



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN

**DISEÑO DE EXPEDIENTES MÉDICOS DIGITALES:
UN ENFOQUE DE SISTEMAS**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
LUIS ENRIQUE FLORES VENEGAS

TUTOR PRINCIPAL
DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA, FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F. OCTUBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.









JURADO ASIGNADO:

Presidente:	Dr. Mariano Antonio García Martínez
Secretario:	M. en I. José Domingo Figueroa
Vocal:	Dr. Javier Suárez Rocha
1er. Suplente:	M. en I. Francisco José Álvarez Y Caso
2do. Suplente:	M. en I. Edwige Guadalupe Ruiz García

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería

TUTOR DE TESIS:

Dr. Javier Suárez Rocha

FIRMA





ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1 – FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	15
1.1 Operación clásica de los expedientes médicos.....	15
1.1.1 Descripción de los expedientes médicos	15
1.1.2 Entorno legal de los expedientes médicos	18
1.2 La atención al paciente.....	19
1.3 La ciencia y tecnología en el sector salud.....	20
1.4 El sector salud en México	20
1.5 Problema concreto por resolver	21
1.6 Hipótesis de los expedientes médicos digitales.....	23
1.7 Alcance de la investigación.....	24
1.8 Conclusiones	24
CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA.....	25
2.1 La ingeniería de sistemas.....	26
2.2 Teoría general de sistemas	26
2.3 Naturaleza de los sistemas	27
2.4 Cibernética.....	27
2.5 Ley de variabilidad requerida	29
2.6 El modelo de sistemas viables	30
2.6.1 Coordinación	32
2.6.2 Cohesión	32
2.6.3 Monitoreo	33
2.6.4 Inteligencia.....	34
2.6.5 Política	34
2.6.6 Recursividad	35
2.7 Conclusiones	36
CAPÍTULO 3 – PROPUESTA SISTÉMICA PARA LOS EMD	37
3.1 Análisis de sistemas para la identificación de requerimientos.....	37
3.1.1 Análisis de sus integrantes.....	38
3.1.2 Análisis de la comunicación e interacciones	39



3.1.3 Funcionamiento global	42
3.1.4 Estructura organizacional de una práctica médica	43
3.1.5 Algunas consideraciones de importancia para la práctica médica	44
3.1.6 Tecnologías de la información en la administración de la salud.....	46
3.1.7 Características principales del sistema.....	52
3.1.8 Legalidad entorno a los EMD	55
3.1.9 Esquemas tecnológicos actuales	56
3.2 Requerimientos técnicos para un sistema de EMD con base en el MSV	57
3.2.1 Estructura básica con respecto al MSV.....	58
3.2.2 Requerimientos de información y operación del sistema	62
3.2.3 Análisis de plataformas y arquitecturas tecnológicas	62
3.2.4 Consideraciones para el desarrollo de software	63
3.2.5 Pruebas del sistema.....	65
3.3 Consideraciones para la implementación y puesta en marcha	65
3.3.1 Planeación del proceso de implementación y personalización del sistema.....	66
3.3.2 Mantenimiento del sistema.....	67
3.4 Conclusiones	68
CAPÍTULO 4 – DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE EMD, UN CASO DE APLICACIÓN	69
4.1 Definición de la plataforma y la arquitectura tecnológica	69
4.2 Diseño de la interface.....	71
4.3 Implantación de la versión Beta	75
4.3.1 Coordinación	76
4.3.2 Cohesión	76
4.3.3 Monitoreo	76
4.3.4 Inteligencia.....	77
4.3.5 Política	77
4.3.6 Recursividad.....	77
4.4 Mantenimiento y monitoreo	77
4.4.1 Sistema de seguimiento de incidencias.....	77
4.4.2 Sistema de seguimiento de problemas en la aplicación.....	78
4.5 Conclusiones	78
CAPÍTULO 5 – SIMULACIÓN DEL SISTEMA.....	79
5.1 La operación de nuestra práctica médica.....	79



5.2 Proceso de monitoreo	80
5.3 Análisis de datos	80
5.3.1 Información poblacional	81
5.3.2 Información característica	81
5.3.3 Información acerca de los hábitos	81
5.3.4 Información acerca de las ocupaciones.....	82
5.3.5 Información operativa	83
5.4 Labor de inteligencia y política	83
5.5 Conclusiones	84
RECOMENDACIÓN PARA INVESTIGACIONES FUTURAS	86
CONCLUSIONES GENERALES	88
ANEXO I – TIPOS DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA LA IMPLANTACIÓN DE PLATAFORMAS COMPUTACIONALES	90
ANEXO II - DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN.....	93
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	101
BIBLIOGRAFÍA	103
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.....	105



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Crecimiento poblacional en México	13
Figura 2 El sistema de salud en México (Gómez, et al., 2011)	21
Figura 3 Esquema tradicional de la organización	26
Figura 4 Alcances de la ingeniería en sistemas	26
Figura 5 La función de transferencia en un sistema	28
Figura 6 Función de transferencia en la retroalimentación	28
Figura 7 Flujo de la información en un sistema	30
Figura 8 Comparación del sistema nervioso central (ser humano) vs sistema organizacional (MSV) ..	31
Figura 9 Subsistema de coordinación	32
Figura 10 Subsistema de cohesión	33
Figura 11 Subsistema de monitoreo	33
Figura 12 Subsistema de inteligencia	34
Figura 13 Subsistema de política	35
Figura 14 Recursividad del sistema	35
Figura 15 La estructura de sistemas ejemplificando al sector salud	37
Figura 16 Sistema clínico interconectado	56
Figura 17 Sistema clínico integrado	57
Figura 18 BPMN - Operación básica en la atención al paciente (simplificado)	59
Figura 19 BPMN – Procesos gerenciales de una práctica médica (simplificado)	60
Figura 20 Interdependencia de las actividades para desarrollar sistemas para el sector salud	63
Figura 21 Sistema de los EMD bajo la visión sociotecnológica (adaptado)	67
Figura 22 Ciclo de vida para el desarrollo de software informático	69
Figura 23 Arquitectura de tres capas	71
Figura 24 Mockup de la pantalla para el acceso de usuarios	72
Figura 25 Calendarización de citas y accesos a otros módulos	73
Figura 26 Lista y resultado de búsqueda de pacientes	73
Figura 27 Resumen con información relevante al día	74
Figura 28 Pantalla de almacenamiento de documentos	75
Figura 29 Descripción física del consultorio médico	79
Figura 30 Gráfica ocupacional	83
Figura 31 Gráfico de las edades y los abortos reportados en la práctica	84
Figura 32 SCRUM (adaptado)	93
Figura 33 Codebase, aplicación en red con sistema de tareas y control de versiones	97
Figura 34 Calendario	98
Figura 35 Listado de pacientes	98
Figura 36 Información demográfica del paciente	99
Figura 37 Diagrama de caja negra	100
Figura 38 Versiones de prueba	100



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Listado general del contenido de un expediente médico.....	17
Tabla 2 Integrantes del sector salud de acuerdo con su rol e intereses.....	39
Tabla 3 Función de los elementos del sistema en determinados contextos.....	42
Tabla 4 Ejemplos de actividades de planeación	45
Tabla 5 Lista alfabética de países e iniciativas en EMD	49
Tabla 6 Aplicaciones enfocadas a la práctica médica	51
Tabla 7 Áreas clave para los EMD	52
Tabla 8 Contrapartes de la inteligencia en la cohesión.....	61
Tabla 9 Reglas de para el diseño de interfaces (adaptado).....	65
Tabla 10 Edad poblacional de la práctica	81
Tabla 11 Altura poblacional de la práctica.....	81
Tabla 12 Hábitos poblacionales con respecto al cigarro.....	81
Tabla 13 Información ocupacional de los pacientes	82
Tabla 14 Tiempo promedio invertido en los pacientes	83
Tabla 15 Estimado de horas disponibles (Deemer & Benefield, 2007)	94
Tabla 16 Control del tiempo invertido SCRUM (Deemer & Benefield, 2007).....	95





RESUMEN

La tecnología ha revolucionado positivamente nuestra vida cotidiana y el sector salud no es la excepción. Sin embargo, la medicina aún hace esfuerzos por integrar estas nuevas tecnologías en la administración de la información médica.

Un esfuerzo importante en esta dirección es implementar los sistemas de Expedientes Médicos Digitales (EMD).

Los EMD tienen la capacidad para transformar al sector salud, tal como otros sistemas informáticos han revolucionado otros sectores e industrias clave en la vida del hombre. Este proceso no es sencillo y de no llevarse a cabo adecuadamente será el detonador de grandes pérdidas, que a diferencia de otros sectores donde las pérdidas son fundamentalmente económicas, en el sector salud las pérdidas incluyen la vida de las personas y la calidad de vida de la población en general.

En este trabajo se define qué son los expedientes médicos digitales, así como su importancia en la impartición de la salud, se analizan de manera sistémica al sector, detallando sus requerimientos en términos organizacionales, tecnológicos y legales. Todo esto con el fin de aprovechar e integrar descubrimientos de la ingeniería de sistemas y la planeación, para el diseño de un SISTEMA DE EXPEDIENTES MÉDICOS DIGITALES, junto con recomendaciones útiles para su desarrollo e implementación en una práctica médica de tipo ambulatorio, creando el escenario perfecto para su evolución.

ABSTRACT

Technology has revolutionized our daily lives and health sector is no exception. Regardless of that, medicine still makes efforts to integrate these new technologies to manage health information.

A mayor effort in this direction is to implement Electronic Medical Records (EMR) systems.

The EMR system has the ability to revolutionize the way medicine manages all their information and communications, as other information technologies have revolutionized other sectors and key industries on our everyday lives. This process is not simple, if not carried out properly will be catalyst for major losses, unlike other sectors where losses have been purely economic, in health sector losses may include lives of patients and quality of life of the people involved.

In this document we define EMR systems along with its importance in the delivery of high quality health services. We analyze systemically the industry related, detailing all the requirements in organizational, technological and legal terms. The commitment is to leverage and integrate all findings through systems engineering methodologies and plan the design of an electronic medical system that if implemented would help ambulatory medical organizations in their technological development while improving health of their patients and life of its participants; along with useful tips during the development, deployment and implementation in an outpatient medical practice, setting up a perfect scenario for its evolution.



INTRODUCCIÓN

Nuestro país ha experimentado grandes cambios en su estructura social: de 1895 a 1940 la población de México se duplicó, creciendo aproximadamente en 20 millones de personas; en los últimos años casi se ha quintuplicado, hasta un total de 112.336.538 personas (INEGI, 2010). Paralelamente se han abatido enfermedades infecto-contagiosas y de otras índoles, permitiendo que la esperanza de vida se incremente de 40 a 77 años (Population Reference Bureau, 2012). Esto es el resultado del avance tecnológico mundial en el que México participa activamente. Cuando la medicina se convierte en actividad científica, nos hemos beneficiado de la apertura de instituciones internacionales, como universidades y hospitales, quienes han compartido y enseñado prácticas novedosas. La apertura del comercio ha sido otro factor de intercambios culturales y tecnológicos que ha impactado en la forma de impartir la medicina. Mundialmente se ha revolucionado, nacieron nuevos campos en la hematología, endocrinología, gastroenterología, cirugía, electrocardiografía y angiología, por mencionar algunos; hemos adoptado técnicas como la radiología, el uso de isótopos, bioquímica, pruebas de laboratorio y mucho más (Quijano, 2003).

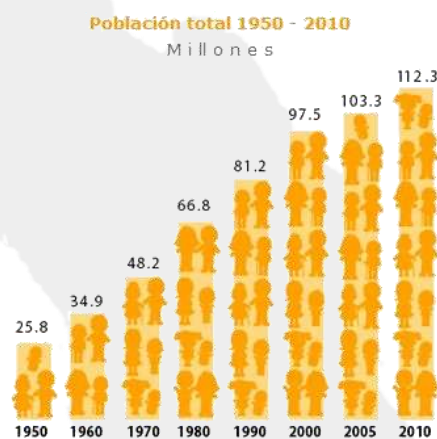


Figura 1 Crecimiento poblacional en México

Sin embargo, la medicina no sólo se basa en la ciencia, tecnología y técnica, ya que propone un proceso de gestión que involucra muchos actores. El intercambio de información entre el médico, su personal y los pacientes es limitada, no está enfocada en la salud de las personas y no ayuda al desarrollo económico del sector. Así mismo, la globalización ha generado una imperativa coordinación y sincronización de las naciones, de ello dependen los mercados y la competitividad de las instituciones, la calidad de los servicios establecerá la diferencia entre los países ricos y los países pobres. El sector salud es pilar de las economías, forma parte de los servicios básicos de una nación y su calidad debe competir con la de los países más avanzados para no quedar rezagados en el ámbito internacional.

En este contexto resulta fundamental apoyarse en la ingeniería de sistemas, la cual ha revolucionado industrias y ayudado a otros sectores a alcanzar sus metas. La utilización de los descubrimientos en investigación de operaciones, tecnologías de la información, pensamiento sistémico y administración de la tecnología son la plataforma ideal para evolucionar la práctica médica.

Los países avanzados han desarrollado iniciativas para mejorar el sector a través de las Tecnologías Informáticas de Salud (Health Information Technologies, en el idioma inglés), mismas que han demostrado ser una alternativa que bien implementada es suficiente para evolucionar la práctica médica, impactando positivamente en la salud de la población y en el crecimiento económico del sector. Sin embargo, esto no se ha dado mágicamente, los participantes han invertido grandes cantidades de recursos en el diseño, puesta en marcha y desarrollo de estas iniciativas.



En México la adopción de estos sistemas es totalmente nueva y esto nos pone en una posición ventajosa, ya que no hemos invertido aún en una infraestructura asignada para estas tecnologías y apenas empezamos con este proyecto de una manera seria. Esto es una oportunidad que debe de aprovecharse de la mejor manera, antes de empezar con una acelerada inversión tecnológica de lo que creemos es necesario.

El objetivo de esta tesis es crear un sistema computacional a partir del modelo de sistemas viables y de los requerimientos operativos de una práctica ambulatoria en general, capaz de evolucionar con la experiencia adquirida en su utilización, aprovechando los beneficios computacionales en el cuidado y control de la salud en los pacientes y los beneficios operativos que ofrece el modelo de sistemas viables a las organizaciones modernas.

A este sistema computacional le llamaremos de ahora en adelante sistema de Expedientes Médicos Digitales, este sistema facilitará el proceso de gestión de una clínica ambulatoria. Su diseño estará basado en un análisis profundo del entorno relativo a su implantación, y su objetivo es apoyar en el control y seguridad de los procesos operativos de la práctica médica. Se espera que el sistema impacte positivamente, tanto en la salud de los pacientes como en la calidad de vida del personal médico y administrativo.



CAPÍTULO 1 – FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

1.1 Operación clásica de los expedientes médicos

Para esclarecer un crimen o un asesinato, los investigadores policíacos interrogan a las personas involucradas, examinan y fotografían las áreas del suceso o el cuerpo. Mandan todo lo encontrado, tal como sangre, casquillos de bala, muestras de pintura, ropa y otros al laboratorio para un análisis especializado. Después de haber recabado toda la información obtenida, el investigador está en posición de identificar al culpable de la forma más precisa posible (Prior & Silberstein, 1977).

Así mismo, los médicos están en búsqueda del culpable, aquella enfermedad que hace que su paciente se sienta mal. Después de que el testigo (el paciente) les ha dicho toda la historia en sus propios términos, el detective médico hará tantas preguntas de búsqueda como sea necesario, hasta obtener información relevante que de otra forma se pudiera haber omitido. Esto puede incluir interrogatorios a la familia o amigos, si el paciente no está en la condiciones de brindar su propia declaración. El cuerpo (del paciente) será examinado meticulosamente en todas las formas posibles por el médico, usando su experiencia, sus sentidos y atención. A esto se anexan todos los recursos posibles como pruebas de laboratorio, rayos X, muestras para microscopio, todo con la finalidad de añadir pistas a las ya encontradas mediante el interrogatorio y la examinación física (Prior & Silberstein, 1977).

Después de que toda esta información ha sido recabada y analizada es cuando el detective médico está en posición de empezar su análisis. Con un pensamiento claro y apoyado en la información obtenida, el médico es capaz de identificar la enfermedad (o problema) y brindar el remedio más efectivo posible (Prior & Silberstein, 1977).

El documento obtenido de esta investigación, junto con la documentación necesaria para sustentar el caso, más las conclusiones del médico y los pasos a seguir para tratar el padecimiento, en medicina se conoce como expediente médico del paciente o expediente médico (a sabiendas de que es un documento único por paciente).

1.1.1 Descripción de los expedientes médicos

El expediente médico es el documento creado por el personal médico, para llevar el control y seguimiento de la salud de una persona o paciente. Los expedientes son generados siguiendo técnicas médicas y respetando los requerimientos de ley que apliquen, dependiendo del país o estado de la práctica médica¹.

Tradicionalmente, los expedientes médicos son documentos en papel donde el personal médico redacta los síntomas y condiciones que presenta la persona que los consulta. Esta información es almacenada y al paso del tiempo contribuye de manera importante en la prevención, cuidado y cura de las enfermedades.

Cada institución presenta un diseño propio, con una serie de apartados o capítulos que derivan de un modelo considerado como “clásico” o “universal” (Facultad de Medicina-UNAM, 2005). A continuación se presentan los datos necesarios que contienen los expedientes médicos en su uso más generalizado.

¹ El servicio que presta un médico o grupo de médicos en conjunto con enfermeras, técnicos, laboratoristas y personal asociado, puede ser denominado como práctica médica. Dicha práctica puede estar localizada bajo un mismo techo o distribuida en una región de influencia. Este documento utilizara este término para referirse a un médico, clínica, hospital o entidad que provee servicios de la salud a través de la medicina.



Esta lista no incluye todo el contenido posible; ha sido creada pensando en el entendimiento y sensibilización del lector en la problemática:

Grupos	Subgrupos / Datos
Información de la práctica	<ul style="list-style-type: none">• Tipo• Nombre• Domicilio• Razón social• Licencia
Información demográfica	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del paciente• Género• Fecha de nacimiento (edad)• Lugar de nacimiento• Nacionalidad• Domicilio• Estado civil• Escolaridad• Profesión u ocupación• Estatus de su profesión u ocupación• Religión• Persona responsable del paciente (menores de edad o personas con deficiencias mentales)• Métodos de contacto (teléfono, email, otros)
Antecedentes	<ul style="list-style-type: none">• Heredo-familiares• Personales no patológicos• Tipo de habitación o vivienda• Hábitos• Ocupaciones previas• Uso del tiempo libre• Inmunizaciones• Conciencia de su enfermedad
Antecedentes Gineceo-Obstétricos (exclusivos de la mujer)	<ul style="list-style-type: none">• Menarquia• Ciclo menstrual• Inicio de vida sexual activa• Número de parejas• Embarazos• Partos• Abortos• Cesáreas• Método anticonceptivo• Enfermedades de transmisión sexual• Menopausia Climaterio• Papanicolaou• Lactancia Materna
Antecedentes Andrológicos (exclusivo de los hombres)	<ul style="list-style-type: none">• Circuncisión• Criptorquidia• Poluciones nocturnas• Inicio de vida sexual activa• Número de parejas• Enfermedades de transmisión sexual• Trastornos de la erección• Andropausia
Antecedentes personales patológicos	<ul style="list-style-type: none">• Infectocontagiosos• Enfermedades exantemáticas• Enfermedades crónico degenerativas y parasitarios• Alérgicos• Quirúrgicos• Traumáticos• Transfusionales



	<ul style="list-style-type: none"> • Convulsivos • Adicciones • Hospitalizaciones previas
Padecimiento actual	<ul style="list-style-type: none"> • Motivo y circunstancia de la consulta • Síntoma o molestia principal • Síntomas o molestias acompañantes • Estudios paraclínicos realizados • Terapéutica empleada
Interrogatorio por aparatos y sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Aparato respiratorio • Aparato digestivo • Aparato cardiovascular • Aparato renal y urinario • Aparato genital • Sistema endocrino • Sistema hematopoyético y linfático • Piel y anexos • Músculo-esquelético • Sistema nervioso • Órganos de los sentidos • Esfera psíquica • Síntomas generales
Signos Vitales	<ul style="list-style-type: none"> • Pulso • Presión arterial • Temperatura • Frecuencia respiratoria • Frecuencia cardiaca • Peso • Estatura o talla • Índice de masa corporal
Inspección general (habitus exterior)	<ul style="list-style-type: none"> • Edad aparente • Estado de alerta y orientación • Integridad • Estado nutricional • Facie • Constitución • Conformación • Actitud • Lenguaje • Movimientos anormales • Características de la piel y los anexos • Cooperación • Vestido • Aliño • Marcha
Exploración física	<ul style="list-style-type: none"> • Cabeza • Cuello • Tórax • Abdomen • Región inguino-crural • Genitales externos • Tacto vaginal • Tacto rectal • Extremidades • Columna vertebral • Exploración neurológica

Tabla 1 Listado general del contenido de un expediente médico

Dependiendo de la especialidad médica o de la atención que requiera el paciente, el expediente médico puede contener información adicional. Cada una de las especialidades de la medicina



requiere más información, la cual debe ser contenida en el expediente médico de la persona.

Esta información debe contener descripciones lo más detalladas posibles, de los diagnósticos, planes y tratamientos que ayudaran al personal médico a dar seguimiento y evolución a la enfermedad o problema del paciente. El expediente es una forma de comunicación con el equipo médico, que ha estado, está y estará a cargo de la atención del paciente. Asimismo, constituye casi siempre la única vía de comunicación con el resto del personal que en diferentes turnos y de diferentes especialidades atienden a un mismo paciente (González Aquino, 2009).

1.1.2 Entorno legal de los expedientes médicos

Los expedientes médicos son considerados un documento legal y están sujetos a las normas y leyes de la entidad donde fueron generados.

La información de un individuo recopilada por medio de los expedientes médicos debe pertenecer al mismo individuo, aunque en realidad la propiedad legal de los expedientes médicos varía de país en país, por ejemplo en México la Norma Oficial Mexicana del expediente clínico (NOM-168-SSA1-1998), dice que los expedientes clínicos (o expedientes médicos) son propiedad de la institución y del prestador de servicios médicos (Diario Oficial de la Federación, 1998). Independientemente del propietario legal, por lo general, el expediente médico queda en custodia de la práctica médica que lo haya generado y es utilizado por ésta como soporte en la atención al paciente; es responsabilidad de ellos su buen uso, acatando las normas, reglas y leyes que correspondan para dicha entidad.

En este esquema parecería que el paciente queda excluido de la información contenida en su expediente médico, y esto se debe a que el expediente de un individuo contiene información delicada, sujeta a ser mal interpretada por el paciente. Es por esto que queda en custodia de los profesionales médicos, quienes están capacitados para interpretar correctamente la información contenida en ellos.

Hoy en día se han incrementado las quejas y demandas contra los profesionales de la salud, siendo de gran importancia el expediente médico, que se convierte en un documento probatorio en caso de una denuncia, demanda o queja.

Cuando se presenta una demanda contra un médico, el ministro de justicia solicita la intervención de peritos, a fin de que éstos emitan un dictamen relacionado con los hechos. El dictamen médico pericial consiste en un documento que expone la opinión fundada sobre un hecho o hechos generalmente pasados, para lo cual el perito se allega de los antecedentes de lo sucedido.

Para elaborar sus dictámenes, los peritos acuden a la búsqueda de datos; primeramente se hará llegar de todos los documentos relacionados e indispensables para tener un conocimiento preciso del objeto de la peritación, entre los cuales, el expediente médico es fundamental, éste debe estar completo, con estudios de laboratorio y gabinete, así como otros documentos, tales como resultados anatomopatológicos, toxicológicos, en fin, de lo que el perito médico considere pertinente para elaborar el dictamen.

Una vez provisto de los elementos necesarios, el perito realizará un análisis minucioso de los hechos iniciales y de sus consecuencias, aplicando un razonamiento y un método legal riguroso. Es así como el perito estará en posibilidad de emitir su opinión respecto de si el médico ha cumplido con su obligación hacia un paciente determinado, en cuanto a que la atención médica brindada haya sido la adecuada, o bien, que haya sucedido lo contrario. Dicho de otra manera: el perito médico



determinará si el profesional se condujo conforme a la *lex-artis*². Es decir, si el personal médico cumplió con sus obligaciones de forma profesional, tomando en cuenta los medios y la seguridad, utilizando lo mejor de sus conocimientos para brindar óptimos resultados, durante la atención a su paciente.

