la información	Autorización de acceso. Determinación de acceso. Modificación de acceso.
Auditoría interna. Seguridad de personal	Asegure la supervisión del personal de mantenimiento por parte de persona autorizada y con conocimientos. Mantenimiento de registro de las autorizaciones de acceso. Personal de operaciones, y en algunos casos, de mantenimiento con autorización adecuada de acceso. Procedimiento de aprobación de personal. Política/procedimiento de seguridad del personal. Capacitación en seguridad de los usuarios del sistema, incluido el personal de mantenimiento.
Gestión de la configuración de seguridad Procedimientos para informes	Documentación. Evaluación de instalación y mantenimiento y prueba de las características de seguridad en los equipos y el software. Inventario. Prueba de seguridad. Control de virus.
Proceso para gestión de seguridad Procedimientos para respuesta. Procedimientos para incidentes de seguridad	Análisis de riesgos. Gestión de riesgos. Política de sanciones. Política de seguridad.
Procedimientos de terminación	Cambio de los candados con combinación. Remoción de las listas de acceso. Remoción de la(s) cuenta(s) de usuario(s). Retorno de llaves, insignias o tarjetas que permiten el acceso.
Capacitación	Capacitación de todo el personal para crear conciencia Recordatorios periódicos de seguridad. Instrucción a los usuarios en lo que respecta a la protección contra virus. Instrucción a los usuarios en lo que respecta a la importancia de supervisar "log-ins" satisfactorios o no y cómo informar las discrepancias. Capacitación de los usuarios para el manejo de contraseñas.

Así, para garantizar que el sistema funcione bajo un ambiente seguro, el diseño del ECE debe considerar tres puntos básicos:

- ✓ Asegurar el servidor y los datos que este contiene.

Debemos garantizar que la información que contiene el ECE, no sea modificada sin autorización y sea distribuida solo a quienes se desea distribuir. También debe de operar en forma constante sin interrupciones no programadas por la administración del sistema.

- ✓ Asegurar la información que viaja entre el servidor y el usuario.

La información que proporciona el usuario al servidor no debe ser leída o modificada por terceros.

- ✓ Asegurar la aplicación mediante esquemas de protección para los componentes y datos de la misma.

Lo anterior incluye utilizar manejo de registros en la aplicación para auditar la información sobre transacciones y uso de la misma así como forzar a los usuarios a autenticarse en el sistema. Se debe de utilizar un esquema de acceso a los datos para limitar la funcionalidad de la aplicación dependiendo del perfil del usuario e implementar seguridad a nivel de código fuente.

En resumen, para garantizar la inviolabilidad y la perdurabilidad de la información, el ECE debe incluir los siguientes controles:

- Control de entrada (a las instalaciones y al sistema)
- Control de introducción de datos
- Control de utilización (incluye modificaciones y reportes)
- Control de soporte de los datos
- Control de memoria
- Control de transporte
- Control de disponibilidad
- Control de bajas (en ningún caso se refiere a la eliminación de la información).

Entre los mecanismos de seguridad más comunes tenemos:

- Firma electrónica
- Encriptamiento
- Compresión con clave
- Claves de acceso personalizadas
- PGP (Pretty Good Privacy) para protección de la información enviada por medio del e-mail
- Control de modificación de campos

Debe recordarse que toda medida y mecanismo de seguridad deberá de ser evaluada bajo el enfoque costo-beneficio.

Una de las propuestas (Jares y Paulicci, 2001) en relación con la seguridad del ECE consiste en designar a una persona independiente de la organización como responsable de la seguridad del sistema y protección de los datos. Debido a que esta persona actuaría como aval legal de la confiabilidad de los datos y como asesor para los miembros de la organización, necesariamente tendría que contar con cualidades tales como honradez, responsabilidad, etc., además de contar con sólidos conocimientos de las TI utilizadas.

Otra propuesta se basa en el supuesto de que una base de datos que contenga simultáneamente datos personales y médicos constituye una amenaza para la privacidad, por lo que la solución consiste diferenciar las bases de datos públicas (federales) de las privadas (institucionales) y clasificar los datos de acuerdo con este criterio (Simini, 2002).

De esta forma, los datos registrados en el ECE permanecerán en la institución y/o serán enviados a las bases de datos federales (públicas) dependiendo del tipo de dato de que se trate: los datos relacionados con el diagnóstico, tratamiento y evolución de cada paciente (anónimo) podrán ser enviados a las bases de datos públicas para vigilancia epidemiológica, investigación, etc.; mientras que los datos individuales o personales del paciente (como su nombre, dirección, teléfono, etc.) permanecerán en la institución donde fueron generados y no serán enviados a las bases de datos públicas.

Así, las instituciones generadoras serán las únicas que puedan relacionar ambos tipos de datos con la finalidad de preservar su confidencialidad (el llamado secreto médico).

Como ampliación a esta propuesta, cada dato puede asociarse al criterio "secreto" o "disponible" a decisión del paciente, con lo cual se asegura que dicha relación se realice solamente cuando se cuente con la autorización del paciente (además, se puede establecer que todos los datos se considerarán secretos por omisión tal como ocurre, por ejemplo, con la donación de órganos).

Finalmente, cabe aclarar que esta propuesta presupone el desarrollo de leyes y decretos que proporcionen el sustento legal para el intercambio de datos y protejan el derecho a la privacidad del paciente, regulando la vinculación de bases de datos.

En Francia, por ejemplo, desde 1978 existe una Comisión encargada de vigilar la vinculación de las Bases de Datos, la cual prohíbe cruzar la información de Bases de Datos de diferentes orígenes sin el consentimiento expreso de los interesados, quienes conservan el derecho de solicitar la remoción de sus datos de cualquier Base.