De tal manera que el expediente médico puede ser la salvación o perdición de un médico ante una demanda. El expediente médico reflejará la actuación de todo el personal que participó en la atención médica del paciente y expresará la capacidad resolutive de la práctica, así como la capacidad profesional de su personal.

Por eso es de gran importancia tener un expediente médico bien integrado, ordenado, completo, legible, que permita valorar en su cabal dimensión la actuación del médico, facilitando los procesos judiciales, administrativos o de conciliación y arbitraje. El expediente médico aportará elementos indispensables para determinar la actuación del profesional médico involucrado (González Aquino, 2009).

1.2 La atención al paciente

Los pacientes requieren de una atención integral, longitudinal, que funcione de forma coordinada e ininterrumpida. Ésta depende de la comunicación entre médicos, gente asignada a su cuidado (incluyendo familiares, fisiólogos, enfermeras, farmacéuticos y otros) y la coordinación de áreas especializadas de conocimiento. De hecho hay una necesidad imperativa de integración y coordinación en todas las etapas de su tratamiento.

Por la falta de una integración tecnológica, el personal médico no es capaz de proveer un servicio conjunto más allá de su ámbito de control (el hospital o clínica donde labora). La falta de información inmediata acerca de técnicas o sucesos que afectan en la salud de la población, impacta negativamente en su efectividad (Proctor P. Reid, 2005).

El personal médico tiene una gran carga y responsabilidad sobre sus hombros, la cantidad de detalles que deben considerar es agobiante y ésta se multiplica por el número de pacientes que atiende. Esto hace que enfoque su atención en los detalles técnicos de su profesión, haciéndole olvidar que el paciente también pasa por una situación que se agrega a los problemas o dificultades de su vida normal, en algunos casos superponiéndose en importancia a cualquier otro problema y siendo origen de muchas otras complicaciones (normalmente una enfermedad afecta la estabilidad emocional de una familia y su economía). Es por esto que la atención al paciente también debe considerar sus situaciones y preferencias, haciéndolas del conocimiento de las personas a su cargo; esto es parte fundamental de la mejora y cura de las enfermedades.

En una organización dedicada a la investigación para la mejora en la atención de los pacientes, éstos expresan con frecuencia las mismas necesidades, recomendando al personal médico seguir los siguientes principios (The Picker Institute, 2012):

- Respetar los valores, preferencias y necesidades expresadas de los pacientes
- Coordinación e integración de los cuidados
- Información, comunicación y educación
- Comodidad física
- Soporte emocional y desahogo de sus miedos y ansiedades

² *Lex-artis* – literalmente, “ley del arte”, ley artesanal o regla de la regla de actuación de la que se trate. Se refiere a un cierto sentido de apreciación sobre si la tarea ejecutada de un profesional es o no correcta o se ajusta o no a lo que debe hacerse.



- Mantener a su familia y amigos involucrados
- Continuidad y apoyo en las diferentes etapas de transición
- Acceso a los cuidados médicos

1.3 La ciencia y tecnología en el sector salud

En las últimas décadas el número de Ensayos Clínicos (Randomized Controlled Trials) publicados anualmente, se han incrementado exponencialmente y en la mitad del siglo pasado las especialidades médicas se multiplicaron aproximadamente de 10 a más de 100.

Sin embargo, no hay suficiente inversión por parte de los proveedores de servicios médicos para implementar tecnologías de la información-comunicación. El sector médico no ha podido tomar ventaja de la tecnología, de los métodos de sistemas, de las técnicas de análisis y de las herramientas administrativas que han transformado e impulsado a otros sectores.

La medicina es aplicada a través de una red de médicos donde los participantes están enfocados en su especialidad y, debido a los ritmos de vida actual, no cuentan con el tiempo suficiente, ni con la información necesaria para ejercer una práctica que se base en los últimos descubrimientos. La información médico-científica generalmente se retrasa por un periodo de tiempo largo, ya que los métodos actuales de difusión para estos descubrimientos carecen de la velocidad con la que otros sectores se comunican. Por ejemplo: el sector financiero tiene información en tiempo real de las actividades económicas mundiales y esto da oportunidad a una pronta y efectiva toma de decisiones (Proctor P. Reid, 2005).

La mayoría de los médicos, así como los administradores en la medicina, no tienen experiencia en las metodologías de la ingeniería; entonces, es difícil captar las implicaciones que podrían guiarlos a las mejoras. En el mismo sentido, pocos ingenieros saben de las complejidades socio técnicas de la medicina y sus aplicaciones. Debido a esta falta de información, la comunicación entre ellos se dificulta (Proctor P. Reid, 2005).

1.4 El sector salud en México

El sistema de salud en México está compuesto principalmente por dos sectores: público y privado. El sector público comprende a las instituciones de seguridad social que prestan servicio a los trabajadores del sector formal de la economía y a las instituciones que protegen o prestan servicios a la población sin seguridad social. El sector privado presta servicios a la población con capacidad de pago; normalmente esta población tiene la opción de recibir atención médica privada o pública. En la siguiente figura se explica el sistema de salud mexicano Figura 2 (Gómez, et al., 2011).

El financiamiento de las instituciones de seguridad social proviene de tres fuentes: contribuciones gubernamentales, contribuciones del empleador (que en el caso del ISSSTE, PEMEX, SEDENA y SEMAR, es el mismo gobierno) y contribuciones de los empleados. Estas instituciones prestan sus servicios en sus propias instalaciones y con su propio personal. Tanto la Secretaría de Salud (SSa) como los Servicios Estatales de Salud (SESA) se financian con recursos del gobierno federal, de los gobiernos estatales; además de una pequeña contribución que pagan los usuarios al recibir la atención (cuotas de recuperación).

La población que es responsabilidad de la SSa y de los SESA, se atiende en las instalaciones de estas instituciones. El Seguro Popular de Salud (SPS) se financia con recursos del gobierno federal, de los gobiernos estatales y de las cuotas familiares; subroga servicios de salud para sus afiliados a la SSa y a los SESA (y en algunas ocasiones a proveedores privados).



El sector privado se financia con los pagos que hacen los usuarios al momento de recibir la atención y con las primas de los seguros médicos privados, ofreciendo sus servicios en consultorios, clínicas y hospitales privados (Gómez, et al., 2011). El sector privado cuenta con el apoyo de los servicios farmacéuticos y de laboratorios, que de igual manera son financiados por los pagos que hacen los usuarios en el momento de demandar los productos y servicios que ofrecen.

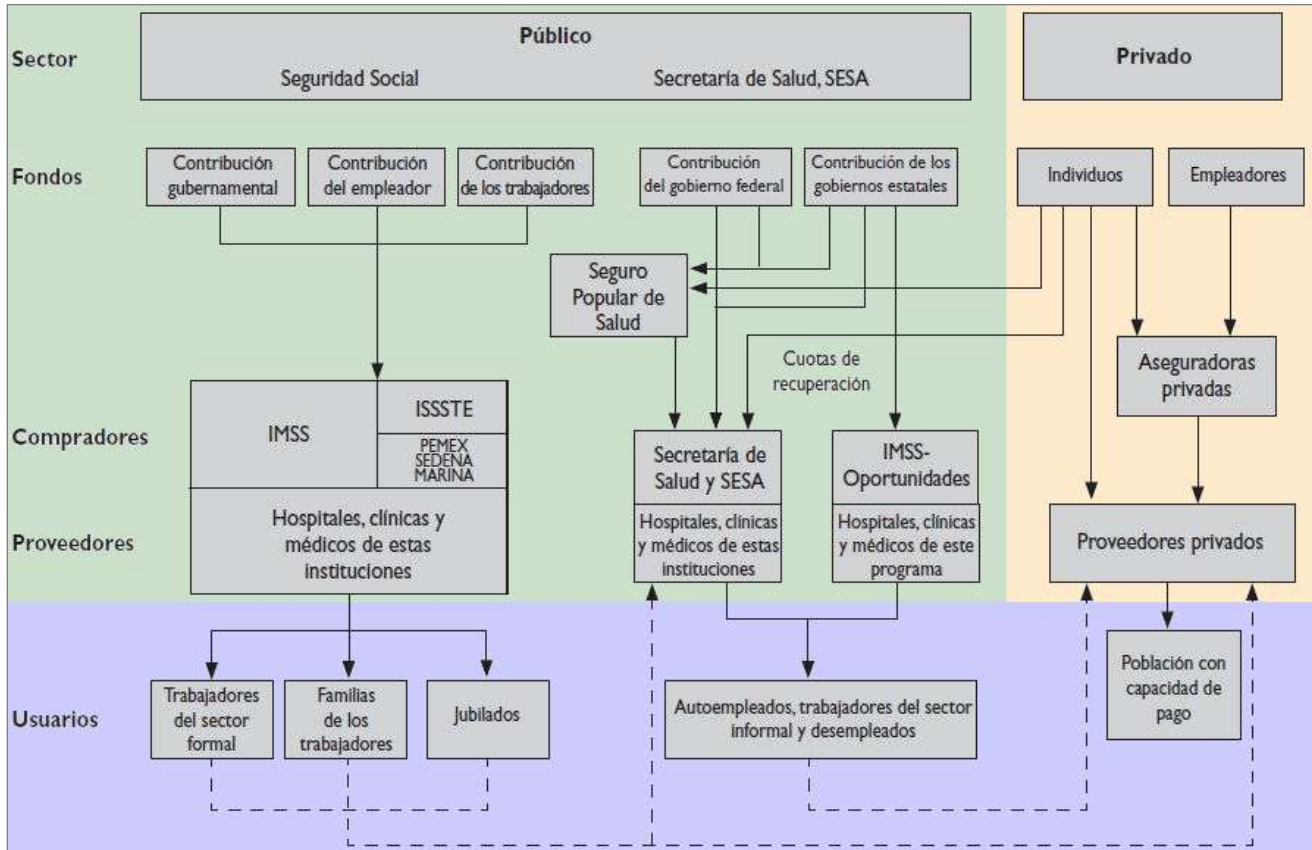


Figura 2 El sistema de salud en México (Gómez, et al., 2011)

En particular, recientemente el sector público en México ha hecho un esfuerzo en la modernización de sus expedientes médicos, implementando programas de captura de información que recientemente se aplican en las diferentes unidades de salud (IMSS e ISSSTE). En el 2010 el gobierno de México ha publicado la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010, con los objetivos y las funcionalidades que deberán cubrir los Expedientes Clínico Electrónicos.

1.5 Problema concreto por resolver

La ingeniería y la medicina tienen una larga historia de colaboración y éxito, tanto en el desarrollo de tecnologías (dispositivos, equipos, fármacos, etc...) como en el apoyo a la investigación y desarrollo. La ingeniería ha revolucionado ciencias como la biotecnología, biónica, bioquímica, genética, entre otras y brinda la promesa de avances en herramientas para el diagnóstico y aplicación de terapias. Esto manifiesta una continua vitalidad en esta sociedad donde participan la medicina y la ingeniería. Sin embargo, la ingeniería ha permanecido en la periferia de los esfuerzos en administrar, evaluar y prevenir las carencias del sistema de salud. Esto es causa del desconocimiento total de las operaciones en el sector médico (Proctor P. Reid, 2005).



La información y la comunicación se han utilizado en muchos otros sectores asociados con la industria médica, sin embargo, estos principios y herramientas de ingeniería han quedado fuera del mejoramiento de la práctica de la medicina. Disciplinas como la ingeniería financiera, investigación de operaciones y diseño de sistemas entre otros, han transformado positivamente muchos servicios y procesos que han cambiado nuestra forma de vida (Proctor P. Reid, 2005).

Hay que abrir las puertas de estas tecnologías al sector médico, en especial, a las prácticas ambulatorias, a quienes se les dificulta ver los beneficios de invertir en tecnología para la administración de la salud y les resulta muy difícil implementar cambios o mejoras en sus procesos operativos tradicionales. Es necesario hacer más eficientes y seguros sus procesos, para esto es necesario desarrollar un sistema integral que asista en la operación del día a día y que al pasar el tiempo sea capaz de brindar reportes para el análisis y la mejora de los procedimientos operativos.

Esto significa que no sólo es necesario invertir en tecnologías computacionales (hardware y software), también hay que considerar otros campos de conocimiento tales como: la investigación de operaciones, la planeación, la ergonomía, las teorías de sistemas, servicios de implementación, servicios de capacitación y otros. Aun así estas técnicas y herramientas deben ser adaptadas o rediseñadas para satisfacer las necesidades del entorno médico, ya que éste posee complejidades y dificultades muy particulares. En este contexto, la administración de la salud enfrenta retos que requieren de innovación en los principios y técnicas de la ingeniería de sistemas (Proctor P. Reid, 2005). El Modelo de sistemas viables de Beer será la contraparte organizacional de la tecnología, integrándose de manera natural a ésta, ya que ambos están desarrollados a partir del paradigma cibernético.

Nuestro sistema deberá contribuir a transformar la manera de cómo hoy se imparte la medicina, mejorando la salud de los pacientes, estandarizando procesos y proveyendo información valiosa para el análisis y mejoramiento operativos. Este sistema facilitara y apoyará en las tareas de coordinación cohesión, monitoreo, inteligencia y política de una práctica médica moderna y ultra estable. Todo esto se conseguirá, mejorando también la vida diaria del personal médico y administrativo que la ópera, así como de su bienestar económico.

Este sistema debe cumplir con los siguientes puntos:

- **Seguridad:** prevenir accidentes en la impartición de un servicio que inicialmente está diseñado para ayudar a curar.
- **Efectividad:** Proveer servicios, basados en conocimientos científicos, a todo aquel que pueda beneficiarse de ellos; así como retraer de la impartición de servicios a todo aquel que no se beneficiaría de ellos (evadir la sobreutilización de tratamientos cuando nos sean necesarios y evadir la subutilización de tratamientos cuando sean necesarios).
- **Eficiencia:** Evadir el desperdicio, incluyendo la subutilización o sobreutilización de equipos, materiales, ideas y energía.
- **Enfocado al paciente:** Proveer un servicio basado en el respeto, y sensible de las preferencias, necesidades y valores individuales de los pacientes. Asegurar que los valores del paciente sean tomados en cuenta en las decisiones clínicas.
- **Oportuno:** Reducir los tiempos de espera y en ocasiones el daño perjudicial de los retrasos de aquellos que reciben el servicio, así como de aquellos que lo proveen.
- **Equitativo:** Proveer un servicio que no varíe de calidad por las características personales del



paciente; tales como sexo, edad, origen étnico, localización geográfica o estatus socioeconómico.

El sistema debe de estar enfocado en la atención al paciente, este es el punto principal para el diseño de un sistema de calidad.

No solo la inversión en tecnología de punta y en sistemas de comunicación avanzados, serán suficientes para mejorar el sistema médico, deberá haber una estrecha cooperación entre la ingeniería y la medicina, lo cual establecerá un plan para el desarrollo y transformación del sector salud (Proctor P. Reid, 2005).

1.6 Hipótesis de los expedientes médicos digitales

La historia ha mostrado que hay una serie de intercambios a la hora de implementar herramientas tecnológicas para todos los involucrados en dicha actividad. La misión de transformar al sector médico debe considerar las perspectivas, prioridades y metas de cada uno de sus participantes: pacientes, médicos, enfermeras, administradores, aseguradoras, reguladores y demás, brindándoles a todos un beneficio. Este intercambio se ha visto reflejado en cada una de las revoluciones tecnológicas que otros sectores han implementado, y la experiencia ha demostrado que el resultado es exitoso para todos (Proctor P. Reid, 2005).

La ingeniería tiene amplia experiencia al implementar tecnología en los diferentes sectores e industrias, cuenta con las herramientas, métodos, técnicas y conocimientos para ejecutar funciones y brindar dinamismo tecnológico a sistemas complejos, permitiendo la interacción entre sistemas, subsistemas y procesos. Los ingenieros tienen la capacidad de entender y administrar la tensión que se genera entre los interesados en el momento de dicha implementación. Las herramientas, técnicas y tecnologías de la ingeniería pueden ser utilizadas para optimizar el rendimiento y alcanzar metas en el sector médico, tales como la seguridad, efectividad, la mejora en tiempos y optimización de rendimientos; mientras anticipa, mide y administra los efectos de estas intervenciones en otros objetivos, como la equidad, eficiencia y productividad del sector. Sin embargo, aunque el trabajo en conjunto de médicos e ingenieros se ha visto en el desarrollo de tecnología y mejoramiento de la medicina; no es sencilla a la hora de implementar un sistema médico para la administración de la salud, ya que cada uno debe conocer los parámetros involucrados en la actividad del otro, tales como métodos, técnicas, métricas, valores y estado mental. (Proctor P. Reid, 2005).

En México, es difícil descifrar la razón del déficit tecnológico-administrativo en la práctica de la medicina, probablemente se debe a que el sector público tiene una estructura gubernamental altamente jerarquizada y el sector privado no puede racionalizar la importancia y los beneficios de invertir en un sistema integral para mejorar sus resultados.

La experiencia de otros sectores e industrias, que se han apoyado enormemente en los conceptos y herramientas de sistemas, es suficiente para percibir la importancia de invertir en tecnología para la práctica médica, que aporte mejoras en el control, administración, optimización de resultados, calidad, rendimiento, seguridad y en el cumplimiento de otros de sus objetivos.

Las futuras generaciones de médicos, que han estado más en contacto con la tecnología, demandarán un sistema que les ayude a administrar su práctica, evolucione sus operaciones, maximice su rentabilidad y mejore su calidad de vida laboral.

Los sistemas de información clínica en el sector médico pueden crear relaciones nuevas que facilitarían el intercambio de información entre fuentes, dándole diferentes perspectivas y desarrollando un proceso integrador, coordinado y enfocado al paciente. El éxito de un tratamiento es la prueba de una buena colección de datos y un buen análisis para la asignación de un diagnóstico



adecuado. Un buen sistema de expedientes médicos digitales se reflejara en una población más sana y por lo tanto más económicamente activa.

La recopilación de información durante los procesos operativos de la práctica médica le brindará acceso a información médica de calidad al personal y a los pacientes, quienes al estar mejor informados de su estado físico, condiciones y tratamientos, descuidará menos su salud y se sentirá más confortable a la hora de recibir los servicios del sector salud.

1.7 Alcance de la investigación

La situación de mejora es amplia y abarca un gran número de participantes e intereses. Es aquí donde es necesaria la Teoría General de Sistemas, sus estudios, descubrimientos y ciencias especializadas.

Para desarrollar un sistema capaz de evolucionar la forma en la que se practica la medicina, es necesario un punto de partida, una visión, que será la guía de todos los esfuerzos, descubrimientos y avances de dicho proyecto tecnológico. Esa visión debe de considerar a todos los involucrados y su entorno, trayendo consigo la experiencia acumulada de otras áreas del conocimiento y de proyectos con características similares.

Diseñaremos un sistema computacional, considerando la información recopilada del sector médico, en particular de los requerimientos de una práctica ambulatoria. Adaptaremos su funcionamiento para que la práctica médica implemente el modelo de sistemas viables en su estructura organizacional, brindando al personal médico y administrativo la capacidad de generar reportes para evolucionar sus procesos y dar seguimiento a dicho análisis y evolución.

1.8 Conclusiones

Es asombroso como el sector salud no ha aprovechado las herramientas de la ingeniería de sistemas, el cual involucra la coordinación y administración de un gran número de personas altamente especializadas, distribuidas geográficamente, que generan grandes cantidades de información, recursos materiales y financieros.

Un sistema que realmente beneficie a todos los involucrados en el sector médico, desde cada uno de sus puntos de vista, demanda de la experiencia y conocimientos generados por la ingeniería de sistemas, así como la experiencia de otros campos del conocimiento, los cuales han revolucionado sus procesos a través de los sistemas de información y comunicación, tanto en la calidad de sus productos o servicios como en el rendimiento económico de su sector. Con ayuda de los sistemas de información, muchas industrias cambiaron sus operaciones, distribuyéndolas geográficamente para tener un mejor alcance con su demanda, mejorando sus rendimientos productivos.

En términos del sector salud, esto significa un impacto positivo en la salud de la población, la mejora económica del sector y la posibilidad de seguir compitiendo a nivel mundial.

Un sistema administrativo de la salud mejoraría enormemente las operaciones, incrementaría la productividad y prevendría errores, todo esto se reflejaría en la salud de los pacientes y en el rendimiento económico de nuestra práctica ambulatoria, a fin de estar preparados para la integración de un sistema que abarque a más entidades. Este sistema deberá ser capaz de integrar los esfuerzos de las organizaciones de salud en México; de no mejorar nuestro sistema, perderemos la competitividad frente al mundo, no sólo en términos de salud sino en términos económicos en general.



México en la opinión de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos:

“El débil desempeño en términos de los objetivos del sistema de salud también refleja la fragmentación institucional del sistema de atención médica e ineficiencias en el ámbito de los prestadores de servicios. Este menor desempeño es un factor que limita el desarrollo de la capacidad productiva de la economía (OCDE, 2005).”

El uso de las tecnologías de información establecerá un canal de comunicación entre proveedores, beneficiarios, científicos y la industria. Esto abrirá las puertas a nuevas formas de operación; es la base para la telemedicina, la cual es un mundo de posibilidades para los participantes del sector.

El sistema actual necesita evolucionar, y que mejor, que hacerlo en la dirección correcta desde un inicio, aprovechando la experiencia de varias áreas del conocimiento.

CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

El Modelo de Sistemas Viables, basado en los sistemas cibernéticos, es una alternativa al modelo organizacional tradicional. Representa un diseño estructural avanzado para las organizaciones complejas, dotando a las instituciones (públicas o privadas) que lo adoptan de una capacidad de adaptación y supervivencia que las hace ultra-estables. La interpretación de este modelo, reflejo de este trabajo, está pensada para su aplicación en el diseño y desarrollo de un sistema capaz de administrar la salud de la población y evolucionar al sector médico mediante de herramientas de comunicación, almacenamiento de información y análisis de datos.

Es una equivocación el preguntarnos ¿Cómo usar las computadoras en el sector médico? Una pregunta más adecuada es, ¿Cómo debe de practicarse la medicina, dado que existen las computadoras? [\(ADAPTADO DEL LIBRO BRAIN OF THE FIRM, STAFFORD BEER\)](#).

Las organizaciones tradicionales están estructuradas por una línea de mando jerárquica donde los planes estratégicos son formulados por las entidades superiores y son implementados por una serie de instrucciones que descienden por cada uno de los peldaños de la organización. Hoy en día es bien sabido que esta forma de operación es lenta y poco flexible, incapaz de enfrentar la complejidad y rapidez con que cambian las condiciones del ambiente moderno. Así mismo, es imposible de replicar en ambientes de gran envergadura, donde se depende de múltiples entidades en competencia y de distintos ideales. [\(Raúl Espejo, 1997\)](#)

Desarrollado por Stafford Beer, el Modelo de Sistemas Viables se basa en los principios fundamentales de la cibernética, provee un marco para diseñar organizaciones flexibles y con gran capacidad de adaptación, las cuales encuentran un perfecto balance entre las perspectivas internas y externas de la organización y la visión a corto, mediano y largo plazo en conjunto y por cada uno de sus integrantes. [\(Raúl Espejo, 1997\)](#)

Para tener una buena comprensión del modelo propuesto por Beer, es necesario reconocer los conceptos básicos de la teoría general de sistemas y de la cibernética; así como aprender algunos nuevos términos necesarios para establecer un lenguaje común, que brinde un mejor entendimiento del modelo.

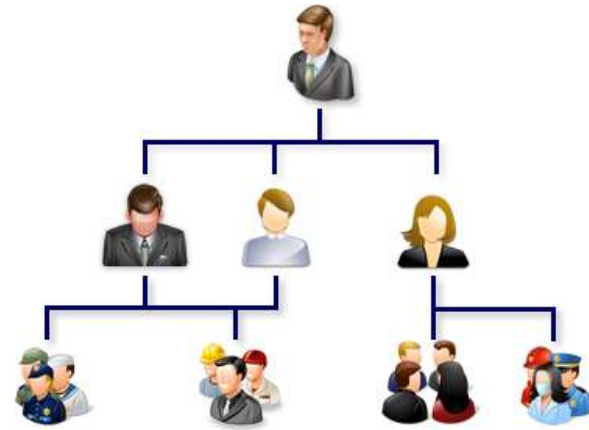


Figura 3 Esquema tradicional de la organización

2.1 La ingeniería de sistemas

La ingeniería de sistemas es un campo multidisciplinario, el cual planea y describe cómo deberían ser los sistemas con base en el análisis hecho en sistemas naturales y eficientes que han demostrado su supervivencia y rendimiento al paso del tiempo.

Ésta utiliza sus conocimientos para crear herramientas de análisis, control y desarrollo para impulsar el bienestar de nuestro entorno.



Figura 4 Alcances de la ingeniería en sistemas

2.2 Teoría general de sistemas

Un *sistema* se compone por *sub-sistemas* y mantiene una estrecha relación, interacción y comunicación con su ambiente o *supra-sistema*. La teoría general de sistemas es el estudio y



análisis de los componentes de un sistema de forma *holística*³. Es decir, las partes de un sistema deben ser analizadas tanto individualmente como con la interrelación que existe entre ellas mismas, alcanzando la comprensión del sistema como un todo.

Esta teoría fue propuesta en 1936 por el biólogo *Ludwing von Bertalanffy* y posteriormente desarrollada por Ross Ashby⁴. Bertalanffy, también establece que los sistemas están en constante interacción con su ambiente y pueden cambiar sus propiedades por medio de una evolución continua (York University, 2012).

La más representativa contribución de Bertalanffy a la teoría de sistemas es mejor conocida como La Teoría de los Sistemas Abiertos. Un sistema abierto es aquél que se mantiene en constante interacción con su ambiente, esta interacción puede ser a través de información, energía, o transferencia de materiales hacia adentro o hacia afuera de los límites del sistema.

2.3 Naturaleza de los sistemas

En 1943, *Arturo Rosenblueth*⁵, Norbert Wiener y Julian Bigelow publican un artículo titulado "*Behavior, Purpose and Teleology*", en él exponen sus teorías en las que el propósito de un sistema es una subclase de su comportamiento, donde el comportamiento puede ser activo o pasivo, y el comportamiento activo puede ser intencionado o aleatorio. Entonces, el comportamiento activo intencionado tiene *retroalimentación teleológica*⁶ o *retroalimentación no teleológica*.

La *retroalimentación* de un sistema teleológico intencionado es guía y orden para su comportamiento y por lo tanto se habla de un *Sistema Predictivo*⁷.

Posteriormente, Arturo Rosenblueth estableció la necesidad de una entidad observadora de este comportamiento intencionado para validarlo y evaluar el alcance de sus metas.

Norbert Wiener migró estas teorías a un nivel más universal, creando una filosofía tecnológica, la cual tuvo una gran respuesta en la comunidad científica y en el público en general: la Cibernética.

2.4 Cibernética

En 1948, *Norbert Wiener* creó el término cibernética, derivándola de la palabra griega *kybernétes* (κυβερνήτης) que significa timonel y describe el principio del gobierno y dirección de los sistemas.

La cibernética se fundamenta en la *Ley General de la Comunicación*; en ésta se requiere de un comunicador, un mensaje y un receptor. El receptor puede o no estar consciente de la intención del comunicador. En los sistemas, el mensaje es emitido y recibido por el sistema mismo; esta actividad queda a cargo de los subsistemas. La comunicación se hace exitosa una vez que el receptor actúa de acuerdo con el mensaje del comunicador. En el caso de la cibernética, este mensaje puede ser la detección de una desviación en el resultado. Una vez recibido el mensaje, el sistema hace las correcciones y ajustes pertinentes (*control y regulación*) para mejorar el desempeño del sistema en conjunto (*dominio*).

³ Holismo, derivado de palabra Griega *holos* (ὅλος), que significa todo o total. Es la idea de que los sistemas deben ser observados como un todo y no como la simple colección de sus partes.

⁴ William Ross Ashby, Psiquiatra Inglés y pionero de la cibernética.

⁵ Arturo Rosenblueth Stearns, médico e investigador mexicano pionero de la ciencia cibernética.

⁶ Teleología es una corriente filosófica que establece que todo en la naturaleza tiene una causa u objetivo final.

⁷ Para poder planear se necesita trabajar bajo el plano de un sistema predictivo o predecible.



Un sistema procesa las entradas de su entorno a través de un proceso de transformación. La regla que gobierna esto se define como **función de transferencia**, ya que especifica de forma matemática qué clase de cambios van relacionados entre los sensores y los actuadores en el circuito del sistema. La función de transferencia es una ecuación diferencial y puede ser realmente compleja, la complicación surge porque el tipo de respuesta de la cual el sistema depende, va en proporción del rango de estímulos o frecuencia con la que se presentan.

La función de transferencia hace que las entradas se conviertan en salidas y puede ser ejemplificada como $f(p)$.

$$f(p) = \frac{o}{i}$$

Donde:

o = salida (output)

i = entrada (input)

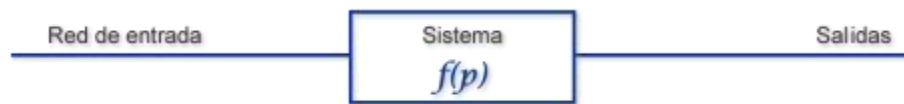


Figura 5 La función de transferencia en un sistema

En ocasiones, la salida no corresponderá a lo que se desea. Peor aún, esta salida puede afectar de manera exponencial otras entradas del mismo sistema, arriesgando por completo su estabilidad. Sea lo que sea, lo que está sucediendo, es posible medir el cambio continuo en la variable de salida y compararla con lo que debería de ser (**indicadores**). Esta medición obtenida nos ayuda a detectar la desviación con respecto a la norma, es lo que se denomina **retroalimentación**.

La retroalimentación se usa para controlar cualquier sistema, mediante de monitoreo y medición de las salidas. Indicará los ajustes necesarios en la entrada que harán que la función de transferencia arroje salidas adecuadas. Dicha medida es utilizada nuevamente como parte de la entrada, produciendo una acción correctiva de ser necesario.

La retroalimentación debe de tener una función de transferencia por sí misma $F(p)$, que es necesaria para que de manera calculada se mitigue el problema en la entrada y no provoque una amplificación en las fluctuaciones problemáticas.

$$F(p)$$

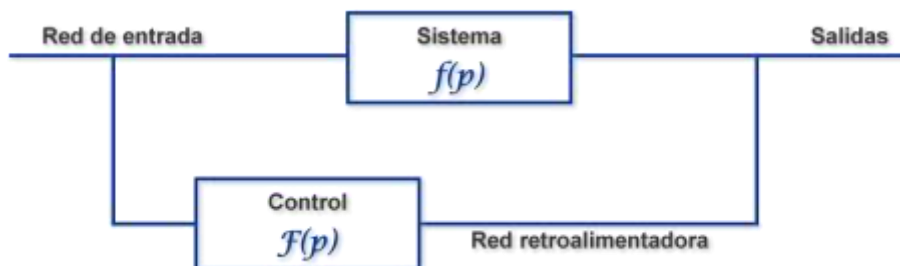


Figura 6 Función de transferencia en la retroalimentación



Todo esto suena muy simple, pero se requiere de mucho esfuerzo para alcanzar un buen control. Un sistema lo suficientemente complejo necesita de un sistema de control más sofisticado, el cual se adapte a los cambios que sucedan dentro del mismo sistema. De no ser así, estos cambios se verán afectados por la retroalimentación y su efecto puede terminar en una oscilación incontrolable, que podría dar como resultado la inestabilidad del mismo sistema.

Es por esto que en sistemas complejos es necesario un sistema capaz de adaptarse al cambio, un sistema capaz de aprender. El proceso de aprendizaje es un proceso de retroalimentación, donde se aprende de los errores. Es decir, se hace algo, se evalúan los resultados y con base en ello se refina el proceso de transformación de manera moderada, de tal forma que se genera una aproximación al resultado deseado de forma positiva. Iterativamente se llega al resultado total deseado.

En el proceso de iteración, en un punto se sobrepasaría nuestro estado deseado por muy poco, entonces se modificaría el proceso en sentido opuesto, bajo la misma premisa de aproximaciones medidas, de tal forma que el sistema se mantendría oscilando controladamente dentro de un rango aceptable, al cual le podríamos denominar como estado de control total.

Como hemos visto existen tres elementos principales que constituyen a un sistema controlado: *receptores* (entradas), *transmisores* (salidas) y una *red de interconexión*. De esta forma, es evidente la necesidad de que estos elementos tengan la misma capacidad para su interacción.

2.5 Ley de variabilidad requerida

Ross Ashby formula la *Ley de Variabilidad Requerida* en 1957, esta ley promueve que:

1. La calidad en la selección de las acciones está limitada por la cantidad de información disponible.
2. Para obtener una regulación apropiada, la variedad en el regulador debe ser igual o mayor que la variedad del sistema a regular. Entre más grande sea la variedad dentro del sistema, mayor será su habilidad para reducir la variabilidad de su ambiente a través de la regulación. Sólo la variabilidad (en el regulador) puede destruir la variabilidad (del sistema a regular).

En la cibernética, el número distinguible de partes (o el número distinguible de estados de una parte) es llamado *variedad* (*variety*). En resumen, se puede decir que la variedad de las salidas debe de ser (al menos) equiparable con la variedad de las entradas del sistema como un todo y el arreglo de las entradas, así como el arreglo de las salidas, debe ser considerado por separado.

En la naturaleza, los problemas y las decisiones pueden tomar enormes proporciones. Los n receptores necesarios en nuestro sistema, generarán 2^n variedades de información en los sensores. Este argumento se aplica, tanto a las entradas del sistema como a las salidas. El problema real, que es necesario resolver, es crear un patrón que conecte las entradas con las salidas en una *retícula anastomótica*. Si el orden de la variedad que se nos presenta es n (n receptores), entonces tendremos que tener 2^n sensores. Y, si por la ley de Variabilidad Requerida, la acción necesaria es de n , entonces la variedad del sistema tiene que ser también de 2^n . La variedad interna del sistema, tendrá que ser una combinación de 2^n con 2^n y ese número es 2^{n2^n} .

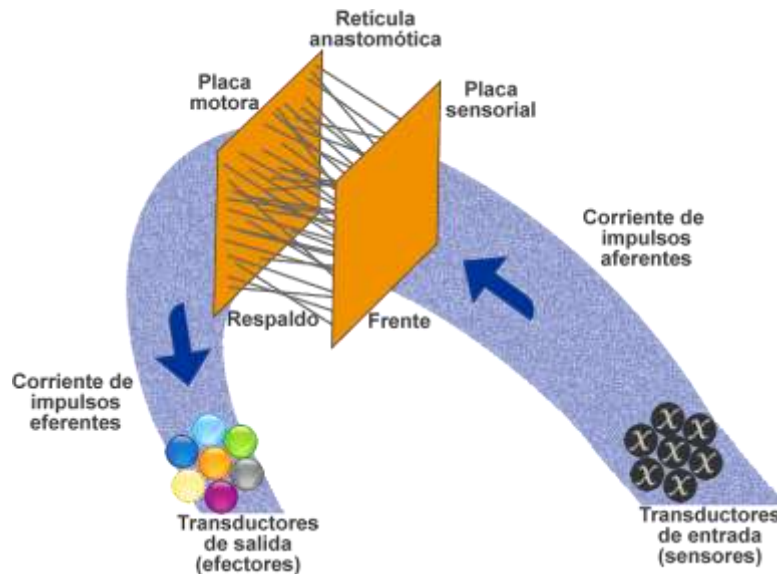


Figura 7 Flujo de la información en un sistema

(Beer, *Brain of the Firm*, 1972)

2.6 El modelo de sistemas viables

Desarrollado en 1972 y publicado en su libro "*Brain of the Firm*", **Stafford Beer** desarrolló el **Modelo de Sistemas Viables**. Este modelo es aplicable a todo tipo de organizaciones, dotándolas de viabilidad, lo cual es la capacidad de existir y prosperar en ambientes turbulentos e impredecibles.

El criterio de viabilidad requiere que las organizaciones se vuelvan ultra estables, esto es la capacidad de adaptarse apropiadamente a su ambiente, o adaptar su ambiente para satisfacer sus necesidades.

Stafford Beer baso sus teorías en los sistemas naturales, a partir de éstos encontró sus similitudes adaptándolas en su modelo para el uso organizacional. En su libro, ***Brain of the Firm***, Stafford Beer utiliza el sistema nervioso central del ser humano para explicar su modelo Figura 8.

Stafford Beer divide al sistema (la organización) en cinco subsistemas, los cuales se comunican entre sí a través de un **meta-lenguaje** y cada uno cumple una función dentro del supra sistema, quedando de la siguiente manera:

1. Coordinación
2. Cohesión
3. Monitoreo
4. Inteligencia
5. Política

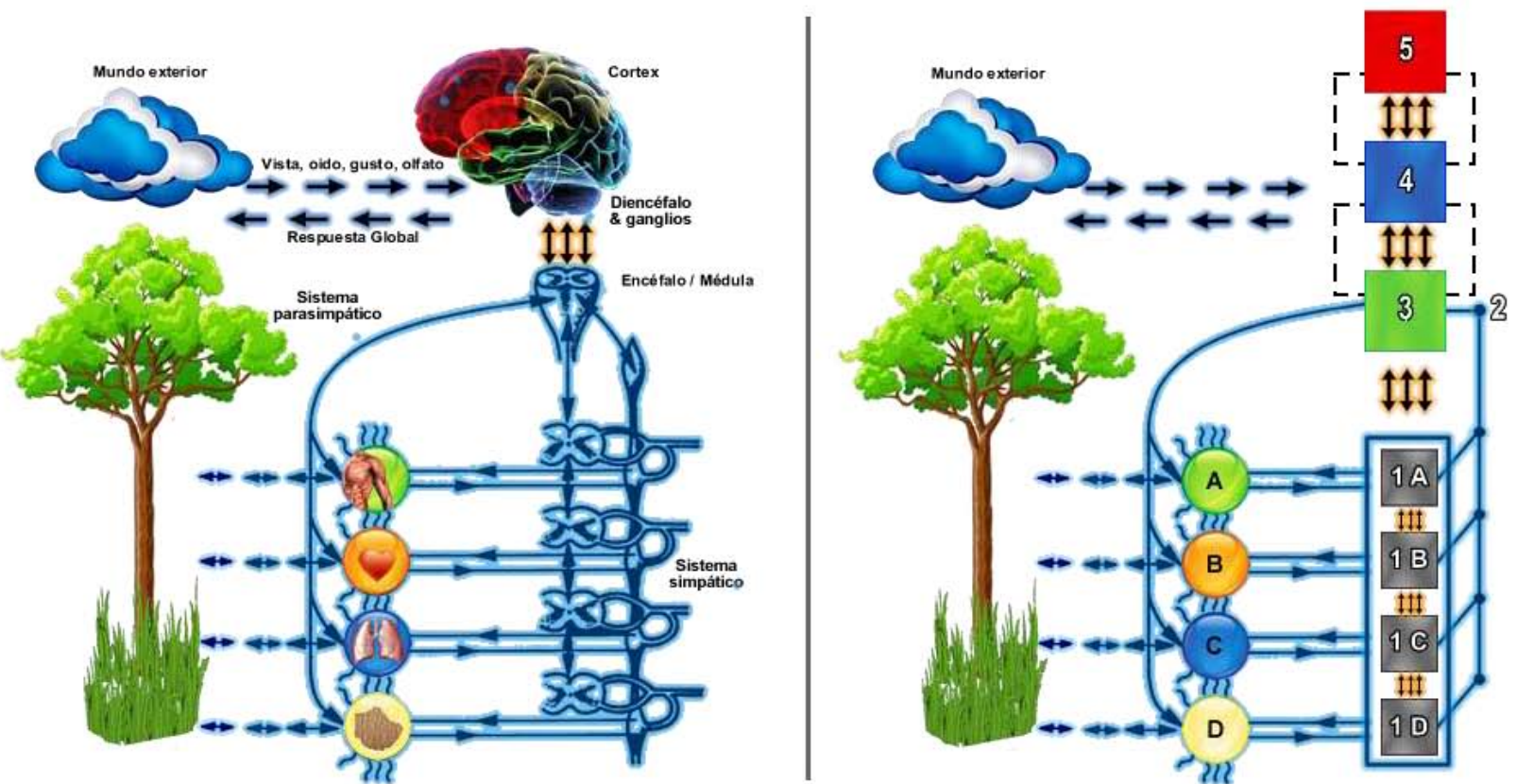


Figura 8 Comparación del sistema nervioso central (ser humano) vs sistema organizacional (MSV)
 (Beer, Brain of the Firm, 1972)



2.6.1 Coordinación

La coordinación tiene que ver con los mecanismos principales de producción del sistema, es decir, con los procesos o tareas destinadas al objetivo principal de la organización Figura 9.

Los mecanismos de coordinación normalmente son tomados por un hecho, pero atenderlos de manera minuciosa puede ser una tarea simple y extremadamente poderosa.

Los mecanismos típicos de la coordinación son: estandarización, protocolos, calendarización / itinerarios de producción, así como otros mecanismos más formales como el lenguaje comunicación, acuerdos mutuos, sinergia cultural. Todo esto diseñado para aminorar los problemas y prevenir conflictos.

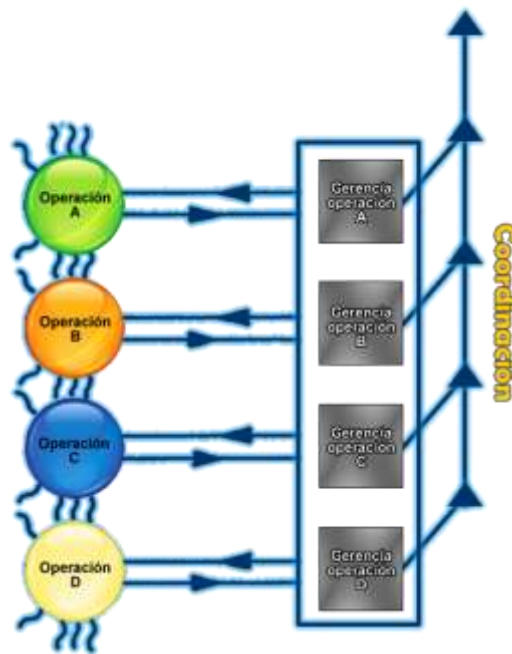


Figura 9 Subsistema de coordinación

2.6.2 Cohesión

La cohesión tiene que ver con los procesos gerenciales, los cuales hacen que las actividades principales del sistema sean considerados holísticamente. Así mismo liga los subsistemas (divisiones u operaciones) con el supra-sistema Figura 10.

Los elementos principales a administrar, para lograr la cohesión de la organización, son los *recursos* y la *administración del desempeño*; críticamente el balance entre éstos.

Para asegurar la viabilidad, los procesos de administración de recursos y la supervisión del desempeño necesitan ser de forma participativa y abierta. El desempeño deseado debe de establecerse en común acuerdo con los subsistemas y el supra-sistema (administración).

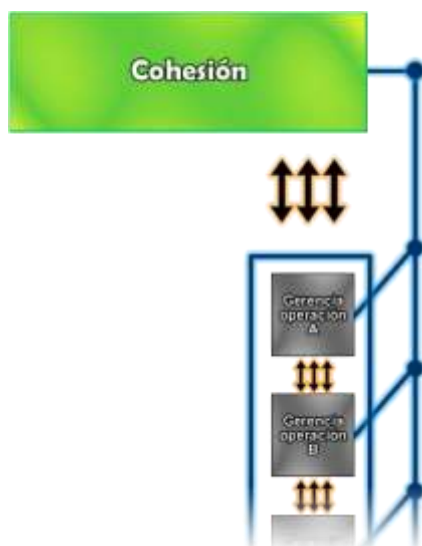


Figura 10 Subsistema de cohesión

2.6.3 Monitoreo

Este es uno de los más confusos artes de la administración. Si el monitoreo es llevado a cabo de manera correcta, genera una relación de confianza entre los gerentes y las unidades que éstos administran. Si es llevado de manera equivocada, puede destruir toda la confianza y desencadenar una serie de acontecimientos desastrosos para el sistema.

El propósito del monitoreo tiene un doble sentido: primero, permite a los administradores/gerentes tener la confianza de que lo pensado es realmente lo que sucede en los subsistemas; Segundo, les provee la seguridad de que los gerentes entienden los problemas que enfrentan los subsistemas

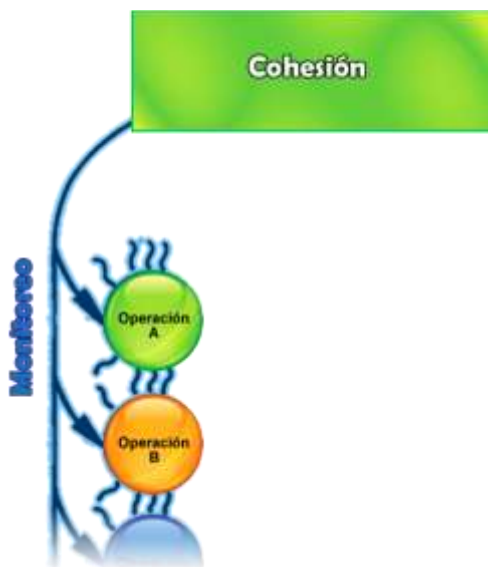


Figura 11 Subsistema de monitoreo



Para que el monitoreo sea eficiente, debe de ser esporádico, profundo en análisis, sobrepasando la administración y llegando directamente a las actividades reales del subsistema. Si no es esporádico, la administración se vería sobrecargada para la generación de reportes detallados y minaría la autonomía del subsistema. Tiene que ser profunda para obtener un completo entendimiento y validez de los reportes que la administración del subsistema entrega regularmente y que éstos se ajustan a la realidad. Este último punto es de gran relevancia, ya que con frecuencia, la percepción de las unidades es que los planes y las decisiones no están aterrizados con lo que en realidad sucede.

2.6.4 Inteligencia

La viabilidad implica la habilidad del sistema para ir más allá de lo que hace día a día, y hacerlo de manera eficiente implica una habilidad de cambio en sí mismo, en sus actividades, en su forma, en su identidad y la adecuación del ambiente en que opera. Para que un sistema sea viable, debe ser capaz de adaptarse, más allá, los mecanismos de adaptación deben estar presentes en los subsistemas y los sub-sub-sistemas a todo lo largo de la organización Figura 12.

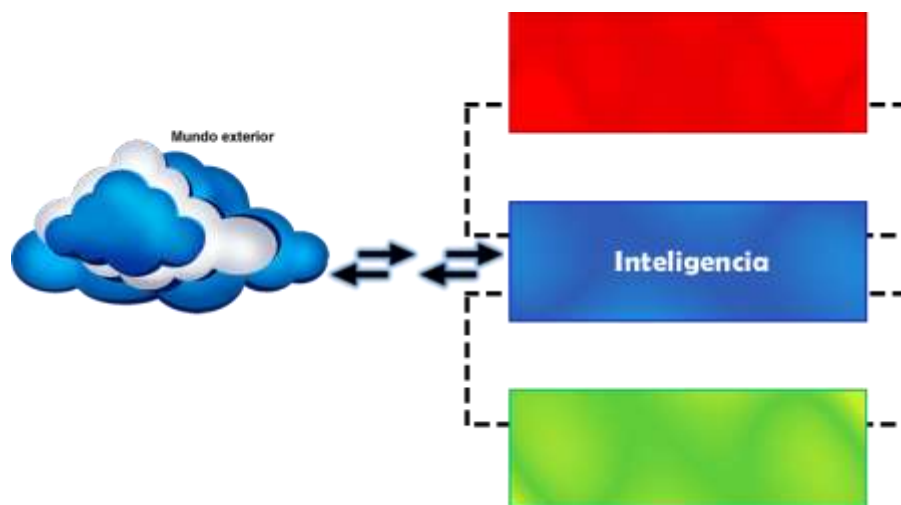


Figura 12 Subsistema de inteligencia.

Las típicas actividades de inteligencia son: Planeación a futuro, previsión, mercadotecnia, desarrollo tecnológico y desarrollo de productos. Muchas de estas disciplinas son administradas por la cohesión de la organización y deben de tener una contraparte en el nivel de inteligencia:

- Control financiero > Planeación financiera
- Personal > Entrenamiento y desarrollo
- Administración de operaciones > Planeación operativa

Todas estas actividades analizan la situación de la organización con respecto a su entorno y buscan prepararla para el futuro.

2.6.5 Política

En el MSV, “el dónde nos encontramos” está ligado con la cohesión, mientras que “el dónde queremos estar en el futuro” es llevado por la Inteligencia. Es tarea de la política mantener un balance entre la cohesión y la inteligencia.