3.6 ASPECTOS LEGALES

Otro problema es la necesidad de considerar la reglamentación vigente relacionada con el ECE. En la versión original del 30 de septiembre de 1999, la Norma Oficial Mexicana del Expediente Clínico (NOM-168-SSA1-1998) especificaba que el empleo de medios magnéticos, electromagnéticos y de telecomunicación sería exclusivamente de carácter auxiliar para el expediente clínico (Numeral 5.11); sin embargo, una actualización realizada el 7 de febrero de 2003, establece que, a fin de contar con validez, los medios electrónicos, magnéticos, electromagnéticos, ópticos, magneto ópticos o cualquier otra tecnología utilizada para integrar el ECE deberán contar con mecanismos de seguridad que garanticen la accesibilidad, confidencialidad e inviolabilidad de la información contenida en el Expediente (Números 5.11, 5.11.1 y 5.11.2).

Lo anterior implica que el tema de la seguridad es muy importante, pues en caso de que el sistema no logre cumplir con este requisito, el ECE no tendrá ninguna validez legal.

Cabe mencionar que, aunque la tendencia actual lleva a que el paciente se convierta en propietario de los datos contenidos en su expediente médico, aún no se desarrollan los instrumentos legales para ellos (como ocurre en México), por lo que la institución depositaria es el guardián legal de la información.

Así, el expediente clínico (en ambos formatos) es un documento que puede conceptualizarse de tres formas:

- Como documento médico. De esta forma, el expediente clínico se conceptualiza como aquel documento que contiene todos los datos referentes al diagnóstico, tratamiento y evolución de un padecimiento en relación con un paciente específico.
- Como documento administrativo. Aquí, el expediente clínico constituye un registro de todas las actividades relacionadas con la atención del paciente que implican la planeación, organización, dirección y control de procesos e insumos dentro de la organización.
- Como documento legal. En caso de juicio o arbitraje médico, el expediente clínico constituye una prueba legalmente aceptada que sirve para dirimir disputas y tomar decisiones o acciones legales.

Respecto del ECE como documento legal, recordemos que actualmente es obligatorio que los expedientes clínicos se conserven en papel, pues de esta forma un perito puede verificar su autenticidad, definir la época de creación de los registros, identificar si éstos fueron o no alterados y quién fue el médico o personal responsable en cada caso. Debido a las facilidades otorgadas por los procesadores de texto, el cambio hacia el ECE impediría la realización de estas acciones, lo cual restaría validez legal a los expedientes.

Además de lo anterior, es necesario recordar que actualmente ni el sistema ni el administrador del sistema tienen responsabilidad legal alguna por las decisiones tomadas por el médico ante un paciente. Aún más: las grandes compañías que actualmente trabajan en el desarrollo de sistemas de salud siempre añaden como cláusula a sus sistemas la aclaración de que no se responsabilizan por cualquier consecuencia negativa derivada de la utilización de sus programas.

Una propuesta relacionada con la legalidad del ECE (Jares y Paulucci, 2001) se basa en el hecho de que con otros documentos legales importantes (tales como escrituras, testamentos, etc.) se recurre a terceros legalmente reconocidos (por ejemplo, los notarios públicos). Así, la propuesta consiste en crear en forma periódica copias del ECE que serán entregadas oficialmente a un notario para su resguardo. Ante un juicio, el notario podría cotejar su copia contra la de la institución y, por tanto, aseguraría que ésta no ha alterado los datos del expediente a su favor.

Ante esta propuesta, es necesario aclarar que los expedientes clínicos presentan particularidades que los distinguen de cualquier otro documento legal e inciden en la conceptualización del ECE. Entre estos aspectos tenemos:

- Se consulta frecuentemente
- Debe ser de rápido acceso
- Es prioritario asegurar su correcta lectura
- Se debe conservar el secreto médico

El primer punto implica que el expediente cambia continuamente, por lo que la copia en poder del notario siempre estaría rezagada en relación con el expediente. El segundo punto obliga a que el expediente original permanezca en la institución. Finalmente, los dos últimos puntos presuponen que quien se convierta en guardián del expediente tendrá ciertos conocimientos que le permitan interpretar los datos allí contenidos (con el fin de identificar su alteración) y que tendrá la capacidad moral y técnica como para conservar su confidencialidad.

3.7 RIESGOS

El riesgo, de acuerdo con Sommerville (2002), se concibe como la probabilidad de que una circunstancia adversa ocurra; por otro lado, tal y como lo describe Charette (1989), el riesgo implica cambio, elección e incertidumbre que acompaña a la elección. Si los riesgos se hacen realidad, nuestro proyecto se verá amenazado debido a que la programación del proyecto se retrasará, los costos aumentarán y, seguramente, se presentarán problemas con el personal.

El análisis de riesgo en ingeniería de software implica, por tanto, plantearnos la pregunta: ¿qué riesgos podrían hacer que nuestro proyecto fracasara? Esto nos permitirá anticipar los problemas que podrían perjudicar al proyecto o la calidad del software y plantear las acciones necesarias para evitar dichos riesgos o minimizar sus efectos sobre el proyecto.

A pesar de que existen riesgos generales y comunes, los tipos de riesgo que pueden afectar a un proyecto dependen de las características de éste y de la organización donde se esté desarrollando, por lo que una tipología general no puede ser exhaustiva. Sommerville (2002) define como factores de riesgo comunes a todos los proyectos, los que se muestran en la Tabla No. 13.