Hacer una decisión estratégica exitosa requiere de un debate enriquecedor de las posturas y los elementos de la cohesión y la inteligencia. Este controversial proceso es supervisado por la función política. La incapacidad de estructurar estas conversaciones resultaría en la falla de la toma de decisiones.

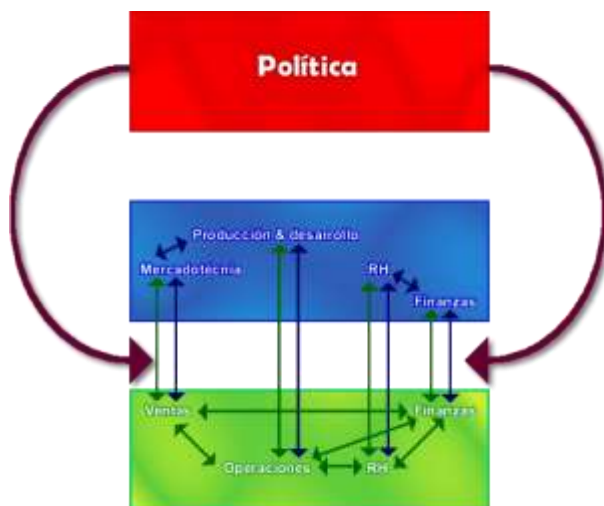


Figura 13 Subsistema de política

Hay un sinnúmero de problemas arquetípicos en esta área, incluyendo:

- Estrategias dominadas por la cohesión, cayendo en el estancamiento.
- Estrategias dominadas por la inteligencia, obteniendo planes inalcanzables.
- Estrategias dominadas por la parte funcional, resultando en decisiones que ignoran factores claves, ofreciendo soluciones que no se adecuan a los problemas.

2.6.6 Recursividad

Es importante recalcar la recursividad del modelo, es decir, esta estructura puede encontrarse a todo lo largo del sistema. Los supra-sistemas y los sub-sistemas de la organización pueden estar estructurados a partir del mismo Modelo de Sistemas Viables.

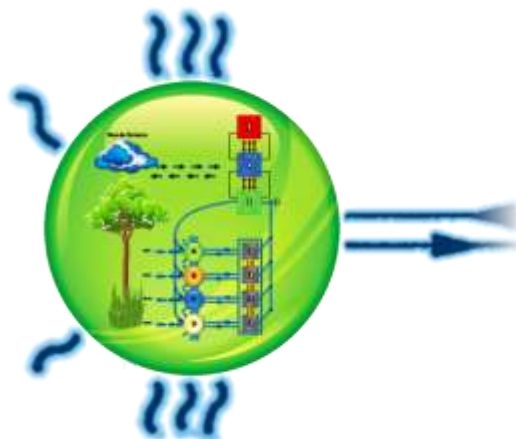


Figura 14 Recursividad del sistema



2.7 Conclusiones

El Modelo de Sistemas Viables es más complejo que el sistema tradicional. Definitivamente este sistema describe con mucho más detalle la comunicación y el tipo de comunicación que debe de existir en las organizaciones, y su implementación requiere de mucha más experiencia que el sistema tradicional.

Comparado con el modelo tradicional jerárquico, el modelo de sistemas viables hace evidente las tareas de coordinación, cohesión, monitoreo, inteligencia y política, las cuales en el modelo tradicional son exclusivas de gerentes y directivos. De la misma forma, los directivos están enfocados en sus tareas de dirección y la operación se limita al personal de los escalafones bajos de la estructura organizacional, esto dificulta la adaptación de la organización al cambio y dificulta su evolución.

Muchas organizaciones (sobre todo las exitosas) tienen patrones que se ajustan al modelo de sistemas viables, sin el conocimiento de sus “stakeholders”⁸. La identificación y justificación de estos patrones, puede ser lo único necesario para mejorar otras áreas y de esta forma adecuar la empresa al modelo.

En la práctica, el MSV ha demostrado ser mucho más rápido y preciso para el diagnóstico y rediseño de las organizaciones; llevado con maestría, ubica a las organizaciones en una situación ventajosa con respecto a su entorno.

El modelo de sistemas viables no es exclusivo, es decir que otros modelos pueden aplicarse dentro del sistema o los subsistemas, dependiendo de la situación y los requerimientos.

Para el objetivo de nuestro estudio, representa una opción ideal, ya que es común que los administrativos y directores de las prácticas médicas ambulatorias sean los mismos integrantes del personal médico que las opera. A este personal médico se le dificultan las tareas de cohesión, monitoreo, inteligencia y política, ya que enfocan sus esfuerzos a las tareas operativas de cada día, destinando un tiempo limitado al resto de las tareas administrativas que ayudaran a la organización a evolucionar y a ser más eficientes en sus procesos.

El modelo de sistemas viables, es un modelo. Es decir, debemos ser capaces de entenderlo, pero la aplicación puede ser parcial o diferente dependiendo de la situación real de cada organización. Esto no descarta su importancia y sí apoya la demostración de su utilidad.

⁸ Stakeholder es un término inglés para referirse a quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa.



CAPÍTULO 3 – PROPUESTA SISTÉMICA PARA LOS EMD

La práctica médica es un sistema con propósito, por lo tanto puede ser predecible; para predecir su comportamiento es necesario crear un sistema de monitoreo y control. Al monitorear un sistema de forma integrada, se pueden generar indicadores de su desempeño, permitiendo elaborar proyectos y líneas de acción que optimicen su rendimiento.

3.1 Análisis de sistemas para la identificación de requerimientos

Para diseñar una estructura tecnológica capaz de satisfacer las necesidades de una clínica, aprovechando los avances de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), es necesario hacer un análisis de sistemas, utilizando la información conocida del sector, por ejemplo: las técnicas de la práctica médica y sus procesos, la estructura organizacional que normalmente utilizan estas entidades, los avances tecnológicos y las tendencias mundiales que se han desarrollado para el sector.

La teoría general de sistemas nos ayudará a describir su estructura, la visión (*Weltanschauung*⁹) de cada uno de sus integrantes y los propósitos que guían su comportamiento de acuerdo con el rol que adopten, junto con la comunicación e interacción entre sus partes (suprasistemas, sistemas y subsistemas). Finalmente nos concentraremos en el funcionamiento organizacional de una práctica médica ambulatoria de tamaño promedio, su organización y sus procesos.

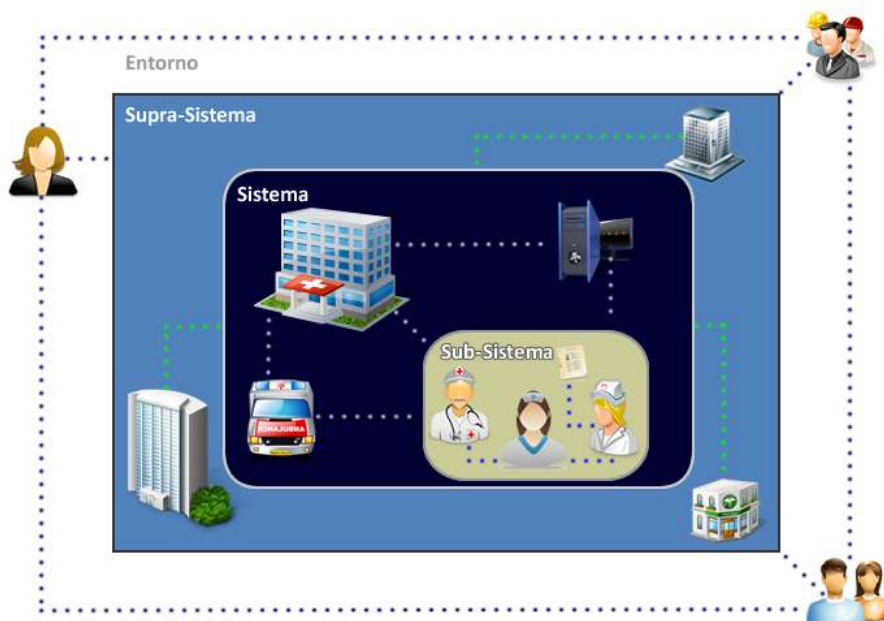


Figura 15 La estructura de sistemas ejemplificando al sector salud

⁹ Weltanschauung. Esta expresión es comúnmente utilizada para referirse a la visión particular del entorno o percepción del mundo que tiene una persona, familia o grupo.



3.1.1 Análisis de sus integrantes

La primera parte del análisis consiste en identificar a los participantes del sector salud, entre ellos se encuentran los participantes de una práctica médica promedio, identificaremos sus puntos de vista (*Weltanschauung*) e intereses. La siguiente tabla resume el punto de vista de los integrantes de las prácticas médicas, agrupados de acuerdo con su rol o interés. Clasificando su perspectiva en tres rubros: personal, profesional y económico.

Integrantes	Weltanschauung
Beneficiarios del servicio médico	Punto de vista e intereses
Básicamente son los pacientes, personas que padecen de alguna enfermedad o condición. Así mismo son los individuos que desean cuidar o mejorar su salud.	Personal. - Estar saludable o mejorar la salud mediante un servicio de trato digno, con la más alta calidad, respetuoso de sus preferencias y costumbres. Es también de su interés la salud de sus familiares y personas cercanas.
	Profesional. - El bienestar en la salud es base de nuestro desarrollo como seres humanos dentro de una sociedad. La aparición de una enfermedad en la propia persona o en algún familiar o amigo cercano es clave en su desarrollo profesional.
	Económico. - Obtener los servicios necesarios de forma accesible, de acuerdo a sus posibilidades.
Proveedores del servicio médico	Punto de vista e intereses
Este comprende a los profesionistas del área médica: Médicos, enfermeras(os), técnicos, laboratoristas, terapeutas y personal de soporte. También comprende a las agrupaciones de éstos, como clínicas, hospitales y centros de salud.	Personal. - Es de su interés la salud de sus pacientes, su bienestar y su seguridad. Buscan tener una buena calidad de vida laboral, ya que su labor puede ser muy estresante y tiene grandes responsabilidades.
	Profesional. - Como profesionistas educados, buscan superarse en su campo. Se esfuerzan por adquirir el reconocimiento a través de más importantes responsabilidades y/o nombramientos.
	Económico. - Mejorar sus operaciones, obteniendo un mejor rendimiento a través de la reducción de costos y el incremento/ proyección de su actividad.
Investigación y desarrollo	Punto de vista e intereses
Grupo integrado por investigadores, educadores, desarrolladores de tecnología, así como sus agrupaciones, universidades, centros de investigación y otros.	Personal. - Enfocados en descubrir, desarrollar e integrar descubrimientos para mejorar la salud de las personas, incluyéndose a ellos mismos.
	Profesional. - Buscan el reconocimiento a sus descubrimientos o trayectoria a través de la difusión de su trabajo.
	Económico. - Requieren que su trabajo les brinde una buena calidad de vida.
Proveedores de servicios y productos relacionados	Punto de vista e intereses
Comprende todos los negocios alrededor del sistema de salud, quienes se benefician y forman parte primordial en el desarrollo de la actividad. Incluye: farmacéuticos, proveedores de suministros, proveedores de equipo, comercializadoras, compañías de servicios (alimentos, hoteles, etc...), centros financieros (aseguradoras, bancos, etc...), otros.	Personal. - Desean el bienestar de sus consumidores y se preocupan por el impacto social de sus actividades.
	Profesional. - El reconocimiento social como los mejores en su ramo, la satisfacción del renombre.
	Económico. - Mantener e incrementar los rendimientos de su actividad. Implementar sus operaciones para tener un mayor alcance e impacto.
Gobierno (sector salud) y organizaciones mundiales	Punto de vista e intereses
Esto incluye a políticos e instituciones de servicio público de un país o entidad, así como las organizaciones de la salud.	Personal. - Se preocupan por la salud de las grandes masas, es decir por los grupos de personas que integran sus compromisos.
	Profesional. - Al igual o más que otras profesiones, buscan el reconocimiento de las personas, grupos e instituciones. De ellos son los encabezados de la historia del futuro.



	Económico. - Una población saludable es más económicamente activa, esto influye en la generación de riqueza a nivel grupal y de esto dependen sus recursos financieros.
Entorno	Punto de vista e intereses
Incluye todos los sectores distintos al de la salud y todas las actividades (sociales, comerciales, eclesiásticas, etc...) que afectan y se ven afectadas por el sector salud.	Personal. - Se preocupan por la salud de las personas que se encuentran en su entorno.
	Profesional. - El reconocimiento social, ser exitosos en su ramo.
	Económico. - Mantener e incrementar los rendimientos de su actividad. Implementar sus operaciones para tener un mayor alcance e impacto.

Tabla 2 Integrantes del sector salud de acuerdo con su rol e intereses

Los roles pueden superponerse, es decir, un gobernante puede ser un beneficiario del servicio en un tiempo determinado.

Los grupos o individuos descritos en la tabla anterior, pueden incrementar su interés en alguno de los rubros en los que clasificamos su visión. Esto depende de cada uno de ellos y de su particular forma de pensar en un tiempo o situación determinada. La fluctuación de su interés, en general, se espera sea de forma aleatoria, sin embargo existe la influencia social o grupal la cual puede influir en ellos. Para ilustrar cómo una situación puede influir en la visión y preferencia por alguno de los rubros anteriores, imagine la situación de un médico quien atiende a un familiar querido; su interés personal se superpondrá a cualquier otro interés.

En el caso del factor económico es frecuente asumir que incrementar las ventas es sinónimo de obtener mayores ganancias. Esto, en determinado momento, no es del todo cierto, para obtener mayores ganancias también es necesario mejorar la operación, al mejorar nuestra operación somos capaces de reducir costos mientras extendemos el alcance de nuestros servicios o productos a más consumidores. A veces las empresas o negocios incrementan sus ventas y paralelamente incrementan sus costos, bajando su rentabilidad, esto impacta en su calidad y puede provocar el desequilibrio de la actividad, es decir la posible pérdida de sus clientes o consumidores dirigiéndola a la bancarrota.

3.1.2 Análisis de la comunicación e interacciones

El desempeño de todo sistema, y por extensión de una empresa, nunca es igual a la suma del desempeño de cada una de sus partes. Es el producto de sus interacciones (Ackoff, 2010). Por consiguiente el sistema debe tener la capacidad de aumentar las conexiones e interacciones entre sus elementos; de ésta forma se vuelve adaptable, viable y ultra estable. Sin embargo, para proponer un sistema que cumpla con los requerimientos actuales de información, es necesario tomar en cuenta la interacción que hay entre sus elementos. La siguiente tabla describe de forma general el proceso de comunicación¹⁰ o interacción básica de una práctica médica promedio de acuerdo con el rol que asumen sus integrantes.

¹⁰ Desde el punto de vista técnico se entiende por comunicación el hecho que un determinado mensaje originado en el punto A llegue a otro punto determinado B, distante del anterior en el espacio o en el tiempo.



Emisor	Receptor	Contexto
Beneficiarios del servicio médico (Pacientes)	Proveedores	<p>Los pacientes solicitan del servicio médico, estos ubican al proveedor y agenda un encuentro para ser atendidos. Expresan sus necesidades, síntomas y situaciones esperando un trato digno, profesional y eficiente.</p>
	Investigación-Desarrollo	<p>Cooperan de acuerdo a sus posibilidades con científicos y centros de desarrollo para el descubrimiento de nuevas curas.</p>
	Servicios-Productos	<p>Consumen los productos y servicios que ofrecen las compañías entorno al sector salud.</p>
	Gobierno (sector salud) - Organizaciones	<p>Esperan la implantación de planes y programas que les permitan tener acceso a los servicios de salud con calidad y a un costo accesible.</p> <p>Se apoyan en las organizaciones dedicadas a la salud para encontrar la solución (la cura) a sus necesidades (enfermedades).</p>
	Beneficiarios	<p>Comparten sus experiencias con otras personas para obtener retroalimentación o apoyo.</p> <p>Los donadores ofrecen un recurso indispensable para algunos procedimientos o tratamientos médicos. Es voluntad y buena fe de las personas donar sus órganos o biológicos para brindar salud o beneficio a otra persona.</p>
Entorno	<p>Buscan el respeto y la cooperación del entorno con respecto a su salud.</p>	
Proveedores del servicio médico	Beneficiarios	<p>Proveen de indicaciones (tratamientos) a sus pacientes a través de sus conocimientos y evalúan la evolución del caso, procurando su salud.</p> <p>Estos esperan una retribución económica por sus servicios. En el caso del sector público, esta retribución es canalizada a través de las instituciones gubernamentales.</p>
	Investigación-Desarrollo	<p>Solicitan los servicios de universidades y centros de desarrollo para permanecer al día de los avances científicos y tecnológicos que revolucionan su profesión.</p> <p>Así mismo impulsan a los centros de investigación para crear programas viables de acuerdo a las necesidades reales de las personas.</p>
	Servicios-Productos	<p>Son también consumidores de los productos y servicios que ofrecen las compañías entorno al sector salud.</p> <p>Impulsan a unos u otros dependiendo de su experiencia y los resultados que estos productos o servicios les han proporcionado en el pasado, o incluso, de acuerdo a las promesas de eficiencia y efectividad que estos productos o servicios proclamen.</p>
	Gobierno (sector salud) - Organizaciones	<p>Esperan que el gobierno y las organizaciones de la salud creen planes y programas que promuevan el desarrollo del sector tanto económica como tecnológicamente.</p>



	Proveedores	<p>Se apoyan con proveedores de otras especialidades, para complementar sus servicios.</p> <p>Cuando elementos de una misma especialidad trabajan bajo el mismo techo, o bajo el mismo nombre comercial, estos se apoyan entre sí compartiendo sus experiencias y conocimientos en la atención sus pacientes.</p> <p>Cuando los elementos de una misma especialidad trabajan por separado, se crea una razón de competencia.</p>
	Entorno	Utilizan sus recursos y su cooperación para operar y proporcionar los servicios que se les solicita.
Investigación y Desarrollo	Beneficiarios	<p>Buscan incrementar su conocimiento acerca de los beneficiarios, a fin de encontrar las necesidades entorno a las personas y su salud. En ocasiones los convocan a participar en el análisis y la experimentación de sus investigaciones.</p> <p>Los centros educativos ofrecen planes y programas enfocados a los cuidados de la salud.</p>
	Proveedores	<p>Los centros de investigación solicitan información de campo a los proveedores del servicio médico, así como a su personal asociado.</p> <p>Las instituciones educativas ofrecen a los proveedores del sector salud, planes y programas para especializaciones y actualizaciones de nuevos descubrimientos.</p>
	Servicios-Productos	<p>Ofrece nuevas tecnologías y descubrimientos para su explotación.</p> <p>Solicita del apoyo de servidores y productores para continuar con sus investigaciones.</p>
	Gobierno (sector salud) - Organizaciones	Apoyan al gobierno y a las organizaciones entorno al sector salud brindándoles información y soluciones valiosas para implementar sus planes y programas.
	Investigación-Desarrollo	Estas hacen uso del método científico, este se basa en la cooperación de diferentes áreas del conocimiento para comprobar o refutar teorías.
	Entorno	Esperan la cooperación y apoyo para desarrollar sus experimentos y proceder con sus investigaciones. Así mismo consumen de sus productos o servicios, en ocasiones fundamentales para el desarrollo de nuevos descubrimientos o para incrementar su capacidad educadora.
Proveedores de servicios y productos relacionados	Beneficiarios	Ofrecen sus productos o servicios para el consumo de las personas. Estos pueden ser directamente pacientes o los familiares quienes requieren de dichos servicios o productos para el cuidado de sus seres queridos.
	Proveedores	Ofrecen sus servicios a los proveedores del sector salud. A su vez, estos solicitan ayuda para promover los beneficios de sus productos o servicios.
	Investigación-Desarrollo	Solicitan información de centros de investigación y desarrollo para incrementar o mejorar sus servicios o productos, de acuerdo a los más recientes descubrimientos.



		Apoyan a centros educativos para informar a sus educandos de los beneficios de sus productos o servicios.
	Gobierno (sector salud) - Organizaciones	Impulsan la actividad económica del país. Estos participan activamente en el gobierno y las organizaciones entorno al sector salud en el diseño e implementación de planes y programas. Su participación puede ser directa o indirecta.
	Servicios-Productos	Consumen los productos y servicios de otros para ser capaces de proveer sus mismos productos y servicios. Los productores o servidores de un mismo producto, mantienen una razón de competencia.
	Entorno	Utilizan los productos y servicios de otras industrias o sectores para poder cumplir con sus operaciones.
Gobierno (sector salud) y organizaciones mundiales	Beneficiarios	Crean e impulsan los planes y programas que mejoraran las condiciones del sector salud. Su misión es que este sea accesible para toda la población.
	Proveedores	Promueven planes y programas que incentiven al sector de forma económica.
	Investigación-Desarrollo	Promueven planes y programas que incentiven la educación y el descubrimiento de nuevas tecnologías.
	Servicios-Productos	Promueven la actividad económica del país a través de sus planes y programas. Regulan la competencia entre los servidores y proveedores.
	Gobierno (sector salud) - Organizaciones	Se apoyan entre sí para la creación de planes y programas que regulen e implementen al sector salud.
	Entorno	Buscan el balance económico o el bienestar de todos los sectores, con la finalidad de mantener un balance social y económico.

Tabla 3 Función de los elementos del sistema en determinados contextos

Es importante considerar que en muchas ocasiones la interacción entre los participantes del sector médico involucra un intercambio económico; en el caso de los integrantes de instituciones públicas, este intercambio económico es canalizado a través de las instituciones gubernamentales.

Es necesaria la colección y almacenamiento de la información generada por estos grupos para dar seguimiento a los resultados y promover el buen desarrollo de la actividad. Esta colección de datos se encuentra dispersa y almacenada en una gran variedad de formatos, tales como la memoria, papel, sistemas digitales y otros.

Como hemos visto con anterioridad, el flujo de información, comunicación e interacción entre cada una de las partes de un sistema es primordial en el rendimiento del sistema como un todo.

3.1.3 Funcionamiento global

En los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el gasto total en salud ha crecido más rápido que el crecimiento económico. La proporción del gasto público dedicado a la salud aumentó en la mayoría de los países, pasando de un promedio de 12% en 1990 a un máximo histórico de 16% en 2008. En este contexto, el gasto público en México destinado al sector salud también está creciendo y para el año 2011 alcanzó un máximo histórico (3.1%) como



proporción del Producto Interno Bruto (PIB) (Valencia, 2011).

Los conocimientos en materia de salud están creciendo rápidamente y junto con una acelerada revolución tecnológica están multiplicando las posibilidades de mejorar la salud y transformar la cultura sanitaria en el contexto de una sociedad global más educada y moderna (Organización Mundial de la Salud, 2008). En las últimas décadas se han disminuido enormemente las muertes que podríamos llamar espontáneas y el promedio de vida se ha incrementado; por lo tanto la medicina enfrenta una situación en donde más personas con síntomas complejos y varias enfermedades demandan de servicios de salud que lleven sus casos a través de una gestión integrada. Los problemas de las personas están en constante cambio, a un ritmo totalmente inesperado, la globalización acelera la propagación de enfermedades transmisibles e incrementan la carga de trastornos crónicos no transmisibles. Todos estos cambios también se deben al cambio climático, problemas en la seguridad alimentaria y tensiones sociales las cuales influirán en la salud de los años venideros, aunque se desconoce hasta qué punto (Organización Mundial de la Salud, 2008).

La era de la información ha transformado las relaciones entre ciudadanos, profesionales y políticos; los sistemas de salud no pueden estar simplemente al margen del rápido cambio y de la transformación que caracteriza al proceso de globalización. Hoy en México la comunicación y el almacenamiento de la información del sector salud está segmentada, esto retrasa su desarrollo y, a su vez, limita su impacto en cuanto a la atención del paciente. Los médicos y las organizaciones encargadas de la salud se encuentran segregadas, imposibilitando que las personas reciban una atención longitudinal y más eficiente.

El personal médico se concentra en proveer servicios curativos, que son muy costosos económica y operativamente, pasando por alto las posibilidades que ofrecen las actividades de prevención primaria que previenen hasta un 70% de la carga de morbilidad y su práctica es propicia para llevar operaciones más estables y controladas.

Las compañías que comercializan productos y servicios en el sector salud, necesitan información al día de los requerimientos, para ser capaces de optimizar sus propias operaciones y enfocar su producción para la pronta distribución de sus productos y la mejora de su calidad. Al mismo tiempo, al tener información al día, se podría aprovechar mejor lo que otros sectores pueden aportar al sector salud.

Los centros educativos y de investigación, sufren para obtener acceso a información que les ayude a evaluar la problemática real del sector, para desarrollar programas de investigación y programas educativos que fortalezcan y evolucionen las técnicas y procesos de la medicina que hoy se utiliza. Los gobiernos no obtienen los resultados deseados, ya que sus planes y programas se ven afectados por la falta de información en tiempo real, con ésta podrían hacer estimaciones correctas y proyecciones en sus planes para impactar de mejor manera en la salud de la población.

Si se quieren corregir las deficiencias del sector salud, harán falta mecanismos de gestión y responsabilización colectivas más eficaces, con un rumbo y un propósito más claros, para abordar los problemas de salud de hoy y del futuro (Organización Mundial de la Salud, 2008).

3.1.4 Estructura organizacional de una práctica médica

Dada su funcionalidad, hay varios tipos de entidades para la impartición de salud, pero principalmente se dividen en hospitales, clínicas y consulta especializada.

Los hospitales atienden a pacientes externos (ambulatorios), pero están equipados para tener pacientes internos (hospitalizados), cuentan con equipo más especializado como salas de cirugía y



otros; de tal forma que requieren de mayor personal para su operación. Comúnmente los hospitales son organizaciones más grandes y por lo tanto más formalmente estructuradas, divididos por departamentos especializados en las diferentes tareas relacionadas con el servicio y la administración. En México, los hospitales pertenecen al sector público o al sector privado, en el caso del sector privado es a través de inversionistas quienes regularmente son personas dedicadas a los negocios y no necesariamente tienen la profesión médica.

Las clínicas, son unidades de salud más sencillas que los hospitales, estas atienden a pacientes ambulatorios, ya que no cuentan con camas para internar a las personas. Normalmente son agrupaciones de médicos dedicados a una o varias especialidades y cuentan con personal responsable de las diferentes áreas operativas y administrativas, tales como enfermería, administración, recepción, intendencia, entre otros. La administración es llevada por un administrador o gerente, quién puede ser alguno de los médicos involucrados, así mismo los propietarios pueden ser (o no) los médicos que forman el equipo de trabajo.

La consulta especializada comprende a los médicos en solitario, ellos pueden dar servicio en oficinas, o mediante visitas médicas a domicilio. También pueden contar o no con asistentes, recepcionistas u enfermeras, particularmente ellos cubren las tareas administrativas del negocio.

Aunque la necesidad de tener una organización bien definida y una estructura sólida es más evidente para los hospitales, también es necesaria para las clínicas y la consulta especializada. Una buena definición de políticas, normas, puestos, actividades, responsabilidades y demás son indispensables para el éxito del negocio. Éstos deben administrarse como una empresa de servicios y brindar un servicio de alta calidad a clientes y socios comerciales, así como mejorar la salud de los pacientes de forma eficiente.

3.1.5 Algunas consideraciones de importancia para la práctica médica

Empresa

Hay varias definiciones de empresa; en términos generales una empresa se define como un grupo social que a través de la administración de sus recursos, produce bienes o servicios dedicados a satisfacer las necesidades del mercado. Los recursos de una empresa comprenden:

- **Bienes materiales** – Inmuebles, instalaciones, maquinaria, equipo y consumibles utilizados para brindar el servicio y/o producir los productos que demanda el mercado.
- **Capital** – Son los recursos monetarios con que cuenta para llevar su operación día a día.
- **Relaciones humanas** – Comúnmente conocido como Recursos Humanos, son las personas que integran el equipo de trabajo, cada una de ellas cumple con una función y se espera cumplan de forma eficiente con sus tareas, se confía en sus conocimientos, dignidad y buena voluntad para llevar de manera exitosa al grupo.
- **Sistemas** – Conjunto de normas y lineamientos de trabajo y de comunicación con el objetivo de mantener una operación fluida y constante.

La empresa puede estar representada por una persona física o por una persona moral, que es la entidad legal para representar al conjunto de personas propietarias de una empresa. Las características particulares de la persona moral se encuentran definidas en el acta constitutiva de la empresa, esta describe la estructura jerárquica de los integrantes de la organización, el capital social, el valor de las acciones, y qué porcentaje corresponde a cada uno de ellos.

Administración

Surge como respuesta para satisfacer las necesidades y fortalecer la estructura de la organización.



La administración es el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades de los miembros de la empresa y se emplean todos los recursos para alcanzar las metas fijadas. La administración coordina las actividades para lograr dos funciones primordiales: la integración interior y la relación con el medio exterior (Páras Ayala & Estrada Chapman, 2005).

Las organizaciones que administran de forma eficiente sus empresas cuentan con conocimientos que van más allá de los necesarios para desarrollar el producto o servicio que ofrecen. Una buena administración se caracteriza por tener cualidades y técnicas específicas para coordinar los recursos de la empresa de forma eficiente. Es por eso que la coordinación es considerada como la esencia misma de la administración por la mayoría de los autores de la administración más importantes (Reyes Ponce, 2004).

Coordinar implica el ordenamiento simultáneo y armonioso de varias cosas. Supone, por lo mismo, que hay diferentes personas y medios diversos orientados a la realización de un fin único. Independientemente de la bondad mayor o menor de cada uno de esos medios, la forma misma de agruparlos, estructurarlos, combinarlos, ordenarlos, simultánea o sucesivamente; en una palabra, de “coordinarlos”, está sujeta a reglas. De esa coordinación depende la eficacia de los resultados, en unos casos quizá en mayor proporción que de la bondad de cada medio (Reyes Ponce, 2004).

Planeación

En la planeación se elaboran, tanto planes estratégicos como planes operativos, se procesan como una relación entre el medio y el fin para alcanzarlos, a la vez, son la base para el diseño de la empresa y permiten detectar las posibles oportunidades o limitaciones (Páras Ayala & Estrada Chapman, 2005).

Para elaborar los planes se requiere de información acerca de las condiciones actuales del entorno, así como una proyección de las condiciones futuras esperadas, y de ser posible, se incorporan análisis hechos a partir de la información acumulada de experiencias pasadas.

Como en toda empresa, la práctica médica requiere de planes a largo y corto plazo, por ejemplo:

Ejemplos de actividades de planeación	
A corto plazo	
Calendarización de citas para los pacientes	
Programación de la compra de materiales - consumibles	
Programación de pagos a proveedores	
Calculo de las ganancias esperadas	
A mediano y largo plazo	
Compra de equipo	
Contratación de personal	
Expansión de instalaciones	
Ampliación de servicios	

Tabla 4 Ejemplos de actividades de planeación

Para una práctica médica es necesario establecer objetivos en todas las áreas, desde el plano del personal hasta el plano financiero, de otra forma no será posible mejorar la calidad del servicio, obtener mayores ganancias y convertirse en líderes del ramo. No se debe de perder de vista que los objetivos están determinados, condicionados y limitados por el entorno o supra sistema.

La planeación permite definir objetivos que representan condiciones futuras a alcanzar. Los servicios de salud tienen diferentes objetivos, principalmente está el restablecer la salud de los pacientes y así otros de manera subsecuente; el personal requiere de los recursos materiales, como cualquier otro



negocio, para subsistir y poder seguir brindando el servicio.

La labor de la administración es traducir los objetivos en metas operativas, que son un medio de control y evaluación. Son varias las funciones de los objetivos:

- Satisfacen demandas y necesidades, tanto de las personas que laboran en el consultorio como las de los pacientes.
- Proporcionan un medio de evaluación de la eficiencia y rentabilidad.
- Ayudan a identificar a los competidores y conocer de qué manera contribuyen o limitan el crecimiento del consultorio.
- Son una guía para las actividades del consultorio.
- Definen los estándares de actuación de las personas que laboran dentro del consultorio, reduciendo la incertidumbre.
- Proporcionan lineamientos para determinar el comportamiento del personal para motivar y recompensar.
- Evalúan el cambio, para lo cual es necesario traducir los objetivos del consultorio en metas que puedan ser cuantificadas.

Los objetivos se establecen en todas las actividades de la organización, desde las tareas de rutina y los tratamientos que se aplican localmente, hasta los procedimientos que involucran la utilización de recursos que pueden sub-arrendarse o estar en otro lugar geográfico. Para el cumplimiento de dichos objetivos es necesario estructurarlos jerárquicamente, incluyendo tantos sub-objetivos como sea posible en diferentes niveles. Un ejemplo de objetivo dentro del consultorio es restablecer la salud y los sub-objetivos serían los tratamientos que se aplican para obtener el objetivo principal. A mayor precisión y definición de los objetivos más fácil su evaluación.

En la planeación se establecen diversas políticas y procedimientos, que son las bases para el diseño de la estructura del consultorio y la definición de sus posibles limitaciones.

3.1.6 Tecnologías de la información en la administración de la salud

Hoy se vive en la era digital, hoy en día existen dispositivos conectados entre sí que permiten estar en comunicación constante con otras personas, también nos dan la capacidad de buscar información útil para movilizarnos, nos ayudan adquirir productos, comparar servicios, llevar nuestras finanzas, trabajar y acceder al entretenimiento. Hoy más que nunca se ha hecho evidente la necesidad de incorporar estas tecnologías en la administración de la salud.

Inicialmente, alrededor de los años 80, la comunidad médica opinó que implementar las tecnologías de información en la administración de la salud era una gran idea, pero que se encontraba fuera del alcance económico de la sociedad, que era muy difícil de implantar y muy costosa para las prácticas médicas. Sin embargo, esto está cambiando rápidamente, los hospitales han apreciado el valor de coleccionar y analizar información que les ayude a entender lo que pasa en el día a día de su actividad. Por otro lado, los individuos cuentan con dispositivos más compactos y de precio accesible, que en los últimos años han aumentado exponencialmente su poder de procesamiento y conectividad. (U.S. News, 2011)

Las iniciativas mundiales para migrar a nuevas tecnologías en la administración de la salud son múltiples. Ya en el 2011, hay por lo menos 23 países¹¹ los cuales encabezan la lista en el desarrollo

¹¹ Según Trevor Hodge, 2011, esta lista comprende a: Arabia Saudita, Australia, Austria, Belice, Canadá, Croacia, Dinamarca, Emiratos Árabes Unidos, España, Estados Unidos de Norte América, Estonia, Finlandia, Francia, Holanda, Hong



de los expedientes médicos digitales, innovando en estrategias para su implantación. (Hodge, 2011)

En la siguiente tabla se listan en orden alfabético los países con iniciativas para implantar un sistema nacional de expedientes médicos digitales, mencionando el nombre de dicha iniciativa y su descripción donde aplicase.

Países en la Vanguardia de Expedientes Médicos Digitales			
Bandera	País	Iniciativa	Descripción
	Alemania	GEMMATIK	2000 millones de euros planificados: PHR manejado por los ciudadanos y sistema de e-health nacional conectado a través de VPNs y servicios centralizados de infraestructura especiales. Health Smart Card actualmente en pilotos de gran escala, que permitirán el acceso a servicios, administración, etc.
	Arabia Saudita		
	Argentina	ELECTRONIC HEALTH DELIVERY	Utilizando software Open Source y PDAs, en conexión con Colombia.
	Australia	HEALTH CONNECT	Desarrollando el marco para National Info. Las pruebas comenzaron en el 2004 y continúan realizándose. Banda ancha para el programa de salud. Financiación: AUD 128 millones.
	Austria		
	Belice		
	Brasil	RED TELEMED	Conexión de áreas rurales y hospitales seleccionados
	Canadá	HEALTH INFOWAY	1200 millones comprometidos. Costo total estimado para el 2015 10-12000 millones implementación de EHR a nivel provincial. Soluciones de EHR interoperables vinculando todos los puntos de atención. Objetivo: 50% de canadienses con EHR para el 2010. Desde el 2001 227 proyectos en áreas seleccionadas del programa Sistema de diagnóstico por imágenes, Sistema de información sobre drogas, Info estructura, Innovación y Adopción, EHR interoperable, Sistema de información de laboratorio, Vigilancia de salud Pública, Registros, Telesalud.
	Chile		Proyecto de tarjeta de salud nacional, varias iniciativas de telesalud
	Colombia	ELECTRONIC HEALTH DELIVERY	Utilizando software Open Source y PDAs, en conexión con Argentina.
	Corea del Sur		
	Croacia		

Kong, Inglaterra, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Singapur, Suecia, Taiwán, Turquía. De estos 23 países, se reconoce como líder a Dinamarca.



	Dinamarca	SUNDHED.DK	Portal nacional de salud lanzado en diciembre del 2003 Punto único de acceso para ciudadanos y profesionales, información de salud, comunicación, recetas, resultados de laboratorio. Más de 3 millones de documentos EDI enviados por mes (80% tráfico)
	Emiratos Árabes Unidos		
	España		
	Estados Unidos de Norte América	NHIN Y RHIOS	\$540 millones invertidos por los gobiernos estatales/ONCHIT Arquitectura NHIN, control por RHIOS Resultados de prueba de e-viewing, EHR, OPOE, comunicación on-line segura, e-prescribing
	Estonia		
	Finlandia		
	Francia	CARTEE DE PROFESSIONNEL DE SANTÉ	En 1983 se reemplazó la tarjeta seguro SESAM - vitalle El roll out de gran escala de datos, comenzó en 2007 Roll Out de Dossier Medical Personel DMP estimado en 10 millones de euros. Programa nacional de EHR basado en la web
	Holanda		
	Hong Kong		Índice Maestro de Pacientes para todo el territorio.
	Japón		
	Malasia	LRH	Lifetime Health Record para el 2010
	México	CENETEC - SALUD National Centre	National Centre Excellence Health Technology Participación en el capítulo mexicano HL7.
	Noruega		
	Nueva Zelanda	HINZ	Sistema nacional de EHR implementado
	Reino Unido	NHS CONNECTING FOR HEALTH	Manejando un programa nacional para IT Junio del 2006: Estimaciones revisadas actualizan el costo en 12400 millones de libras en 10 años. Iniciativas independientes en Escocia, Irlanda del Norte y Gales (Informing Healthcare)
	Singapur		
	Suecia	SWEDEN CARELINK	Carelink se creó en el 2000 Red de fibra óptica Sjunet que permite un intercambio seguro de imágenes de datos de pacientes (no Internet) Etapa piloto para EHRs, eprescriptions aproximadamente 55%, Portal Nacional de Salud para ciudadanos Elak





	Taiwán		
	Turquía		

Tabla 5 Lista alfabética de países e iniciativas en EMD

(Secretaría de Salud - DGIS y SaOI, 2009)

Esta lista crece constantemente, las iniciativas para implantar los Expedientes Médicos Digitales se han movido más allá de los países desarrollados, incluyendo a países de Asia del Este, Medio Oriente y Centro América entre otros (Hodge, 2011).

Haciendo un análisis de los sucesos, por los que han pasado estos países, es importante resaltar que:

- Todos han tenido un punto de partida diferente
- Cada uno usa un grupo de estrategias diferentes para implantarlos
- Cada uno ha creado su propio camino en el desarrollo tecnológico
- Cada uno se mueve a su propio ritmo

Todos están haciendo esfuerzos para alcanzar el mismo objetivo, un mejor cuidado de la salud para la población (Hodge, 2011). La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó un documento, Atlas eHealth Country Profile 2011, en el cual cualifica a los países con respecto a sus avances para el desarrollo de un sistema de Expedientes Médicos Digitales, en el cual se encuentran todos los rubros que involucra este proyecto y ahí es posible ver en qué estado se encuentra México con respecto a los otros países participantes de la OMS.

Panorámica nacional (México)

En México existe la “Estrategia nacional para el uso de los registros electrónicos de salud” considerando que ya existen algunas experiencias con instrumentos semejantes a los EMD en algunas entidades de salud. En el 2009 la Dirección General de Información en Salud (DGIS) tiene contempladas las siguientes iniciativas (Secretaría de Salud - DGIS y SaOI, 2009):



Secretaría de Salud. Se ha instalado el Sistema de Información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO) en 23 hospitales y en más de 1,200 centros de salud. Se ha instalado el Sistema de Administración Hospitalario (SAHO) en ocho hospitales. Existen sistemas de ECE desarrollados por los estados en todo el territorio nacional (Puebla, Colima, Aguascalientes, etc.).



ISSSTE. A partir de 1985 cuenta con servicios de telemedicina. Tiene sistema de citas por Internet y por teléfono en 168 unidades.



IMSS. Se ha instalado VistA IMSS en 56 Hospitales. El VistA IMSS es un sistema modificado del sistema clínico VistA desarrollado por la administración de la salud a veteranos (Veterans Health Administration) en los Estados Unidos de Norte América.

Hasta 2006 había 1200 unidades médicas en línea con el Sistema de Información de Medicina Familiar (SIMF). Se adoptaron los estándares internacionales HL7, CDA y DICOM.



PEMEX. En todas las unidades hospitalarias está instalado el kiosco de información del Sistema Integral de Administración Hospitalaria en 23 unidades médicas.

Centros médicos privados:

- Clínica lomas altas:* cuidados de pacientes ambulatorios y el sistema de archivo de imágenes médicas (PACS). Se adoptaron los estándares HL7, CDA y DICOM
- Clínica Londres:* Tiene instalado el sistema del ECE
- Hospital Inglés:* Tiene instalado el sistema PACS
- Hospital ABC:* Ha instalado las historias médicas electrónicas (EHR) y el sistema PACS
- Hospital médica sur y grupo ángeles:* Tiene instalado el sistema del ECE

La tecnología médico-administrativa

La tecnología computacional siempre ha estado alrededor de la medicina, por un lado en el desarrollo de equipos especializados para la detección, análisis y tratamiento de enfermedades y, por otro lado, apoyando actividades operativas; en países avanzados su utilización para la administración y operación de la práctica médica data desde finales de los cincuentas y se distingue un grupo de aplicaciones diseñadas para tareas o procesos específicos, estos sistemas tienen poca o ninguna interacción entre ellos. La tabla 6 muestra los más representativos.

Tipo de Sistema	Función
Índice de pacientes	Asigna identificadores únicos a los pacientes, para poder referirlos en otros sistemas o procesos.
Sistema de información farmacéutico	Información sobre medicamentos, indicaciones, contraindicaciones, inventario y facturación.
Sistema informático de radiología	Calendarización de pruebas, facturación y reportes.
Sistema de información para central de enfermeras	Almacenamiento y colección de información para enfermeras, tal como: planes de cuidado e información administrativa.
Sistema de archivo de imágenes	Almacenamiento y presentación de imágenes de radiología.
Sistemas de información hospitalaria	Registro para los pacientes, controlando los ingresos, transferencias y altas. Es decir lleva el control poblacional de la unidad hospitalaria. Estos sistemas también son responsables de la facturación de los servicios.
Sistema de archivo para expedientes médicos	Facilita la administración de los expedientes médicos en papel y ayuda en la creación de reportes estadísticos. Son usados por el personal administrativo encargado de archivar los expedientes médicos.
Sistemas para la administración de consultorios	Sistema para administrar el negocio de la práctica médica.



	En algunos casos contiene datos clínicos relacionados con las operaciones del negocio.
Sistemas informáticos de laboratorio	Administra las órdenes y resultados de las pruebas en un laboratorio. Se usa en aplicaciones como: banco de sangre, patología, microbiología, otros...

Tabla 6 Aplicaciones enfocadas a la práctica médica

(Carter, 2008)

Hoy en día los hospitales van a la vanguardia tecnológica sobre las clínicas y médicos en solitario. Esto se debe principalmente a los siguientes factores:

1. Los costos de estos sistemas (incluyendo el personal para su implantación y mantenimiento) hicieron que la tecnología quedara fuera del alcance de las entidades pequeñas por mucho tiempo.
2. Los hospitales requieren de una administración detallada para poder cumplir con requerimientos financieros y legales. Hasta hace unos años los sistemas de información hospitalaria tenían como componente principal el sistema para la admisión, transferencia y salidas de los pacientes, este sistema administraba la información demográfica del hospital junto con la facturación y contabilidad. En algunas ocasiones contaban con una interface a los sistemas administrativos del laboratorio. Así mismo, algunos hospitales tenían sistemas de soporte en sus departamentos que poco se integraban con el sistema principal. Estos sistemas departamentales evolucionaron, cambiando su enfoque de puramente administrativos a tener funciones más del tipo clínico. Por ejemplo, los sistemas modernos para la administración de fármacos, proveen información acerca de la interacción entre medicamentos, alertas de las alergias a agentes activos, monografías de los medicamentos a partir de su ingrediente activo, etc. A partir de estas y otras necesidades los hospitales, independientemente de su tamaño, han promovido la integración de estos sistemas departamentales con su sistema principal de información hospitalaria.
3. En los hospitales, surgió un énfasis para apoyar al personal médico en sus funciones brindándoles una mejor calidad de vida laboral (menos estresada y más organizada) que permita una más fácil y mejor interacción entre trabajadores, sobre todo en grupos laborales grandes, liberando de problemas a la administración del hospital.
4. Mejorar el rendimiento de las instituciones, apoyando al personal médico en la toma de decisiones clínicas a través de más y mejor información, expuesta de una forma simple y efectiva.
5. Llevar una mejor operación dentro de las instituciones hospitalarias, habilitándolas con mejor y más completa información para su análisis y la posterior toma de decisiones.

Todas estas razones, importantes para hospitales o instituciones médicas han llegado ya a las clínicas y a los médicos en solitario.

Como vimos anteriormente, los gobiernos están haciendo esfuerzos para tecnificar la administración de la salud, esto se debe a los beneficios inherentes a ello, una población más saludable es una población económicamente más activa. Nuestro país requiere también iniciativas fuertes en este ámbito, y es por eso nuestra relación con la organización HL7¹².

¹² HL7 es un organismo de carácter internacional dedicado a la creación de estándares de interoperabilidad para los sistemas de información en salud. HL7 cuenta con miembros en más de 55 países. <http://www.hl7.org>



En 1991, el Instituto de Medicina de los Estados Unidos de Norte América publicó un reporte llamado “The Computer-Based Patient Record: An Essential Technology for Health Care”, en el cual recalca los conceptos más importantes para los EMD. Una de sus aportaciones más importantes es en el área de la terminología. Este documento define a los expedientes médicos en computadora como un expediente electrónico del paciente que reside en un sistema computacional diseñado para ayudar al personal médico en la toma de decisiones a través de una mejor disponibilidad de la información, datos más precisos, recordatorios, alertas, ligas a conocimiento científico-médico entre otras funcionalidades. (Carter, 2008)

Éste reporte definió en un concepto estructural que son los EMD, pero en realidad poco ayuda en la evaluación de productos que podríamos encontrar en el mercado. Más tarde en el año 2003, otro reporte llamado “Key Capabilities of Health Electronic Records Systems” se publicó por el Instituto de Medicina de los Estados Unidos de Norte América, este reporte ofrece una definición más práctica de los EMD. Este reporte establece: (Carter, 2008)

Un sistema de expedientes médicos electrónico incluye: 1) una colección longitudinal de información electrónica para y acerca de personas, donde la información se especializa en todo lo relacionado a la salud de un individuo o a la información en la que médicos y especialistas describen a un individuo; 2) acceso electrónico inmediato a información poblacional o personal a través de métodos de pre-autorización y sólo por personal autorizado y calificado; 3) provee de conocimientos e información valiosa para la toma de decisiones, de tal forma que mejore la atención, calidad y seguridad de la atención a los pacientes; y 4) apoyar eficientemente los procesos que involucran la administración de la salud. (Institute Of Medicine, 2003)

Este reporte identifica ocho áreas clave para los sistemas de EMD, las cuales conforman las funciones básicas del sistema. Por otro lado identifica cuatro tipos de sistemas para expedientes médicos: los hospitalarios, para casas de asistencia médica, clínicas y el expediente de apoyo en las comunidades Tabla 7.

Funciones Básicas de los EMD
Documentación clínica
Administración de resultados
Soporte para la toma decisiones
Administrador de órdenes de pruebas, medicamentos y tratamientos
Sistema de comunicación y conectividad electrónica
Sistema generador de información analítica
Procesos administrativos
Administrador de procesos

Tabla 7 Áreas clave para los EMD

Estas funciones, posteriormente fueron ampliadas y desarrolladas por la organización HL7 (Health Level 7), creando un estándar para los productos que se comercializan públicamente. Eventualmente, a partir de la necesidad de estandarizar estos sistemas se creó una organización en los Estados Unidos, certificadora de los sistemas de expedientes médicos digitales, denominada CCHIT (Commission for Health Information Technology).