Tabla No. 13. Factores de riesgo

FACTOR DE RIESGO	RIESGO POSIBLE
Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La tecnología fundamental (base para el sistema) se debe sustituir por nueva tecnología.
Personas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imposibilidad de reclutar personal con experiencia o habilidad. ▪ Excesiva rotación de personal. ▪ El personal con experiencia no está disponible en momentos críticos o abandona el proyecto antes de que finalice. ▪ La capacitación necesaria para el personal no está disponible.
Organización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambio de administración. La nueva administración tiene diferentes prioridades u objetivos. ▪ La organización enfrenta problemas financieros que reducen el presupuesto del proyecto. ▪ Un producto competitivo se pone a la venta en el mercado antes de que el sistema se complete.
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El hardware esencial no será entregado a tiempo, no está disponible en el mercado o no es accesible para la organización. ▪ Las herramientas de auxilio computacional CASE (Computer Aided Software Engineering) son insuficientes o no tienen el desempeño anticipado.
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hay más cambios de requerimientos de lo anticipado debido a fallas en el análisis, cambios en la organización o en su entorno. ▪ Los clientes no comprenden el impacto de un cambio en los requerimientos.
Estimación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se subestimó el tiempo requerido para desarrollar el software o el tamaño de éste. ▪ Las especificaciones esenciales no estarán a tiempo. ▪ Se subestimó el porcentaje de defectos. ▪ Se subestimó el costo del proyecto.

El incluir el análisis de riesgos dentro de nuestro plan de proyecto implica, entonces, que debemos prever los posibles riesgos, valorar sus consecuencias, diseñar estrategias alternativas para evitarlos o minimizarlos y elaborar un plan para su constante supervisión.

3.8 OTROS PROBLEMAS

A continuación se mencionan algunos otros problemas relacionados con el ECE que tienen que ver con el desarrollo del sistema y, especialmente, con consideraciones socioeconómicas asociadas a su utilización.

1. Si el expediente clínico es una serie cronológica de datos, entonces el ECE debe preservar esta estructura, presentando la información contenida en forma cronológica.

Desafortunadamente, hasta la fecha no se ha desarrollado ningún ECE que cumpla con esta regla (ni siquiera los EU, con todo su poderío tecnológico). La razón principal es que es difícil crear una estructura adecuada a las necesidades de todas las especialidades médicas, que presente los datos en forma cronológica y además trabaje en ambiente "de ventanas" al cual estamos acostumbrados los usuarios.

2. Existe un consenso general en la idea de que el ECE, en el futuro, se conservará almacenado en medios móviles (como las tarjetas inteligentes, por ejemplo) y en poder del paciente (Sánchez, 2002). Lo anterior permitirá su atención en cualquier momento y lugar del mundo, pero presenta dos problemas principales: a) para que realmente sea posible utilizar el ECE en cualquier lugar del mundo, éste debe de haberse desarrollado y mantenerse en forma estandarizada; y b) el hecho de que el ECE se almacene en medios móviles incrementa la posibilidad de manipulación, robo o extravío, lo que implica disminución de la confiabilidad y confidencialidad de la información.
3. Entre otros, en el reporte de la Asociación Americana de Colegios de Medicina mencionado anteriormente (AAMC, 2002), se plantea que, dada la inevitable obsolescencia de la tecnología computacional, los Expedientes Clínicos Electrónicos están en peligro de convertirse en potencialmente inutilizables o ininteligibles, y de no poder funcionar en ambiente computacionales más modernos. Debido a lo anterior, la AAMC recomienda retener grandes volúmenes de datos por poco tiempo, reduciendo el nivel de detalle de aquellos datos cuando sea posible conservar su significado y su valor (por ejemplo, reduciendo la definición de las imágenes o la cantidad de muestras) o imprimir los Expedientes Clínicos en papel o microfilm cuando se trata de datos con 10 años de antigüedad o más.
4. El uso del ECE traerá como consecuencia que se modifiquen, agreguen o desaparezcan algunas actividades y puestos (Sánchez, 2002). Por ejemplo, la actividad realizada por el personal de archivo cambiaría y posiblemente desaparecería el puesto de mensajero, mientras que aparecería el puesto de administrador de red. Lo anterior lleva a los siguientes problemas:
 - El uso del ECE podría generar desempleo, al implicar el despido de algunas personas. Lo anterior podría solucionarse mediante la capacitación del personal, lo cual le posibilitaría la transferencia a los nuevos puestos.
 - De acuerdo con la AAMC, el éxito de dichos expedientes (y, en general, de cualquier Tecnología de la Información utilizada en este ambiente), dependerá mucho del factor humano involucrado, que en muchas ocasiones se resiste a utilizar la tecnología o los estándares asociados a ella. Así, es posible predecir que muchos profesionales de salud serán incapaces de adaptarse a las nuevas tecnologías, por lo que no solo habrá personas cuyos puestos desaparezcan y que no serán reabsorbidas por la organización, sino que

también habrá profesionales cuya resistencia a utilizar el ECE ocasionará problemas laborales para la organización.

5. Si tomamos en cuenta que tradicionalmente el médico es visto por el paciente bajo un filtro de reverencia y respeto, el uso del ECE (especialmente si éste contiene ligas a sugerencias y ayudas para el diagnóstico y tratamiento) podría ocasionar desconfianza en el paciente acerca de la capacidad del médico y menoscabar su imagen ante la comunidad, lo cual a su vez podría restar confianza en sí mismo al personal médico.
6. Finalmente, el uso del ECE podría implicar la despersonalización e las relaciones humanas dentro de la organización, tanto entre médicos y pacientes como entre el mismo personal de salud.

CAPITULO 4. AVANCES DEL DESARROLLO DEL EXPEDIENTE CLÍNICO ELECTRÓNICO (ECE)

4.1 INTRODUCCIÓN

La idea de la modernización tecnológica de las organizaciones –especialmente para el acopio, almacenamiento, procesamiento y transmisión de información– es la que se trata de imbuir en los alumnos inscritos a la Maestría en Ciencias de la Computación (de reciente creación) de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAG) , con el fin de que durante sus estudios desarrollen proyectos de aplicación de la computación en diversas organizaciones y ayuden a la modernización tecnológica de la región.

Debido a las características propias del estado de Guerrero, los proyectos de desarrollo de software de los alumnos de la citada Maestría tienden a pertenecer a dos sectores fundamentales: el sector educativo y el sector salud; a ello hay que agregar que la Facultad de Matemáticas de la UAG cuenta con un convenio de colaboración con el Instituto Estatal de Cancerología (IEC) y el Centro Estatal de Oftalmología (CEO), mismos que incluyen la impartición de cursos de cómputo a su personal médico, el adiestramiento en el uso de tecnologías de la información y el desarrollo de sistemas.

En este contexto, durante los primeros meses del año 2002 se realizaron varias visitas a dichas instituciones lo cual, aunado a la revisión de la documentación correspondiente al Programa e-Salud, llevó a constatar que uno de los documentos más importantes para la salud pública es el expediente clínico (conocidos también como "historia clínica" o "medical record").

A través de entrevistas al personal de ambas organizaciones, se hizo patente que el control del expediente clínico, concebido en su forma tradicional de papel, representa una de las mayores

cargas administrativas (y puedo asegurar que lo mismo ocurre para el sistema de salud en general), además de implicar diversos problemas, entre los que destacan:

- ✓ Necesidad de un espacio específico para conservar los expedientes.
- ✓ Necesidad de personal administrativo dedicado exclusivamente al control, archivo y recuperación de los expedientes.
- ✓ Dependencia del personal administrativo para acceder al expediente.
- ✓ Riesgo de error en la asignación de un expediente de un paciente a otro.
- ✓ Riesgo de interpretación equivocada de la información escrita a mano.
- ✓ Ineficiencia en la búsqueda y recuperación de información.
- ✓ Escasa estandarización de la información.
- ✓ Imposibilidad de consultar el expediente por dos o más médicos/servicios clínicos a la vez.

Por lo tanto, el Expediente Clínico Electrónico (ECE) deberá de resolver estos problemas, agilizando la atención a los pacientes y evitando duplicaciones, deterioro por consulta frecuente, omisión de nombres, falta de legibilidad, etc. Su conversión del formato tradicional (basado en papel) a formato electrónico (ECE) es, sin embargo, uno de los problemas que se presenta tanto en nuestra entidad como en el país y se encuentra presente tanto en el mundo desarrollado como en el llamado "tercer mundo".

4.2 EL PROYECTO ECE

En este contexto, en mayo de 2002 el Doctor Saúl López (profesor e investigador de la Facultad de Medicina de la UAG) llevó a la Facultad de Matemáticas el proyecto titulado "*Aplicación de las tecnologías de identificación automática al desarrollo del expediente clínico electrónico*", proyecto financiado por el Sistema de Investigación Benito Juárez, del CONACYT (SIBEJ, para abreviar) y que actualmente elaboramos en forma conjunta.

El objetivo general del proyecto es:

- ✓ Desarrollar un modelo tecnológico para el establecimiento de procesos automatizados de identificación de los pacientes y control de su información clínica, integrado en un sistema de Expediente Clínico Electrónico (ECE).

Con este proyecto, se pretende diseñar y desarrollar el Expediente Clínico Electrónico para el Instituto Estatal de Cancerología y para el Centro Estatal de Oftalmología, además de evaluar las ventajas y desventajas de distintas tecnologías de identificación y captura automática de información clínica.

Debido a lo anterior, como primer paso se elaboró el documento correspondiente al proyecto de desarrollo del ECE, que se encuentra dividido metodológicamente en 7 fases que se mencionan a continuación:

1. Determinación de las necesidades y flujo de información clínica en las instituciones.
2. Evaluación experimental y comparación del flujo de información clínica con las características de las tecnologías de identificación automática.
3. Diseño y construcción del sistema del Expediente Clínico Electrónico (ECE) aplicando la tecnología seleccionada.
4. Validación del sistema y elaboración del manual de operación.
5. Implementación del sistema.
6. Operación del sistema y evaluación del impacto.
7. Elaboración del informe final.

Este es un proyecto aún en desarrollo, por lo que actualmente registra avances en las fases 1, 2 y 3. Dado que considero que la primera fase de este proyecto constituye el ejemplo ideal para la aplicación de lo expuesto en los capítulos previos de este documento, la describo a continuación.

4.3 ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DEL ECE

Como ya se mencionó en el capítulo 1, el análisis de requerimientos constituye la primera fase para el desarrollo del proyecto. Así, en la Figura No. 10 podemos observar que el IEC se encuentra organizado formalmente en 9 Divisiones, 5 de las cuales corresponden a la Subdirección Médica, 3 a la Subdirección Administrativa y 1 División de enseñanza e investigación.