3.1.7 Características principales del sistema

La evolución tecnológica de los Expedientes Médicos Digitales ha crecido en paralelo con los intentos de definir qué son y para qué sirven. Al investigar acerca de los EMD es común confundirse con todos los términos usados para describirlos, como:



- Expedientes Médicos Digitales
- Expedientes Médicos Electrónicos
- Expediente Clínico Electrónico
- Expediente Electrónico del Paciente
- Expediente de Salud Electrónico
- Expediente Médico Basado en Computadora
- Expediente Médico Almacenado en Computadora, entre otros...

Desafortunadamente estas definiciones son solamente conceptuales y poco se basan en sus características tecnológicas, científicas, médicas u operativas. Estas definiciones son de poca ayuda para el diseño de sistemas (Carter, 2008) o incluso para la comparación de la oferta en programas computacionales que claman ser la mejor solución informática. Los sistemas informáticos para expedientes médicos pueden agruparse de acuerdo a su aplicación en cuatro rubros principalmente:

1. Sistemas hospitalarios
2. Sistemas clínicos, que incluyen a los médicos en solitario, pequeñas-medianas prácticas y centros de salud comunitarios
3. Sistemas para centros de asistencia al paciente, que incluyen enfermerías y residencias para adultos mayores
4. Sistemas para centros de cuidados comunitarios

En este último rubro (número 4) podemos identificar un sistema complementario de gran importancia, el *Expediente de Salud Personal*. Este sistema es un subconjunto de la información contenida en los Expedientes Médicos Digitales y es para uso del paciente. En él se almacena información útil ingresada por el paciente, principalmente de monitoreo y seguimiento de la salud, en donde recibe información necesaria y comprensible para él, proveniente de su expediente médico. Mediante éste, el paciente es asistido automáticamente en la labor del seguimiento y cura de sus enfermedades a través de alertas y recordatorios. Los Expedientes de Salud Personal se vuelven un recurso importante para el sistema de EMD, permitiéndole al personal médico ver las propias narrativas del paciente y comparándolas con los datos obtenidos en las consultas, así como información útil en el tratamiento y seguimiento de las enfermedades, que es ingresada y actualizada por el mismo paciente (Institute Of Medicine, 2003).

A partir de su aplicación, los EMD se pueden diferenciar por el detalle de sus funcionalidades, sin embargo, deben de cubrir las ocho funciones básicas mencionadas anteriormente Tabla 7:

Documentación clínica

La documentación clínica permite presentar información de diferentes fuentes en diferentes formatos y diferentes dispositivos, así como la capacidad de representarla a través de gráficos para facilitar la comprensión instantánea de ésta por médicos y personal asociado. Es de vital importancia el apropiado manejo de la información para el personal médico, una buena y completa información brinda la capacidad de dar diagnósticos más adecuados. La falta de información adecuada puede provocar ineficiencias en el cuidado médico y reducir la calidad del servicio.

Es importante recalcar que demasiada información puede abrumar y distraer al usuario final. La información y los datos capturados a través del EMD deben ser presentados en interfaces bien diseñadas que evolucionarán, conforme se adquieran más conocimientos, tanto médicos como informáticos. (Institute Of Medicine, 2003)



Administración de resultados

La administración de resultados de todo tipo (laboratorio, radiología, otros...) en su formato electrónico original, representa muchas ventajas sobre los resultados en papel. Los resultados en computadora pueden ser accedidos más fácilmente por el personal médico desde cualquier lugar a cualquier hora; reduce retrasos y aumenta la eficiencia en el cuidado del paciente, permitiendo el reconocimiento y tratamiento inmediato a problemas en la salud. Adicionalmente, el desplegado automático de resultados previos hace posible evitar redundancias mejorando la eficiencia en los tratamientos mientras reduce los costos.

Hoy en día los laboratorios (independientes a la práctica) manejan sus resultados a través de sistemas computacionales. Estos sistemas han extendido sus capacidades, para poder exportar información acerca de los resultados y, los más modernos, también cuentan con la capacidad para recibir órdenes de sistemas externos.

Soporte en la toma de decisiones

La funcionalidad de soporte en la toma de decisiones es implementada a través de recordatorios y alertas, tal como la posible reacción entre medicamentos o la duplicidad de órdenes. Una función más avanzada para el soporte en la toma de decisiones es: alertas sobre medicamentos relacionados que podrían complementarse y asistencia en la selección de medicamentos de acuerdo con las condiciones del paciente. Estos sistemas han probado ser de utilidad en la reducción de complicaciones en los tratamientos debido a reacciones inesperadas por medicamentos que se contraponen.

Administración de las órdenes de pruebas, medicamentos y tratamientos

Es una aplicación que les permite a los médicos llevar el control de las órdenes de tratamientos y procedimientos, así como las instrucciones necesarias para los cuidados de los pacientes; es de gran utilidad en sistemas hospitalarios.

Asegurar que el paciente recibe los medicamentos adecuados es de vital importancia. El sistema administrativo de las prescripciones lleva el control de los medicamentos y los tiempos en los que el paciente debe consumirlos. En aplicaciones hospitalarias, se utilizan brazaletes electrónicos o con códigos de barra que le indican al personal la adecuada aplicación de los medicamentos según la documentación clínica.

Sistema de comunicación y conectividad electrónica

Este sistema permite al personal médico mandar comunicados, solicitar información o servicios a otras entidades, como proveedores del negocio o entre las diferentes entidades del cuidado médico del paciente.

Prescripciones electrónicas

Esta funcionalidad es parte de la función de comunicación y conectividad, debe de tener la capacidad de comunicarse con vendedores farmacéuticos para facilitar al paciente la obtención de dichos medicamentos en lugar y tiempo brindándole la seguridad y confianza de que sus prescripciones estarán a su alcance.

Interface dúplex con laboratorios

Parte de la función de comunicación y conectividad hace posible la orden y descarga de estudios de laboratorio directo con el proveedor del servicio. Eliminando la necesidad de la papelería, eficientando la operación, reduciendo costos y soportando la funcionalidad de soporte a la toma de decisiones.

Soporte al paciente

La comunicación con el paciente es de vital importancia, ésta debe de ser dinámica, fluida y permanente. El sistema *Expediente de Salud Personal*, es la interface ideal para mantener al paciente informado y el médico obtenga retroalimentación en tiempo real.



Registro para medicina preventiva y de enfermedades crónicas

Para promover la medicina preventiva, el sistema debe tener la capacidad de proyectar tratamientos o estudios al futuro, de tal forma que puedan desplegar recordatorios o activar procesos que apoyen al médico en el cuidado de la salud de sus pacientes.

Paralelamente, para la mejora de pacientes con enfermedades crónicas, se requiere de la capacidad para administrar información de una gran variedad de fuentes acumulada a través de los años. Es por esto que esta funcionalidad requiere recuperar información específica, filtrada para la creación de reportes especializados que brinden datos representativos e importantes para la identificación de tratamientos o situaciones positivas en la mejora de dichas enfermedades crónicas.

Procesos administrativos

El sistema para procesos administrativos apoya al personal médico, administradores o propietarios de una práctica u hospital médico, llevar un buen manejo de la economía del negocio. Esto permite mantener una operación fluida y organizada, ayuda a mantener, eficientar y crecer la operación del negocio.

Sistema generador de información analítica

El sistema debe de ser capaz de proveer de información para dar soporte a la investigación científica, conducida por la práctica misma o por instituciones dedicadas a la ciencia y a la medicina. Esta información no debe de ligar a los individuos de forma directa para proteger su individualidad y confidencialidad.

La característica diferenciadora entre la oferta en sistemas de EMD es su aplicación y se pueden dividir en sistemas para prácticas hospitalarias (hospitales) y sistemas para prácticas ambulatorias (clínicas).

La principal funcionalidad de los EMD radica en la **integración** de los datos proveniente de diferentes fuentes. Los sistemas integrados de hoy en día se dividen por tres tipos de diseño; por un lado tenemos los *sistemas interconectados*, por otro los *sistemas integrados* y como resultado de la combinación de los dos anteriores, tenemos *sistemas híbridos*.

3.1.8 Legalidad entorno a los EMD

Es importante mencionar que el acceso a este sistema debe de ser exclusivo para personal autorizado, bajo autorización del paciente. Es decir, la confidencialidad de la información del paciente es una de las funciones raíz del sistema, ésta se replica a lo largo de todas las demás funcionalidades. Hoy en día esa autorización está implícita cuando el paciente responde al cuestionario del médico en la primera entrevista, en el caso del expediente médico electrónico, este cuestionario será obsoleto, ya que la información ha sido cargada con anterioridad, únicamente el paciente tiene que habilitar el acceso para el médico de la especialidad que consulte, en su primera visita.

En México, las compañías que administren estos recursos electrónicos, que bien pueden ser las mismas prácticas médicas o un proveedor de estos, deben sujetarse a la ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares.

Recordar que el expediente clínico, ante una situación de conflicto en la atención médica, es fundamental para el análisis del acto médico y su trascendencia e importancia en los dictámenes técnico-médicos o de arbitraje médico lo convierte en la piedra angular con la cual se fundamenta la existencia o no de mala práctica. De aquí se afirma que “será el más fiel de los amigos o el más cruel de los enemigos” según sea utilizado por el personal de la salud. (Bañuelos Delgado, 2009)



Los expedientes clínicos en México son propiedad de la institución y del prestador de servicios médicos, y deberán ser conservados por un periodo mínimo de 5 años, contados a partir de la fecha del último acto médico. Las instituciones en donde se prestan servicios de salud, son corresponsables con el profesionista con el cumplimiento de esta obligación. (Bañuelos Delgado, 2009)

3.1.9 Esquemas tecnológicos actuales

Debido al desarrollo natural que han tenido los sistemas médicos, los expedientes médicos digitales se pueden agrupar en:

Sistemas interconectados

Los sistemas interconectados son típicos de instituciones que han ido adquiriendo tecnología desde hace tiempo, esto ha provocado que al momento de implantar sus expedientes médicos digitales ya contaran con una serie de dispositivos y sistemas especializados en las diferentes áreas de la operación. Estas fuentes o sistemas tienen sus propios modelos de almacenamiento de datos y sus propios identificadores de la información, cada uno diseñado pensando independientemente. Para poder integrar estos sistemas, los ingenieros en informática desarrollaron un sistema intermedio entre fuentes, que no tienen una misma estructura o modelo de base de datos (se podría decir que estos sistemas no hablan el mismo lenguaje), a este sistema intermedio se le puede definir como **diccionario de datos clínicos**¹³. Los sistemas interconectados en ocasiones se les puede clasificar como “Best-of-Breed”, esto significa que están compuestos por los mejores dispositivos, dependiendo de la aplicación, y posteriormente se interconectan a través del diccionario de datos clínicos. Esto añade una gran complejidad para su implantación, diseño, administración, mantenimiento y respaldo, haciéndolos menos accesibles económicamente Figura 16.

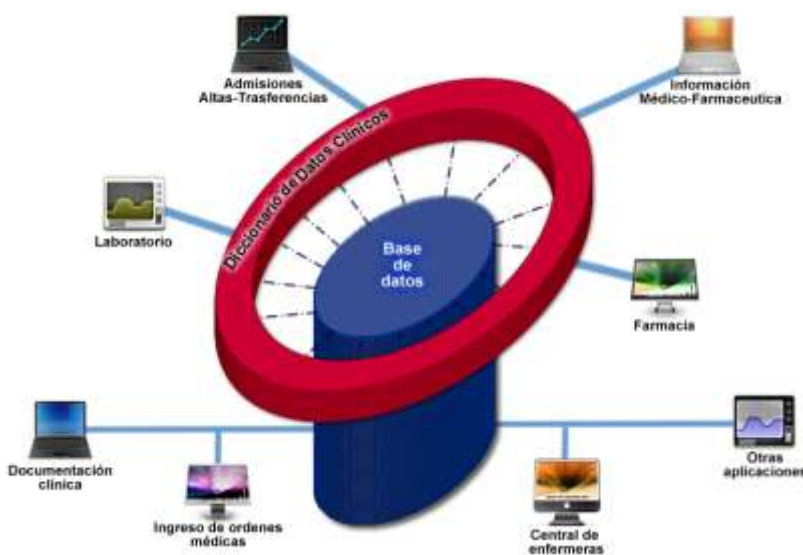


Figura 16 Sistema clínico interconectado

Sistemas integrados

Los sistemas integrados tienen una base de datos unificada, es decir, tienen un mismo modelo de

¹³ Un Diccionario de Datos o Repositorio de Meta-contenido, tal cual lo define el Diccionario de la Computación IBM, es un repositorio de información centralizado de los significados y relaciones entre información de diferentes orígenes, usos y formas.



base de datos pensado en todas las características y los requerimientos de una práctica o entidad médica. Este tipo de diseño minimiza o elimina potencialmente la necesidad de interfaces para proveer la integración real de los datos. Los sistemas integrados son implantados, utilizando menos equipos computacionales (hardware) y son más sencillos de configurar, administrar, mantener y respaldar, por lo tanto sus costos de operación son menores Figura 17.

Sistemas híbridos

Los sistemas híbridos surgen como resultado de la interconexión de un sistema integrado con dispositivos especializados. La característica principal de este sistema es que está basado en un sistema integrado, el cual, se comunica con ciertos dispositivos especializados necesarios para la operación de la práctica. Estos son más económicos que los sistemas interconectados, más fáciles de administrar, mantener y respaldar, pero tienen características especializadas que los diferencian de un sistema integrado.

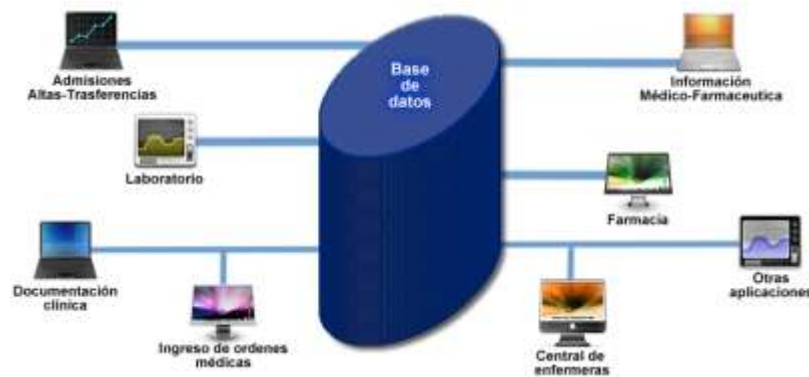


Figura 17 Sistema clínico integrado

3.2 Requerimientos técnicos para un sistema de EMD con base en el MSV

Como podemos apreciar, un sistema capaz innovar la operación en el sector médico es un sistema que debe considerar a todos y cada uno de los requerimientos de los involucrados. Así mismo, sujetándonos al *Modelo de Sistemas Viables*, este sistema debe estar diseñado para evolucionar e implementar nuevos requerimientos de acuerdo con la retroalimentación del sistema y la información generada en el nivel de inteligencia. Es necesario que el sistema evolucione con respecto al tiempo, es decir, hay que discernir las funcionalidades básicas de la primera versión, planeando la introducción de nuevas funcionalidades una vez que las primeras son del dominio de los usuarios.

El diseño toma en cuenta cada uno de los descubrimientos que se hicieron en la fase del análisis, utilizando toda la información sociotécnica como base de partida. Más adelante profundizaremos en los problemas de implementación y adopción de sistemas, este tema reforzará el porqué de una evolución progresiva.

El sistema cumplirá con la *Teoría de los Sistemas Abiertos*, manteniendo constante interacción con su ambiente.

Para hacer frente a la complejidad de la operación, el sistema debe amortiguar la variabilidad



existente en el entorno. Recordando los postulados¹⁴ de Ross Ashby en su *Ley de la Variabilidad Requerida*:

1. La calidad en la selección de las acciones está limitada por la cantidad de información disponible.
2. Para obtener una regulación apropiada, la variedad en el regulador debe ser igual o mayor que la variedad del sistema a regular. Entre más grande sea la variedad dentro del sistema, mayor será su habilidad para reducir la variabilidad de su ambiente a través de la regulación.

Este apartado nos indica que el sistema debe de ser capaz de contener y reconocer todos y cada uno de los datos a regular.

También para crear un sistema que evolucione de acuerdo a los requerimientos de los participantes, es necesario hacer uso de la *Recursividad de los Sistemas*. En este trabajo nos enfocaremos en el diseño de un sistema para prácticas ambulatorias, de tal forma que este sistema pueda aplicarse recursivamente tanto en los niveles inferiores como superiores dentro de la estructura, simplemente utilizando los conocimientos y experiencias adquiridos de su mismo proceso evolutivo y añadiendo los requerimientos de la nueva entidad.

3.2.1 Estructura básica con respecto al MSV

La operación básica de una práctica médica es la atención al paciente y la recuperación de su salud, esta es la raíz del proceso y la razón de ser del sistema. Similar a otras organizaciones, el objetivo principal de la operación de una práctica médica, es implementar una forma de proveer sostenidamente los servicios a los clientes y garantizar su satisfacción al máximo posible. La operación se apoya en la administración de los recursos del negocio y la planeación. Para desarrollar un modelo particular a la práctica médica, a partir del Modelo de Sistemas Viables de Stafford Beer, necesitamos identificar las partes que componen una práctica médica en relación con las partes que componen el **MSV**:

Coordinación

La atención al paciente representa la operación básica de la estructura organizacional, ésta necesita el subsistema de *Coordinación* descrito en la estructura del *MSV*.

Es necesario que el sistema de *Coordinación* sea capaz de almacenar la información necesaria para el cuidado de la salud del paciente. Es decir, el sistema computacional debe de almacenar todos los datos que existen en un expediente médico tradicional, siguiendo la semiología clínica. El ingreso de esta información debe de estructurarse conforme a los pasos necesarios dentro de una típica consulta médica, en donde se hagan partícipes del ingreso y mantenimiento de dicha información a los involucrados al momento de brindar y recibir el servicio (Figura 18).

¹⁴ Un postulado es una proposición no evidente por sí misma, ni demostrada, pero que se acepta ya que no existe otro principio al que pueda ser referida.

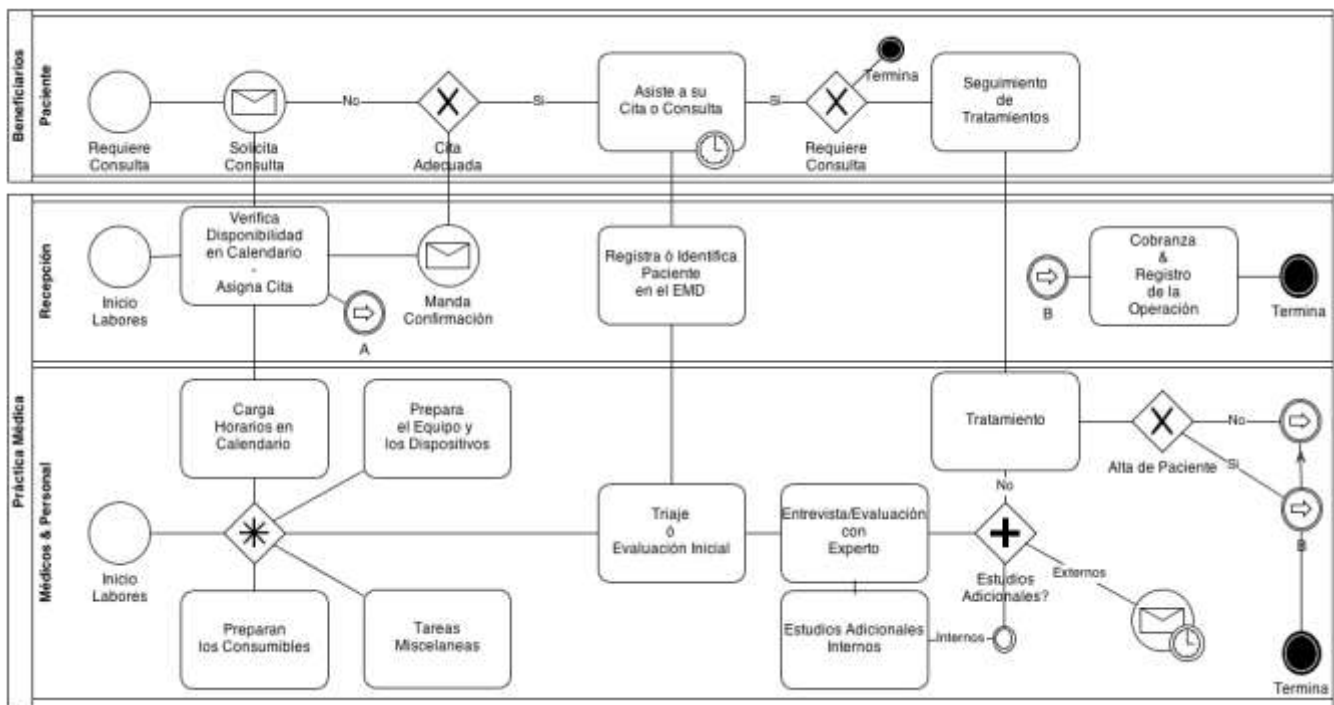


Figura 18 BPMN¹⁵ - Operación básica en la atención al paciente (simplificado).

En la Figura 18 podemos ver los mecanismos típicos de la **Coordinación** tal como se menciona en el **MSV**, pero ordenados y adaptados a la operación de una práctica médica:

- **Comunicación** - La comunicación de todo lo que se refiere a la operación es a través del sistema informático, esto permite formalizar el lenguaje y mantener un histórico consecutivo de la operación, dándole la capacidad a los operadores de verificar comunicados previos o sucesos relevantes de la operación.
- **Protocolos**¹⁶ - El sistema contendrá campos específicos para información específica, las pantallas estarán organizadas para encontrar la información de forma eficiente, pero guiando a los operadores durante el proceso. Los protocolos son de vital importancia para mantener una operación fluida y estandarizada.
- **Estandarización** - Una vez que la comunicación se lleva a través de un sistema informático, la operación se estandariza, brindando el mismo servicio de calidad a todos los clientes. Al estandarizar la operación se reducen costos y se aminoran los errores.
- **Calendarización e itinerarios de producción** - Ya que el proceso es estándar a lo largo de la operación, la calendarización de los eventos y creación de itinerarios (itinerarios del personal) se simplifican. En el caso de la práctica médica, éste involucra también la calendarización de citas con el paciente, las cuales deben de coordinarse perfectamente con los itinerarios del personal.
- **Acuerdos mutuos y sinergia cultural** - El sistema será capaz de arrojar información de gran

¹⁵ Business Process Modeling Notation (BPMN) es una representación gráfica en un modelo de negocios de un proceso de negocios en específico.

¹⁶ Protocolo. Uno o un conjunto de procedimientos destinados a estandarizar un comportamiento humano o sistémico artificial frente a una situación específica.



valor durante las juntas y reuniones, esto ayudará a la solución de problemas con base en el trabajo de equipo.

Cohesión

La **Cohesión** tiene que ver con los procesos gerenciales, ésta se encarga de asegurar que las actividades de la operación tengan todo lo necesario para ejercer su función. Así mismo está encargada de generar reportes, comunicados y reuniones, que permitirán mantener informados a todos los integrantes de la práctica (tanto al supra-sistema como a los sub-sistemas).

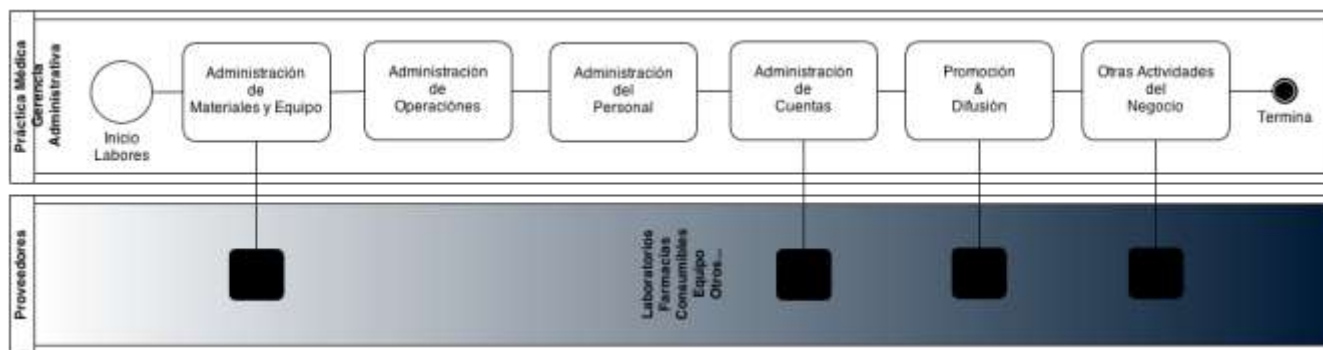


Figura 19 BPMN – Procesos gerenciales de una práctica médica (simplificado).