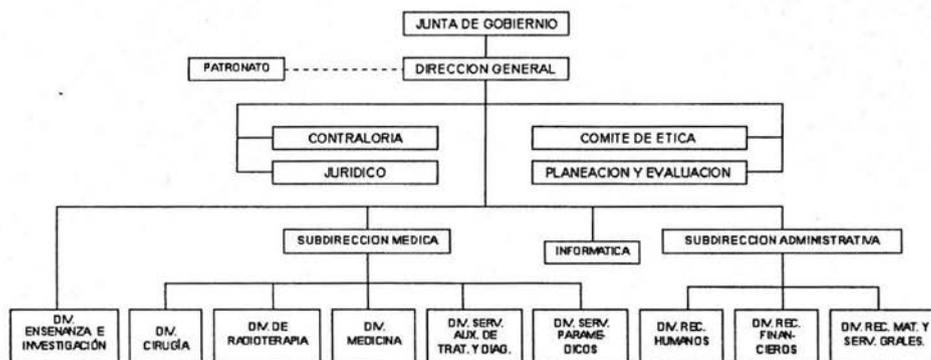


Figura No. 10. Organigrama del Instituto Estatal de Cancerología "Dr. Arturo Beltrán Ortega"

Mientras que las 5 Divisiones de la Subdirección Médica (a saber: Cirugía, Radioterapia, Medicina, Servicios auxiliares y Servicios paramédicos) se encuentran directamente relacionadas con el manejo del Expediente Clínico y, por tanto, son sujeto de un análisis detallado para el diseño del Expediente Clínico Electrónico (ECE), el resto de las Divisiones no fueron descartadas debido a

que utilizan algunas secciones de la información integrada en el Expediente (por ejemplo: la División de Enseñanza e investigación hace uso de los expedientes como estudios de caso, pero no solicita los datos personales de los pacientes), lo que implica que los reportes generados a partir del expediente deberán de cumplir con ciertas especificaciones dependiendo de quién será el usuario.

Lo anterior es doblemente importante dado que uno de los propósitos del IEC es la modernización e informatización de todos sus procesos, por lo que el diseño y construcción del ECE debe contemplar su operación en conjunto con otros sistemas informatizados para el control administrativo y médico que serán creados en el futuro.

Es posible extraer conclusiones similares al analizar el organigrama del Centro Estatal de Oftalmología. En la Figura No. 11 puede observarse que el CEO cuenta también con una subdirección médica, cuyas áreas (a saber: quirófano, enfermería, trabajo social, recepción, archivo clínico, consulta externa, optometría y especialidades), constituyen el principal usuario del Expediente Clínico.

Como ocurre con el IEC, en el CEO tampoco es posible descartar el área de enseñanza ni la subdirección administrativa debido a que el ECE deberá de emitir reportes para sus diferentes áreas (especialmente, recursos materiales y financieros).

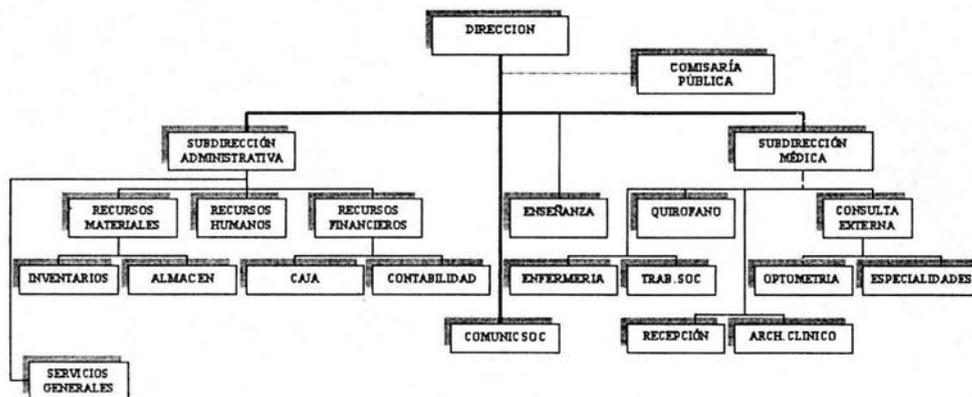


Figura No. 11. Organigrama del Centro Estatal de Oftalmología "Dra. Emma Limón de Brown A.C."

Así, he identificado tres grupos de usuarios del ECE dentro de ambos hospitales:

1. Aquellos que pertenecen a alguna de las Divisiones o Áreas que componen la Subdirección médica. Dentro de éstas, realizamos las siguientes observaciones:

En el IEC, la Clínica de Lesiones Tempranas cuenta con su propio expediente (llamado pre-expediente), que se integrará al ECE sólo en los casos en que el paciente presente cáncer. En

ambas instituciones, el Banco de sangre se cuenta con la base de datos propia del área, por lo que sólo se integrará al ECE los datos referentes al número de unidades y sus características. En algunos estudios que incluyen la utilización de laminillas, fotografías, ultrasonidos, rayos X, corposcopías, etc., el Expediente deberá de considerar la posibilidad de incluir imágenes individuales o series de un mismo estudio (por ejemplo, en una endoscopia o un ultrasonido es posible utilizar instrumentos que enviarían las imágenes directamente al ECE).

Dado que se presta a malos manejos, el ECE no deberá de estar disponible a través de INTERNET, pero sí deberá contemplar la posibilidad de conectarse a éste para cuando se desee pedir la opinión de algún médico o institución externa.

2. Aquellos que pertenecen a la Subdirección administrativa, específicamente a las Áreas de Recursos financieros y materiales.

Estas áreas se encargan de llevar el control de ingresos y egresos de la institución por lo que requiere de un informe de aquellas actividades relacionadas con el tratamiento del paciente que implican un desembolso o un ingreso. Dichas actividades pueden ser: el otorgamiento de una consulta o la prescripción de un medicamento, los estudios por realizar y el tratamiento indicado (cirugía, por ejemplo), información que se encontrará dentro del ECE.

3. Aquellos que pertenecen al área de enseñanza e investigación.

Esta área requiere de estadísticas relacionadas con los diferentes tipos de padecimientos (las cuales serán utilizadas para la investigación) y la evolución y tratamiento de casos representativos que servirán como base para la enseñanza. Dicha información provendrá del ECE y, en algunos casos, deberá de ser incluida en la biblioteca de la institución.

La anterior diferenciación de los usuarios basada en la estructura organizativa oficial del IEC y del CEO, sin embargo, no es suficiente para definir el flujo de información relacionada con el Expediente. Debido a ello, realicé también la identificación de los diferentes procesos dentro de ambos hospitales, dependiendo de su papel como productores de la información que se incluirá en el ECE, como usuarios del ECE o como usuarios de algunos reportes producto del ECE.

4.4 ANÁLISIS FUNCIONAL

Con base en las entrevistas al personal de las diversas áreas, elaboré una serie de diagramas de proceso para cada área del IEC, en forma general y en forma más detallada (por cuestión de espacio, los diagramas mencionados no serán incluidos en este documento; sin embargo, la Figura No. 12 muestra un ejemplo de dichos diagramas generales).

Estos diagramas me ayudaron a organizar los servicios que deberán considerarse dentro del diseño del sistema. En la Tabla No. 13 se muestra un ejemplo de dicha organización aplicada al IEC; cabe aclarar que dentro de dicha Tabla no se ha considerado la división de enseñanza e

investigación (biblioteca), el área de control y caja ni la farmacia debido a que éstas no proporcionan información para el expediente y no utilizan ninguno de los formatos que lo componen. Una descripción gráfica de lo anterior se muestra en la Figura No. 13.

Tabla No.14. Utilización del expediente Clínico en los diferentes servicios del IEC

SERVICIO	PROPORCIONAN INFORMACIÓN AL ECE	UTILIZAN EL ECE	UTILIZAN SOLO REPORTES DEL ECE
Clínica de Lesiones Tempranas*	X		X
Preconsulta y Cáncer de Mama*	X		X
Laboratorio de Análisis Clínicos	X	X	
Banco de Sangre*	X	X	
Endoscopia	X	X	
Patología (Histología y Citología)	X	X	
Consulta Externa*	X	X	
Medicina Interna	X	X	
Ginecología Oncológica	X	X	
Radioterapia (Medicina Nuclear)	X	X	
Psicología	X	X	
Clinica del Dolor y C.P.	X	X	
Trabajo Social	X	X	

* Cuentan con su propio expediente

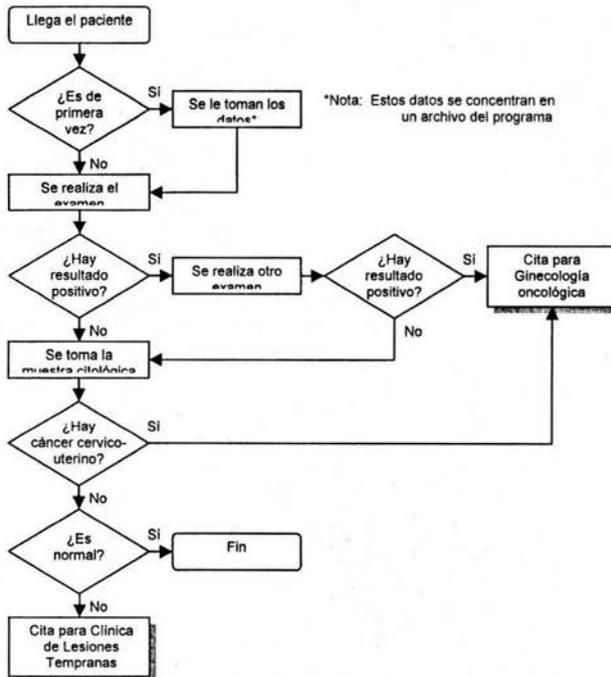


Figura No. 12 Proceso General de Atención en Consulta Externa (Programa de Detección Oportuna del Cáncer Cérvico-uterino)

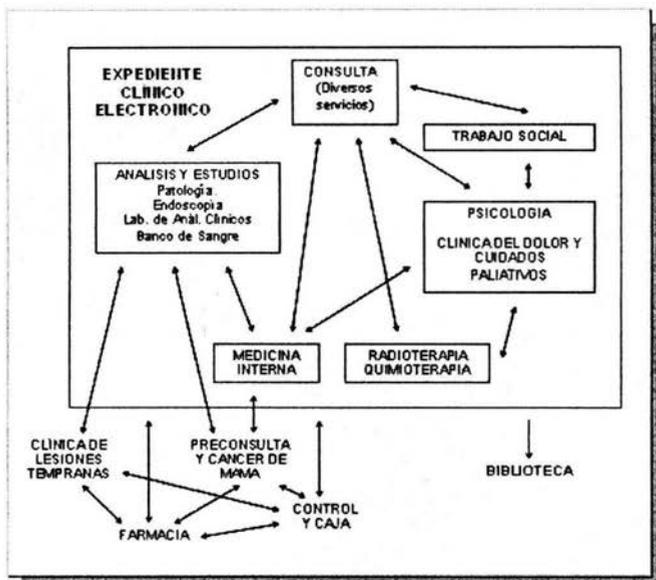


Figura No. 13. Uso del Expediente Clínico Electrónico en el IEC

4.5 EL PROYECTO ECE ACTUALMENTE

Como puede observarse, el desarrollo del ECE aun se encuentra en su fase inicial pues hasta ahora he utilizado gran parte del tiempo empleado para establecer el marco teórico y las consideraciones básicas que me permitirán diseñar el modelo conceptual y guiarán las fases subsecuentes.

Aun falta mucho por hacer; sin embargo, considero que la utilización de la teoría de sistemas y el enfoque de la planeación de sistemas aquí descrito me han proporcionado hasta ahora la base suficiente para la realización del análisis de factibilidad y para las decisiones posteriores referentes a la tecnología específica a utilizar, la formación y actuación del equipo de trabajo a mi cargo y, en general el desarrollo del sistema de Expediente Clínico Electrónico.