La Cohesión coordina o administra los recursos materiales, financieros, verifica el desempeño de la operación, se encarga de las relaciones con el personal, cuentas por cobrar y por pagar, promoción y difusión del negocio, la relación con los accionistas (dueños del negocio) y otras actividades de Gobierno Corporativo¹⁷. El sistema de los EMD, considera un módulo dedicado a asistir a los administradores gerenciales en balancear todos y cada uno de estos aspectos; se coordinará con proveedores y herramientas externas (en la medida de lo posible) para llevar un mejor balance entre ellos.

Para asegurar la viabilidad de la práctica médica; los procesos de administración de recursos y la supervisión del desempeño necesitan ser de forma participativa y abierta. El desempeño deseado debe de establecerse en común acuerdo con los subsistemas y el supra-sistema.

Monitoreo

El proceso de **Monitoreo** es extremadamente complejo en el entorno de la práctica médica, debido a la situación delicada y confidencial de los pacientes. El sistema de EMD es una solución para mantener un monitoreo constante, no intrusivo que brinde a la administración información relevante de lo que sucede en la operación. Este sistema deberá ser capaz de generar reportes complejos de todas y cada una de las actividades de la operación.

Inteligencia

La medicina es una de las ciencias que evoluciona con más rapidez, los médicos y el personal deben de estar a la vanguardia en técnicas modernas para la aplicación de tratamientos y curas. Por otro lado, para brindar un servicio de calidad y mantenerse en el mercado, deben de estar a la vanguardia en técnicas administrativas, de mercadotecnia, tecnológicas, operativas y de otras índoles.

¹⁷ El gobierno corporativo abarca toda una serie de relaciones entre el cuerpo directivo de una empresa, su consejo, sus accionistas y otras partes interesadas (OCDE, 2004).



Estar a la vanguardia en áreas adicionales a la medicina incrementa la competitividad de los médicos y el personal. Sin embargo, esta tarea se vuelve imposible, ya que tienen que balancear sus actividades y asignarles tiempos, donde la última prioridad es estar a la vanguardia en actividades de carácter administrativo. La prioridad del personal médico es (y debe ser) estar a la vanguardia médica.

Un sistema de EMD respaldado por un equipo de ingenieros en sistemas, responsable de mantenerlo a la vanguardia de todas las actividades de soporte médico y negocios, es la mancuerna perfecta que permitirá al personal médico brindar un servicio de calidad, aprovechando lo último en tecnología sin perder el enfoque de su actividad.

El sistema de EMD, debe estar diseñado para apoyar en las labores de inteligencia de la práctica médica, dándoles oportunidad a médicos y administradores de tomar decisiones que harán única su estrategia de negocio, sin descuidar su objetivo principal: mejorar la salud de los pacientes.

A partir de las actividades de la **Cohesión**, el sistema integra reportes y datos que apoyan a los médicos y asociados en la planeación con base a información interna y externa (del entorno), estos reportes extraen información directa de la operación interna, haciendo cálculos y generando gráficos complejos que facilitan el entendimiento de la información a sus evaluadores.

Cohesión	Inteligencia
Control Financiero	Planeación Financiera
Personal	Entrenamiento y Desarrollo
Administración de Operaciones	Planeación Operativa y Estratégica

Tabla 8 Contrapartes de la inteligencia en la cohesión.

Política

El proceso **Político** en la práctica médica es la coordinación entre propietarios del negocio y la administración (en la mayoría de los casos los mismos médicos que la operan).

El sistema de EMD, será de gran apoyo para promover que el proceso **Político** se lleve a cabo en un ambiente donde los dueños, administradores y operadores de la empresa son los mismos. El sistema será responsable de crear reportes históricos del desempeño del negocio, así como de información relevante del entorno (supra sistema). Una vez que los interesados puedan abstraer toda esta información de un vistazo, podrán tomar decisiones de tipo **Político** que coordinarán a la **Cohesión** y a la **Inteligencia**.

El propósito de los reportes del sistema de EMD es proveer a los médicos de otra perspectiva de la operación, permitiéndoles ver las actividades desde otro punto de referencia para facilitar la creación de planes y programas para el desarrollo de la práctica.

Recursividad

El sistema de EMD debe de ser capaz de integrarse y compartir información con otras prácticas médicas en caso de ser necesario. Esta capacidad proporciona la habilidad a las prácticas médicas de crecer geográficamente o crear relaciones estratégicas con otras prácticas. Procura la flexibilidad de integrarse con otros negocios, así como con proveedores o clientes.

La recursividad del sistema, debe brindar a la práctica médica el control de su información. Es decir, cada práctica podrá decidir qué parte de los datos comunicará a otros sistemas de tal forma que pueda mantener su independencia y autonomía.

La recursividad del sistema debe de tomar en cuenta todo lo referente a la confidencialidad de la



información de los pacientes. Cualquier información que se refiera a una persona física y que ésta pueda ser identificada a través de la misma, expresada en forma numérica, alfabética, gráfica, fotográfica, acústica o de cualquier otro tipo, debe guiarse a través de las leyes y reglas que le permiten al paciente mantener su confidencialidad ([Instituto Federal de Acceso a la Información y Datos Personales](#)).

3.2.2 Requerimientos de información y operación del sistema

La información contenida en el sistema de Expedientes Médicos Digitales debe basarse en los requerimientos actuales de datos y manejo del expediente médico tradicional. Dada la capacidad computacional de hoy en día y con el afán de asegurar el mejoramiento de la operación, se han creado una serie de recomendaciones y descripciones de lo que debería considerar el funcionamiento de estos sistemas.

Para completar el análisis y obtener los mejores resultados de la implementación de un sistema de EMD siguiendo las directivas de la ingeniería de sistemas, se han adoptado las recomendaciones funcionales que ha creado la organización CCHIT¹⁸, certificadora de Expedientes Médicos Digitales en los Estados Unidos de Norte América. La razón de adoptar como base estas recomendaciones está basada en la relación que existe entre México y Estados Unidos, que ha sido guía en el desarrollo de la medicina en México.

3.2.3 Análisis de plataformas y arquitecturas tecnológicas

La arquitectura de nuestro sistema es de tipo integrado (página 56), ya que tienen una base de datos unificada. Sin embargo, como parte del diseño, se considera que eventualmente será un sistema híbrido (página 57), que se comunicará con dispositivos especializados, necesarios de cada especialidad médica.

Hoy en día, con respecto a la arquitectura para soportar aplicaciones computacionales, hay dos opciones principales: un servidor local o el denominado servicio en la nube (Cloud Computing), ver Anexo I – Tipos de tecnologías disponibles para la implantación de plataformas computacionales

Nuestra plataforma seleccionada, y la mejor opción para una práctica médica ambulatoria en la implantación de un sistema de Expedientes Médicos Digitales, es de tipo Cloud Computing, en la categoría SaaS (Software as a Service)¹⁹. Ésta permite a prácticas pequeñas o incluso médicos en solitario implantar tecnología de punta a un costo muy accesible sin una fuerte inversión inicial.

El proveedor corre con los costos de investigación y desarrollo, creando un producto que cumpla con los requerimientos técnicos presentes y futuros del sistema, HL7²⁰, DICOM²¹, LOINC²², etc... De la misma forma los libera de todo el manejo operativo que requiere un departamento de sistemas y les ofrece un software de vanguardia, que es mantenido y actualizado por el proveedor. La práctica médica puede crecer en requerimientos o decrecer de acuerdo a su operación y necesidades sin

¹⁸ CCHIT, The Certification Commission for Health Information Technology – Organización de los Estados Unidos Norte Americanos, encargada de la creación de recomendaciones y certificación de los sistemas de Expedientes Médicos Digitales.

¹⁹ Anexo I – Tipos de tecnologías disponibles para la implantación de plataformas computacionales.

²⁰ HL7 – Estándares de comunicación e intercambio de información entre sistemas médicos.

²¹ DICOM – Estándar para el almacenamiento de imágenes de radiología en conjunto con datos en metalenguaje.

²² LOINC [Logical Observation Identifying Names and Codes] – Estándar para el intercambio de información de laboratorios.



tener que considerar los requerimientos de equipo e infraestructura que esto conlleva. La información del entorno será suministrada por el proveedor, liberando al equipo médico de la responsabilidad y los esfuerzos que requiere estar monitoreando el entorno, los médicos y administradores extraerán la información proporcionada por el proveedor para su toma de decisiones.

El software debe de estar compuesto por todas las funciones necesarias de la operación médica, considerando cómo la interface de usuario afecta o promueve la utilización de dichas funciones. La aplicación debe de estar diseñada para satisfacer al máximo al usuario.

3.2.4 Consideraciones para el desarrollo de software

Los profesionistas de la salud trabajan en ambientes complejos y de alto riesgo, frecuentemente tensos y caóticos, llenos de interrupciones, presiones de tiempo con una gran cantidad de información, en ocasiones incompleta y desorganizada. Los profesionales de la salud requieren tecnologías que hagan su trabajo más fácil y seguro, en lugar de más complicado. Las tecnologías informáticas de la salud son necesarias para promover la eficiencia y la facilidad mientras minimizan los errores.

Si el proceso de diseño, desarrollo y evolución se lleva a cabo conforme a las mejores prácticas, el sistema será capaz de satisfacer a todos los involucrados en el sector.



Figura 20 Interdependencia de las actividades para desarrollar sistemas para el sector salud

(Institute Of Medicine; Committee on Patient Safety and Health Information Technology, 2012)

Los sistemas de EMD proveen nuevas oportunidades para evitar eventos adversos, que no existen en los expedientes médicos tradicionales en papel, tal como evitar sobre-dosificar a un paciente o recetarle algún medicamento que haga reacción con sus alergias latentes. Por otro lado, podría contribuir a evitar y/o disminuir errores si la interface con el usuario es complicada o despliegan información confusa, esto provocará retrasos en el desempeño del sistema o incluso la pérdida de información. El diseño de la interface deberá aprovechar de todos los conocimientos de la ingeniería



informática y evolucionar de forma constante de acuerdo con la retroalimentación de los usuarios.

Principio	Características
Diseño consistente y estructurado	<ul style="list-style-type: none">• Tareas similares deben de tener métodos de acción similares para llevarse a cabo, por ejemplo:<ul style="list-style-type: none">○ Misma terminología para mensajes y menús.○ Pantallas con la misma apariencia a todo lo largo del sistema• Cualquier excepción a esta regla debe de estar bien justificada, entendible y mostrarse de forma escasa.
Proveer de accesos para usos universales	<ul style="list-style-type: none">• El sistema soportara a una gran cantidad de usuarios, con diferentes habilidades y costumbres, por ejemplo:<ul style="list-style-type: none">○ Usuarios con experiencia desearan hacer uso de combinaciones de teclas para activar o desactivar funciones.○ Usuarios novatos querrán de explicaciones completas y pantallas paso a paso y botones para activar y desactivar funciones.
Ofrecer retroalimentación informativa	<ul style="list-style-type: none">• El sistema debe de proporcionar retroalimentación a cada acción del usuario para:<ul style="list-style-type: none">○ Asegurarle al usuario que se tomó una acción adecuada.○ Proporcionar instrucciones para la corrección de errores en caso de existir.• Actividades grandes o poco frecuentes en el sistema, deberán contar con información bien detallada. Las actividades rutinarias o menores podrán contener instrucciones más concretas.
Diseño de diálogos y cierre de actividades	<ul style="list-style-type: none">• Tener acciones de inicio, seguimiento y terminación de actividades que guíen al usuario en los procesos.• Proveer información de retroalimentación cuando se hayan completado un grupo de acciones que identifiquen en conjunto a un proceso.• Indicar de manera eficiente los pasos necesarios para completar una tarea, dándole la oportunidad al usuario de prepararse.
Prevención de errores	<ul style="list-style-type: none">• El sistema debe de estructurarse de tal forma que prevenga que el usuario cometa errores graves, por ejemplo:<ul style="list-style-type: none">○ No desplegar opciones que no son necesarias en un contexto determinado.○ No permitir el ingreso de información libre en campos donde el tipo de información sea específica o limitada.• Los errores de usuario deben ser detectados y



	<p>ofrecer instrucciones apropiadas para corregirlo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los errores no deben de ocasionar bloqueos en el estado del sistema.
Permitir de forma fácil deshacer los cambios	<ul style="list-style-type: none"> • A medida de lo posible, el sistema debe de ser capaz de revertir un conjunto de acciones o pasos realizados.
Soporte interno para el control de cambios	<ul style="list-style-type: none"> • Deben prevenirse los cambios de diseño o flujo en procesos que sean muy recurrentes o que requieran una gran cantidad de secuencias de ingreso de información.
Reducir la carga de memoria a corto plazo	<ul style="list-style-type: none"> • La interface debe de evitar que los usuarios requieran de recordar información en conexión con las diferentes pantallas del sistema.

Tabla 9 Reglas de para el diseño de interfaces (adaptado)

(Institute Of Medicine; Committee on Patient Safety and Health Information Technology, 2012)

Asimismo deben considerarse las interfaces de interoperabilidad del sistema, que debe extenderse más allá de la atención médica, ya que debe incluir: a farmacias, laboratorios, enfermerías, centros para enfermos y la familia, entre otros encargados del cuidado del paciente.

3.2.5 Pruebas del sistema

En ocasiones la falta de comunicación entre los programadores y los usuarios de un sistema se hace evidente a la hora de hacer pruebas en el ambiente real. Es por esto, que es crítico probar las aplicaciones durante todos los pasos del desarrollo, para determinar cuando el diseño ha cumplido con los requerimientos de los usuarios. Para obtener esta información de forma efectiva, se pueden desarrollar prototipos y evaluarlos en coordinación con los usuarios dispuestos a dar su opinión y participar en juntas de evaluación, obteniendo así una retroalimentación continua durante las fases del desarrollo. Las primeras versiones de un software, raramente cumplen con todas las expectativas de los usuarios, pero éstas deben de ir madurando con base en la retroalimentación.

De todas formas, las pruebas no sólo deben de orientarse a saber si el software hace lo que se supone debe hacer, sino que cumpla con los pasos necesarios de una operación eficiente.

Los usuarios deberán probar el sistema introduciendo errores dedicados a ver si el software responde apropiadamente a éstos.

El programa debe integrarse con un sistema de reportes, donde en caso de algún problema el usuario accione una función y el sistema identifique la pantalla en donde está y los datos necesarios para identificar el problema, apoyando a los programadores para poder replicar la situación. A través de este sistema de reporte el usuario puede hacer sugerencias de diseño o funcionalidad que podría mejorar la usabilidad del mismo.

3.3 Consideraciones para la implementación y puesta en marcha

Es conveniente mencionar que instalar un sistema informático no mejorara la operación de la práctica médica por sí misma. El sistema de EMD, enfocado en el Modelo de Sistemas Viabiles, requiere que el personal se ajuste a una operación coordinada con la tecnología.

Enfocando nuestra atención en el factor humano de la organización, deben considerarse los factores



Sociotecnológicos²³, los cuales mejoraran la integración del equipo de trabajo, mejorando así los procesos, la calidad de vida del personal y la salud de los pacientes.

Para hacer uso del Modelo de Sistemas Viables a través de un sistema de EMD, hay que considerar los cambios que el personal asumirá con respecto a la operación, el flujo de trabajo y los procesos actuales de la práctica; aunado a esto hay que examinar los requerimientos de integración con otros equipos, computadoras, software, dispositivos que la práctica esté actualmente utilizando.

Hay que hacer uso de las técnicas de la Ingeniería en sistemas y analizar el sistema sociotecnológico inicial, así como establecer las metas a alcanzar durante el proceso de implementación y posteriores.

3.3.1 Planeación del proceso de implementación y personalización del sistema

Los procesos considerados en la operación de la práctica médica, también deben ser considerados a la hora de implementar el sistema, debe haber un proceso de planeación que especifique todos y cada uno de los pasos para alcanzar los objetivos deseados en la implementación del sistema, así como dar soporte a las actividades de estabilización, optimación y transformación del sistema de forma holística, idealmente con la retroalimentación de los usuarios. (Institute Of Medicine; Committee on Patient Safety and Health Information Technology, 2012)

Una de las etapas críticas es la fase de la implementación, donde el flujo de trabajo es nuevo y hay una gran curva de aprendizaje que altera la operación y el rendimiento. Cualquier tecnología implementada provocara una búsqueda de soluciones alternas por parte de los operadores para continuar con sus labores de la forma usual y minimizar el impacto de dicha curva de aprendizaje.

La implementación es delicada y debe ser planeada y monitoreada con cautela, pues las metas principales son continuar con una operación estable mientras el personal aprende y se acostumbra a los nuevos procesos y procedimientos en interacción con la tecnología.

Subsecuentemente es necesario identificar los problemas reales en el proceso, los cuales pueden ser rediseñados para evitar que el personal médico sufra de un exceso de tareas sin sentido que perjudiquen su respuesta a corto plazo y no ayuden a mejorar los procesos y la operación a futuro.

Sería fácil concluir que al implementar el sistema de EMD se beneficiara automáticamente a la práctica. Sin embargo, si la implantación no se hace de forma adecuada no brindará ningún beneficio y sí afectara de manera importante a la práctica como organización y perjudicara la salud de los pacientes, provocando errores graves y en casos extremos hasta daños de consecuencias mayores. Un sistema mal implementado desencadenará grandes errores de comunicación y distractores que impedirán al personal médico proveer de un servicio de calidad.

El proceso de implementación puede hacer una gran diferencia para el usuario en términos de la usabilidad del software, la implementación del sistema en ambientes complejos puede provocar que el sistema se vuelva ineficiente y no proporcione al personal médico la flexibilidad necesaria para proveer los servicios de salud de la forma más segura posible.

Los factores de impacto a considerar son:

²³ La sociotecnología describe una forma de definir a una organización compleja que reconoce la interacción entre personas y tecnología en el lugar de trabajo.



- Decisiones en la estrategia de implantación (Big Bang²⁴ vs Incremental²⁵)
- Grado con el que el sistema se puede configurar de acuerdo a los requerimientos particulares de la práctica
- Estrategias de capacitación a los usuarios.
- Las herramientas con que cuente el sistema para el reporte y análisis de resultados.

Planear las actividades para evitar la mayoría de las complicaciones que puedan surgir a la hora de implementar el sistema. Esto es necesario incluso cuando la aplicación está diseñada para no necesitar entrenamiento o el entrenamiento prometa ser ligero.

Antes de usar el software debe haber una capacitación exhaustiva del personal involucrado, en base a su operación y el sistema o parte del sistema concreto a utilizar.

3.3.2 Mantenimiento del sistema

Si vemos a los EMD desde el punto de vista sociotecnológico, el sistema completo se compone de todos los elementos que interactúan para producir el efecto deseado, esto incluye a los usuarios.



Figura 21 Sistema de los EMD bajo la visión sociotecnológica (adaptado)

(Institute Of Medicine; Committee on Patient Safety and Health Information Technology, 2012)

El equipo de sistemas encargado de apoyar con el sistema de EMD debe estar comprometido para corregir los problemas que surgen como resultado de la experiencia diaria en el uso del sistema. Esta tecnología funcionara tanto como haya una buena interacción entre la ingeniería de sistemas y las organizaciones médicas; a partir de la evolución, resultado de ésta interacción se convertirá en la herramienta idónea, la que hoy promete una revolución en el sector salud.

²⁴ Big Bang – Se llama así a la estrategia de implantación de sistemas donde se lleva a cabo el cambio de forma instantánea. La curva de aprendizaje es muy pronunciada y tiene un riesgo más alto de errores, sin embargo el cambio es rápido y si es monitoreado eficientemente puede ser más económico que el Incremental.

²⁵ Incremental – Estrategia de implementación de sistemas donde el cambio es paulatino, su objetivo es minimizar el riesgo de cometer errores. Su curva de aprendizaje es menos pronunciada, sin embargo el cambio es lento y puede ser más costoso que el de tipo Big Bang.



Las actividades de mantenimiento y actualización corren a cargo del equipo de sistemas encargado de su desarrollo inicial, ellos deben de corregir problemas, añadir nuevas funcionalidades y aprovechar al máximo nuevos descubrimientos tecnológicos que puedan ser usados para mejorar la experiencia del usuario. Estas tareas deben hacerse en tiempo y forma, para no interrumpir las labores de los usuarios y mantener el servicio ininterrumpido de la aplicación.

El equipo de sistemas encargado de mantener y actualizar la aplicación, debe aplicar un control preciso de las versiones, que también requieren de planeación y la utilización de las mejores prácticas en mantenimiento de sistemas computacionales. Estos mantenimientos deben de incluir a los equipos y aparatos de comunicación utilizados para correr la aplicación.

Es necesario mantener un estricto control de la operación de soporte técnico para que la unidad de sistemas entienda los errores, detectándolos a tiempo y amortizando su impacto en la operación de la práctica.

3.4 Conclusiones

La oferta de software para expedientes médicos digitales que pudiéramos encontrar para México difiere mucho en sus características y pocos o ninguno cumple con estándares internacionales. Un sistema capaz de satisfacer los requerimientos de la industria debe de contemplar todos los requerimientos de la medicina, así como sus características operativas.

El proceso para la creación de dicho software debe considerar todas las herramientas técnicas y las mejores prácticas para el diseño, desarrollo, pruebas, puesta en marcha y mantenimiento de aplicaciones tecnológicas; solo así el producto final será capaz de hacer eficiente todos y cada uno de los procesos que involucran a la práctica médica, mejorando su rendimiento, la calidad de vida de sus integrantes y finalmente impactando positivamente en la salud de los pacientes.

Como podemos observar, la sociedad médico–ingenieril es indispensable y con el advenimiento de los expedientes médicos digitales se hace más fuerte. Es necesario que estos dos grandes grupos trabajen más integrados y sean capaces de entenderse mejor, garantizando así la evolución del sector.



CAPÍTULO 4 – DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE EMD, UN CASO DE APLICACIÓN

La Ingeniería en Sistemas Informáticos es la rama especializada de la Ingeniería para el análisis, estudio, desarrollo y mantenimiento de programas computacionales. Ésta, como todas las ramas de la ingeniería, considera una serie de conceptos y mejores prácticas para llevar a cabo de manera eficiente la producción de software²⁶ útil. El ciclo de vida del desarrollo de software es ejemplificado en la siguiente figura.



Figura 22 Ciclo de vida para el desarrollo de software informático

No es objetivo de este trabajo ahondar en términos técnicos del desarrollo (o la programación) de software, sin embargo, describiremos a grandes rasgos cada una de las fases (descritas en la figura anterior) que se desarrollaron para producir un programa que refleje nuestro análisis, objetivo principal de este estudio.

En este momento hemos avanzado ya en toda la parte del análisis y definición de los requerimientos, utilizando las técnicas y teorías de la ingeniería de sistemas. Ahora es tiempo de crear un sistema computacional propio.

Tomando en consideración que un proyecto de esta envergadura representa un gran esfuerzo y la utilización de una gran cantidad de recursos y conocimientos. Es por esto que nuestra versión inicial está pensada para obtener un producto que cumpla con los requerimientos iniciales, pensado para su evolución futura, aprovechando al máximo los recursos y minimizando el costo que su desarrollo representa.

4.1 Definición de la plataforma y la arquitectura tecnológica

²⁶ Software – Término en idioma inglés, utilizado comúnmente en el idioma español para referirse a programas o aplicaciones informáticas o computacionales.



Considerando la información contenida en nuestro análisis, apartado 3.2.3 Análisis de plataformas y arquitecturas tecnológicas; para el desarrollo de nuestro sistema hemos seleccionado Cloud Computing. Es decir, nuestra aplicación funcionará a través de un explorador de Internet, a este tipo de software se denomina Aplicación en Red (Web Application).

Las aplicaciones en red son utilizadas por los usuarios conectados a una Intranet²⁷ o al Internet²⁸. Este tipo de aplicaciones son soportadas por los exploradores²⁹ de Internet, quienes la hacen ejecutable.

Este tipo de aplicaciones se han hecho muy populares en los últimos años, y se les ha denominado como aplicaciones en red (web applications) o aplicaciones para clientes ligeros³⁰ (thin client applications). La capacidad de actualizar y mantener una aplicación en red sin la necesidad de redistribuir el programa de instalación a miles o millones de usuarios es una capacidad de gran importancia para los EMD, permitiéndonos evolucionar el sistema conforme vayamos adquiriendo experiencia y la retroalimentación del usuario, hasta convertir nuestra aplicación en un sistema ultra-estable.