CONCLUSIONES

Como resultado de la presente investigación, es posible concluir lo siguiente:

- El paradigma de sistema es la premisa fundamental que permite analizar y comprender los problemas a los cuales nos enfrentamos diariamente, proporcionándonos las herramientas suficientes para diseñar soluciones a dichos problemas.
- Asimismo, como he manifestado reiteradamente a lo largo de este documento, la planeación de sistemas proporciona la metodología y las técnicas necesarias para asegurar que los procesos de análisis de problemas y diseño de soluciones se realicen en la forma más adecuada al problema específico de que se trate.
- Específicamente, la aplicación de la planeación de sistemas al desarrollo de software asegura la inclusión en el diseño de aquellos aspectos clave que permiten asegurar los elementos básicos de la calidad de un software: confiabilidad, eficiencia, usabilidad y mantenibilidad.
- Sin embargo, es conveniente aclarar que se debe tener cuidado al aplicar la metodología de la planeación en este ámbito, pues no todos los planes que pueden crearse para el desarrollo de software tienen un impacto significativo en la calidad del mismo. Lo anterior quiere decir que siempre se corre el riesgo de utilizar recursos humanos y materiales innecesariamente en la planeación, debido a que no redundarán en una mejora significativa de la calidad del software.
- Así, es tarea del planeador el definir cuáles son los planes necesarios para el desarrollo de un software específico y cuáles son aquellos planes que pueden obviarse a fin de no consumir recursos innecesariamente.

Finalmente, cabe mencionar que dada la diversidad de proyectos de software y dado el rápido ritmo de cambio tecnológico en la materia, aún queda mucho por hacer para definir un modelo de procesos y una metodología de planeación de proyectos de software adecuada a la realidad mexicana.

La magnitud de la tarea, sin embargo, no debe verse como un obstáculo sino como un reto que impulse el desarrollo teórico de la planeación de proyectos de software y su aplicación práctica. De hacerlo así, estoy convencido que lograremos la base y el impulso necesario para que la modernización de los sistemas de información de todas las organizaciones productivas y sociales en nuestro país sea no solo un sueño, sino una realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

1. Association of American Medical Colleges (AAMC, 2002). *Information technology enabling clinical research*. Findings and recommendations from the October 30-31, 2002 Conference. <http://www.aamc.org/members/gir/clinicalresearchreport.pdf>
2. Bertalanffy, Ludwig Von. (1950). *Teoría de los sistemas abiertos en física y biología*.
3. Blanchard, Benjamin (1994). *Administración e ingeniería de sistemas*. Grupo Noriega Editores, México, 1994.
4. Boggiano, Horacio y Alberto Tarica (2000). "Informática en un centro de atención primaria de salud subsector público: ¿tecnología apropiada?" *Revista Informática Médica*. Año 2, No. 2. www.informaticamedica.org.ar
5. Boulding (1956). *Teoría de los sistemas generales. El esqueleto de la ciencia*. Management Science 2, No.3.
6. Charette, Robert (1989). *Análisis y administración del riesgo en Ingeniería de Software*. McGraw-Hill, USA.
7. Cohen y Asín (2000). *Sistemas de información para los negocios. Un enfoque de toma de decisiones*. Edit. McGraw Hill, México.
8. Concurrent Engineering Research Center (CERC, 1994). *Concept of operations for ARTEMIS: an Advanced Research Testbed for Medical Informatics*. Reporte técnico CERC-TR-RN-94-003. www.cerc.wvu.edu/CERC-TR-INDEX.htm
9. Esquivel, Jorge Mario (2000). "La informatización del servicio o institución". *Revista Informática Médica*. Año 2, No. 2. www.informaticamedica.org.ar
10. Fuentes Zenón, Arturo (2001). *Enfoques de planeación. Un sistema de metodologías*. Colección La planeación en imágenes. México.
11. González, Ubaldo Daniel y Sebastián León Ruiz (2002). "Informatización de los datos del paciente dentro de las áreas de salud". *Revista Informática Médica*. Año 4, No. 10. www.informaticamedica.org.ar
12. Graffigna, Juan Pablo; Passadore, Diego y Lucas Gomero (2001). "Sistemas de información y comunicación de imágenes médicas. Aplicación a ecografía". *Revista Informática Médica*. Año 3, No. 7. www.informaticamedica.org.ar

-
13. Jares, Daniel y Daniel Paulucci (2001). "Historias clínicas computadas. Su utilización y validez legal". *Revista Informática Médica*. Año 3, No. 5. www.informaticamedica.org.ar
 14. Johnson, Kast y Rosenzweig (1963). *Teoría, integración y administración de sistemas*. Edit. Limusa Wiley, México
 15. Mandirola, Humberto y Mercedes Nano (2000). "Aspectos legales de los registros médicos informatizados". *Revista Informática Médica*. Año 2, No. 3. www.informaticamedica.org.ar
 16. Margolis, Alvaro (2002). "¿Cómo reducir los errores en la práctica médica a través de los sistemas clínicos de información? *Revista Informática Médica*. Año 4, No. 10. www.informaticamedica.org.ar
 17. McMillan y González (1986). *Análisis de sistemas. Modelos de toma de decisiones por computadora*. Edit. Trillas
 18. Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud (OMS/OPS, 1999). *El establecimiento de sistemas de información en servicios de atención de salud. Guía para el análisis de requisitos, especificación de las aplicaciones y adquisición*. www.virtual.epm.br/material/healthcare/spanish/frame1.htm
 19. Organización Panamericana de la Salud (1997a). *Tecnologías de salud uniendo a las Américas-Impulsando una visión: la implantación y el uso de la tecnología y los sistemas de información en el mejoramiento de la salud y la atención de salud*. Documento de discusión para la Segunda Cumbre de las Américas. Programa de Información Sobre Servicios de Salud, HSP/HSI, agosto de 1997. www.ops-oms.org
 20. _____ (1997b). *Registros médicos electrónicos para tres países de Centroamérica*. Washington, DC. Series 3/ Programa de Sistemas de Información Sobre Servicios de Salud, División de Desarrollo de Sistemas y Servicios de Salud, 1997. www.ops-oms.org
 21. _____ (1998). *Sistemas de información y tecnología de información en salud: desafíos y soluciones para América Latina y el Caribe*. Programa de Sistemas de Información Sobre Servicios de Salud, División de Desarrollo de Sistemas y Servicios de Salud, Washington, DC, junio de 1998. www.ops-oms.org
 22. Pressman, Roger (1997). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. McGraw-Hill, México.
 23. Quarles, Philip & Thomas Martin (2003). "Safeguarding the Security of Clinical Data". Tomado de: *Bio-IT World on-line*, Guest commentary, Septiembre 11, 2003. http://www.bio-itworld.com/archive/091103/horizons_security.html
 24. Rodríguez, R.J.; Novaes, H.M.; Oxman, G.; Israel K. & Priale, R.F. (1996). *Manual de pautas para el establecimiento de sistemas locales de información-V2*. OPS, Serie HSP-UNI/ Manuales operativos PALTEX 2/8, Washington, DC.
 25. Sánchez Mansolo, Athos (2002). "Implicaciones éticas y socioeconómicas de las historias clínicas electrónicas". *Revista Informática Médica*. Año 4, No. 10. www.informaticamedica.org.ar

-
26. Secretaría de Economía/UNAM (2003). *Modelo de Procesos para la Industria del Software (MoProSoft)*. Versión 1.1.
 27. Simini, Franco (2002). "Historia clínica, conexión de bases de datos y confidencialidad". *Revista Informática Médica*. Año 4, No. 10. www.informaticamedica.org.ar
 28. Sommerville, Ian (2002). *Ingeniería de Software*. Pearson Educación, México.
 29. Sosa-Iudicissa, M.; Levett, J.; Mandil, S. & Beales, P.F. (1995). *Health information society and developing countries*. Studies in health technology and informatics, Volume 23. European Commission DG XIII and WHO. IOS Press/Ohmsha, Amsterdam.
 30. Uehling, Mark D. (2003) "The failure of clinical IT". Tomado de: *Bio-IT World on-line*, Report, Julio 18, 2003. http://www.bio-itworld.com/news/071803_report2931.html

PÁGINAS WEB RECOMENDADAS

1. American Medical Informatics Association/General Health & Medical Web Resources <http://amia2.amia.org/lkres.html>
2. Asociación Argentina de Informática Médica (AAIM) <http://www.pccp.com.ar/aaim>
3. AVICENNA - The Medical Information Supersite of the WWW. <http://www.avicenna.com>
4. Bio-IT World on line. <http://www.bio-itworld.com/index.html>
5. Canadian Standards Association (The fact guru) <http://www.site.uottawa.ca:4321/ose/index.html#softwareengineering>
6. CIE-9 <http://www.msc.es/cmbd/publicaciones>
7. CEN/TC 251 – European Standardization Activities in Medical Informatics <http://www.centc251.org>
8. Computer-Based Patient Record <http://www.nap.edu/books/0309055326/html/index.html>
9. Data Interchange Standards Association <http://www.disa.org/>
10. DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine Standard http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom_intro/DICOMIntro.html
11. European Federation for Medical Informatics (EFMI) http://www.cxwms.ac.uk:80/Academic/AGPU/staffpag/robinson/interest/efmi_wg7/efmiaims.html#Index
12. Health Informatics Worldwide - links to medical informatics activities at universities and other institutions around the world http://www.imbi.uni-freiburg.de/medinf/mi_list.htm
13. Healthcare Informatics Standards Guide <http://www.mcis.duke.edu/standards/guide.htm>
14. HIMSS Health Care Information and Management Systems Society <http://www.himss.org>

-
15. HL7 - Health Level Seven <http://www.hl7.org>
 16. IEEE. <http://standards.ieee.org/catalog/olis/se.html>
 17. International Medical Informatics Association (IMIA) Federation for Latin American and the Caribbean. http://www.imia-lac.org/what_e.htm
 18. International Medical Informatics Association (IMIA) www.imia.org
 19. Internet Medical Terminology Resources http://www.gsf.de/MEDWIS/activity/med_term.html
 20. Internet Resources In Medical Informatics - Health Sciences Information Service, University of California, Berkeley. <http://www.lib.berkeley.edu/HSIS/medin.html>
 21. Inventory of Standards http://www.ehto.be/scripts/imiawg16/see_standards.cfm
 22. ISO - International Standards Organization <http://www.iso.ch>
 23. LOINC - Duke University-Logical Observation Identifiers <http://www.mcis.duke.edu/standards/tercode/loinc.htm>
 24. Medical Records Institute <http://www.medrecinst.com/>
 25. National Cancer Institute. <http://www.cancer.gov/>
 26. National Academic Press <http://www.nap.edu>
 27. Pan American Health Organization <http://www.paho.org>
 28. Science behind the news. <http://press2.nci.nih.gov/sciencebehind/>
 29. Sistema Nacional e-México. <http://www.e-mexico.gob.mx/wb2/>
 30. SNOMED International <http://www.snomed.org>
 31. The Community Health Management Information Systems (CHMIS) Resource Center - an information clearinghouse with downloadable documents on a variety of subjects <http://www.chmis.org>
 32. The Medical Information System Development Center – Japan http://www.medis.or.jp/e_index.html
 33. United States National Library of Medicine. <http://www.nlm.nih.gov/nlmhome.html>
 34. World Health Organization <http://www.who.ch>