Otra cualidad necesaria que brinda este tipo de aplicación es la capacidad de utilizarlo en múltiples plataformas³¹.

La interface de usuario tiene toda la funcionalidad de una aplicación local, integrándose de manera eficiente con el sistema operativo.

Para la arquitectura de nuestro sistema, lo dividiremos en partes denominadas “Capas” (término mejor conocido por su denominación en el idioma Inglés, “Tiers”), las cuales adoptarán una función específica en el sistema computacional. Como queremos que el mantenimiento y la actualización de nuestro software sea lo más eficiente posible, hemos decidido hacer una aplicación en tres Capas (three tier approach³²), dividiéndola en *Almacenamiento*, *Aplicación* y *Presentación* (Figura 23).

Por último para facilitar el desarrollo y habilitar nuestro programa computacional de las mejores herramientas para sistemas informáticos, utilizaremos un “Framework³³”, esto nos permitirá enfocarnos a las particularidades de los EMD aprovechando el diseño y desarrollo ya probado para características comunes como el registro de usuarios, la carga de imágenes, despliegado de imágenes e información, menús, barras, botones, etc...

²⁷ Intranet – Red de interconexión de una compañía o compañías donde los usuarios son bien conocidos por los administradores de ésta.

²⁸ Internet – Red de interconexión mundial donde computadoras en todo el mundo se comunican y comparten información y recursos.

²⁹ Exploradores – Hay una gran variedad de exploradores los cuales pueden ser instalados localmente de manera gratuita. Los más conocidos son Mozilla Fire Fox, Microsoft Explorer, Apple Safari y Google Chrome.

³⁰ Aplicaciones de cliente ligero – Más conocido por su término en Inglés “Thin Client”, significa que la aplicación está instalada en un servidor remoto y los recursos utilizados en el equipo cliente son mínimos, lo más pesado en términos de procesamiento y utilización de memoria es efectuado en el servidor.

³¹ Plataforma – Se llama así al conjunto de programas que establecen la comunicación entre el usuario y la máquina, son también conocidos como sistemas operativos y los más comunes son: Windows, Mac, Linux, Unix.

³² Three Tier Approach – es la arquitectura más adoptada para aplicaciones en red.

³³ Framework – una abstracción de software, que provee funcionalidades genéricas que pueden ser utilizadas selectivamente, cambiadas o adaptadas para su uso en aplicaciones más específicas.



Figura 23 Arquitectura de tres capas

4.2 Diseño de la interface

Tomaremos en cuenta nuestro análisis de sistemas desarrollado durante el capítulo 3, enfocándonos en los requerimientos del Modelo de Sistemas Viables en combinación con los requerimientos específicos del sector, en particular los requerimientos una práctica médica de tipo ambulatorio.

A partir de las recomendaciones de nuestro análisis en el apartado 3.2.3 Análisis de plataformas y arquitecturas tecnológicas, se creó el documento con la descripción de los requerimientos de para el diseño de la interface del sistema con el cliente.

El resultado fue la creación de 52 pantallas diferentes que cubren la parte médica del sistema informático. A continuación mostraremos algunas de las imágenes resultado de este ejercicio, agregando una breve descripción la cual ilustrará la interface del sistema. A estas imágenes les denominaremos de ahora en adelante Mockups³⁴.

El sistema es multilinguaje y los usuarios tendrán la oportunidad de configurar la aplicación en su idioma de preferencia. En este trabajo, las imágenes y figuras están reflejadas en el idioma Inglés, el cual facilita la creación del módulo multilinguaje que aplicará las etiquetas y mensajes adecuados, dependiendo del idioma seleccionado. Los idiomas más utilizados en México, tomados en cuenta para el desarrollo inicial de nuestro sistema son el español (mexicano) y el inglés (internacional).

Nuestra primera pantalla es el acceso al sistema, éste identificará a los usuarios a través de un nombre de usuario y una contraseña, los cuales fueron ingresados con anterioridad por el administrador del sistema. En esta pantalla se aprecian varios detalles del diseño, a partir de éstos mantendremos la funcionalidad estandarizada y consistente.

En la Figura 24 podemos observar que la aplicación se encuentra encapsulada bajo el marco de un navegador de Internet, la tecnología utilizada para desarrollar aplicaciones en línea es la ideal, ya que minimiza el impacto de la implementación en términos de requerimientos y en términos de capacitación.

El acceso al sistema, la seguridad e identificación de los usuarios es de vital importancia para mantener el control sobre la información de los pacientes, así mismo mantendrá un control sobre las actividades a lo largo del sistema.

³⁴ Mockup (Mock-up) – término en idioma inglés, utilizado en la manufactura o diseño para referirse a un prototipo, el cual sirve para ejemplificar, demostrar, evaluar, promover u otro, lo planeado.



En la parte superior tenemos un encabezado, el cual indica al usuario en qué parte del sistema se encuentra; esta sección se personaliza, asociando al sistema con la práctica médica que lo utiliza, mostrando los datos de contacto. Esta pantalla contiene elementos deshabilitados, que se activarán una vez que el usuario acceda al sistema.

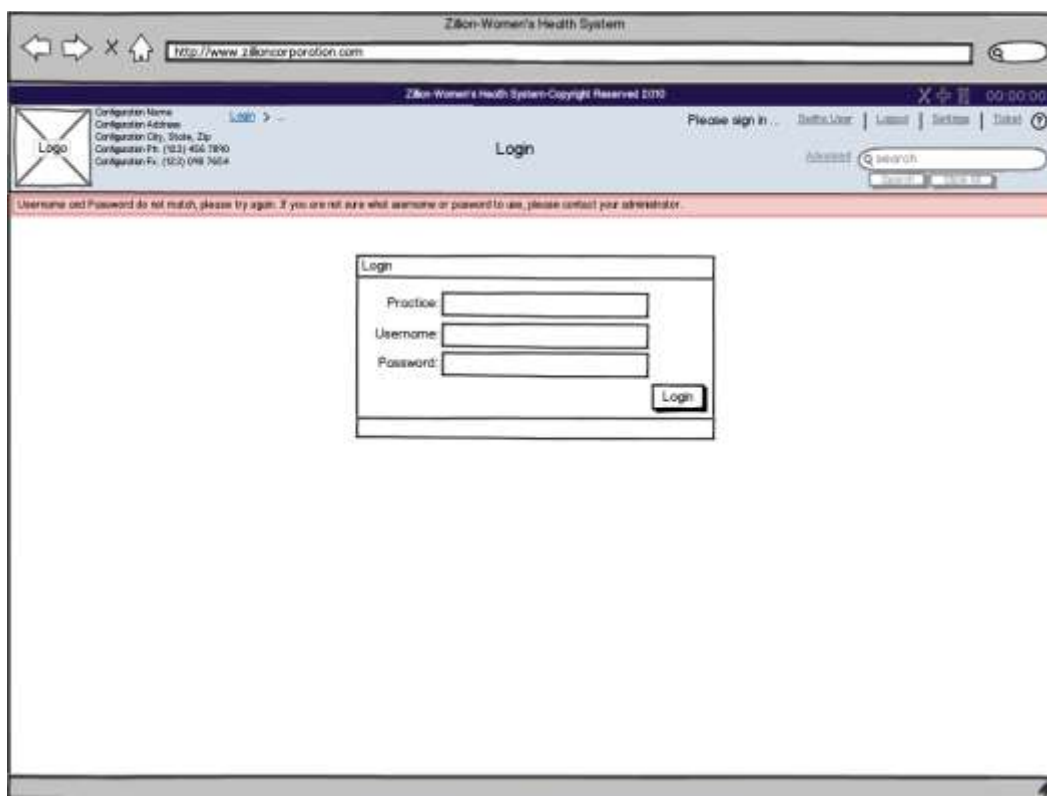


Figura 24 Mockup de la pantalla para el acceso de usuarios

Justo abajo del encabezado está la zona de mensajes, ésta mantendrá comunicación con el usuario, informándole de los resultados de las actividades que él o ella tengan con el sistema. Esta barra cambiará de color de acuerdo al significado del mensaje, por ejemplo, los errores serán en color rojo, mientras actividades exitosas se desplegarán en verde. En este Mockup en particular podemos ver un mensaje en rojo, suponemos aquí que el usuario ingresó información de acceso inválida.

En la Figura 25 se muestra el calendario, donde se almacenarán las citas de los pacientes y el horario del personal médico encargado de la atenderlos, en particular de los médicos, quienes mantienen itinerarios variados.

En esta pantalla se encuentran los accesos a otros módulos del sistema; como los módulos de caja, contabilidad, investigación y desarrollo, y otros. La pantalla está organizada en pestañas, las pestañas que se encuentran horizontalmente en la parte superior del recuadro, son dependientes de las pestañas que se encuentran verticalmente en el lado izquierdo. Es decir al cambiar de pestaña en el menú de la derecha, las pestañas en la parte superior se actualizarán para que el usuario pueda navegar a lo largo de todas las opciones del sistema.

Dentro del encabezado, tenemos un menú superior con accesos a la configuración del sistema, salida del sistema, cambio de usuario e integración con el módulo para el mantenimiento y monitoreo.

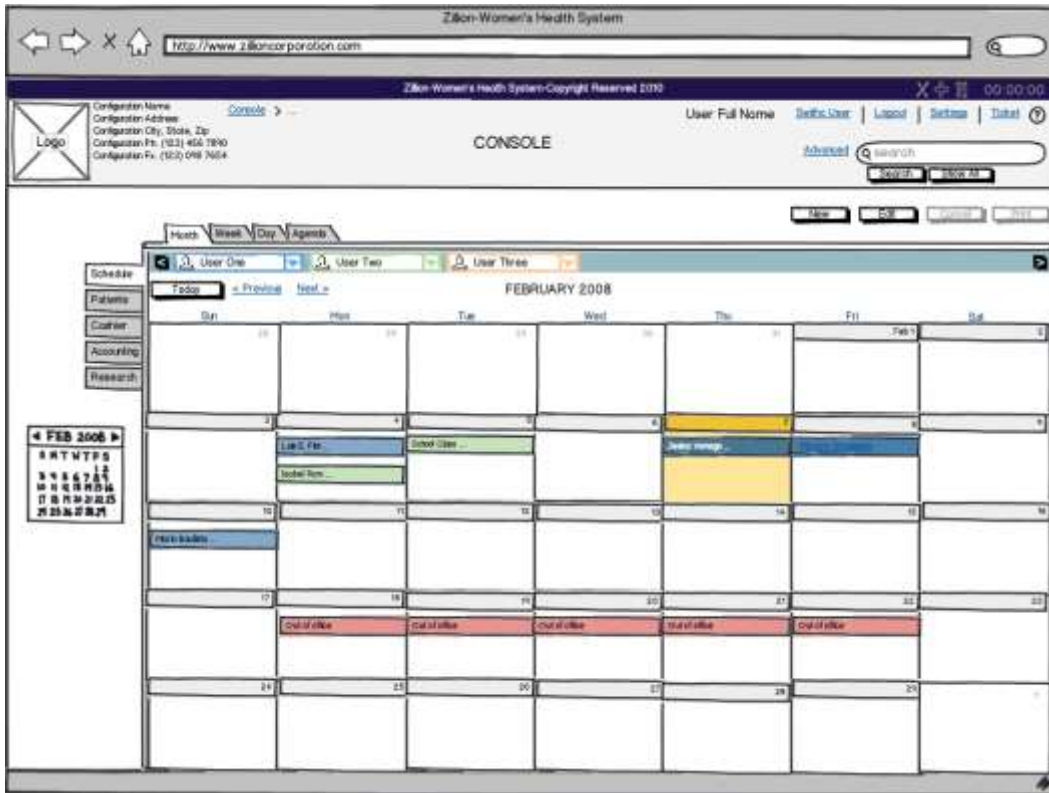


Figura 25 Calendarización de citas y accesos a otros módulos

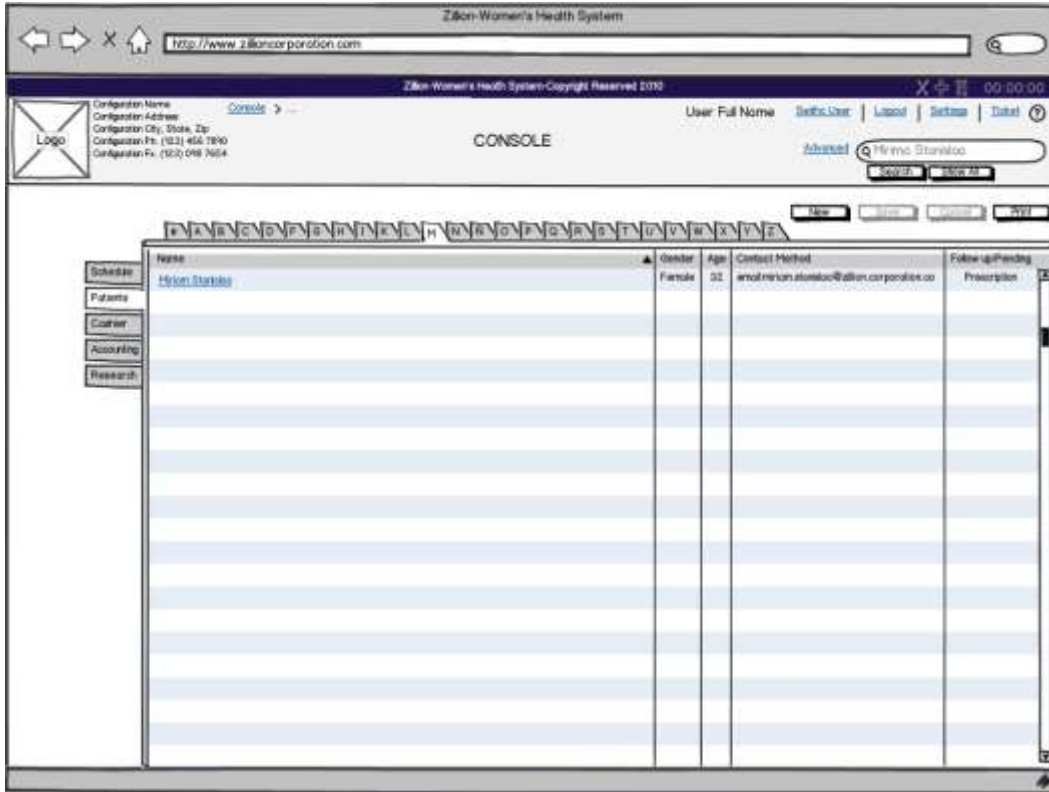


Figura 26 Lista y resultado de búsqueda de pacientes



En la pantalla de la Figura 26, se muestra la lista de los pacientes. Como podemos observar en las pestañas a la izquierda, se encuentra seleccionada la pestaña de pacientes, las pestañas arriba se actualizaron mostrando una pestaña por cada letra del abecedario, tipo libreta de contactos.

El encabezado cuenta con un campo de búsqueda, éste funcionará de acuerdo con su entorno (o pantalla donde se encuentre el usuario). Si el usuario hiciera uso de este campo de búsqueda, el listado se actualizaría solo, mostrando los resultados encontrados.

En el ejemplo anterior se muestra un paciente con el nombre de “Miriam Stanislao”³⁵. Al hacer click en el nombre del paciente, el sistema ingresará a su expediente médico y todas las opciones en las pestañas representarán las opciones del expediente médico del paciente seleccionado.

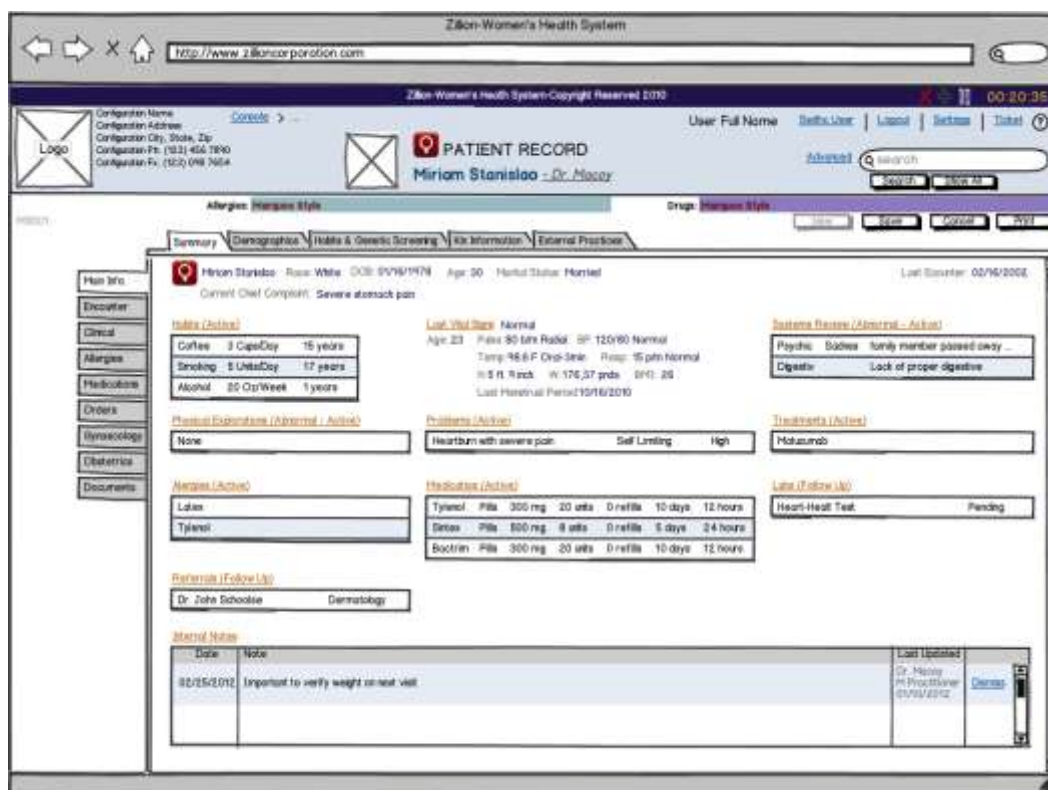


Figura 27 Resumen con información relevante al día

La imagen en la Figura 27 es la pantalla principal, dentro del expediente médico de un paciente en particular. El encabezado se ha actualizado para mostrar el nombre del paciente, su fotografía, sexo y médico responsable dentro de la práctica. Esta pantalla muestra un resumen de la situación del paciente, reflejo del expediente médico, contiene ligas a cada una de las partes individuales del expediente, mostrando datos en los casos donde haya pendientes o se requiera dar seguimiento.

En la parte superior, entre el encabezado y las pestañas superiores, podemos observar dos marquesinas con alertas; una muestra las alergias activas del paciente y otra los medicamentos que actualmente esté tomando. Esta información es de vital importancia para el médico, pues es una

³⁵ Miriam Stanislao es un paciente inventado para ser utilizado como ejemplo a lo largo del sistema. Reconocemos la factibilidad de que el nombre coincida con el de alguna persona en la realidad, cualquier coincidencia es meramente accidental y los datos de ejemplo, aquí ilustrados, no tienen nada que ver con dicha persona.



pauta para establecer procedimientos o cuidados que deba tomar en consideración durante la consulta actual.

Las pestañas a la izquierda se han actualizado para reflejar los bloques de información del expediente médico. El personal médico puede entrar a bloques de información específicos del expediente médico, ingresando o actualizando información únicamente donde se requiera, lo más parecido posible al expediente médico tradicional en papel.

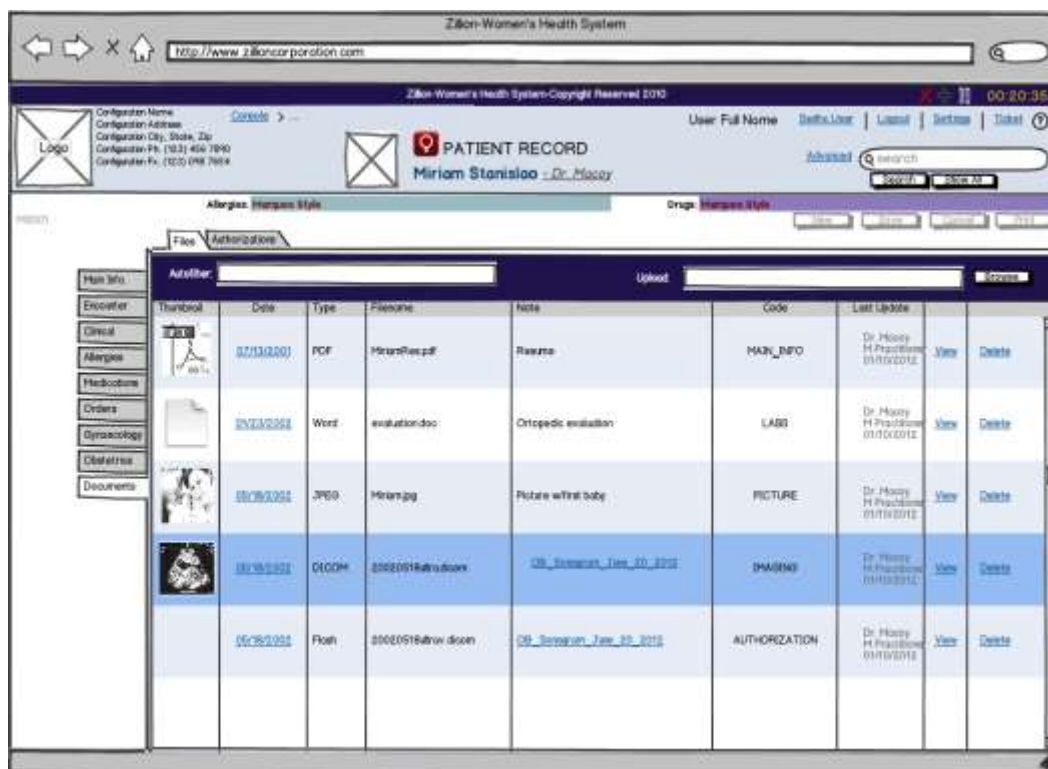


Figura 28 Pantalla de almacenamiento de documentos

El expediente médico está compuesto por datos o información que el médico o el personal genera durante las visitas médicas, así como de archivos relacionados, tales como: imágenes, fotografías, resultados de laboratorio, documentos varios en formatos de Word, PDF y otros, especializados en el ambiente médico. Estos documentos son generados con cualquier programa de cómputo, instrumento médico o digitalizado de su original en papel.

Nuestro sistema de expedientes médicos tiene la capacidad de almacenar cualquier tipo de información digitalizable a través de cualquier herramienta moderna.

A continuación desarrollamos el sistema siguiendo las mejores prácticas para el desarrollo de programas computacionales, Anexo II - Desarrollo e implementación.

4.3 Implantación de la versión Beta

La primera versión del sistema, comúnmente denominada versión Beta, requiere ser utilizada por personal médico ajeno a los diseñadores y/o al equipo de desarrollo del sistema. Estos nuevos usuarios deberán probar la funcionalidad del sistema en un ambiente real, mientras el equipo de diseño y desarrollo está pendiente de que sea 100% funcional, tomando nota de mejoras



indispensables para su utilización.

En éste apartado se describe el funcionamiento del programa computacional, en coordinación con el modelo de sistemas viables.

4.3.1 Coordinación

Una práctica médica requiere de una coordinación integral de todas las áreas involucradas en la atención al paciente. Utilizando el sistema de expedientes médicos digitales, la recepcionista asignará las consultas a los pacientes, coordinándolas con el itinerario de los médicos. Esta función está cubierta por el módulo del calendario.

Una vez que el paciente asiste a su cita, la recepcionista o el paciente, ingresa el motivo de la visita en el expediente médico digital del paciente. Esta descripción debe transcribirse tal cual el paciente la expresa, y se almacenara en el sistema, siendo útil durante su consulta y quedando como precedente para futuras consultas.

Seguido, las enfermeras ingresan al paciente a la zona de triaje, donde le son tomados todos los signos vitales al paciente (temperatura, ritmo cardiaco, presión arterial, otros).

Finalmente el paciente es presentado al médico, quien mediante el sistema se actualiza del motivo por el cual el paciente lo visita y se entera de los signos vitales que éste presenta. En pacientes recurrentes, el sistema ofrecerá toda la información acumulada desde la primera visita, así como resúmenes, recordatorios y alertas de acuerdo con la información previamente ingresada.

El médico aplicará el procedimiento necesario de acuerdo con su especialidad, experiencia y forma de trabajo, introduciendo la información generada en el apartado ideal del programa.

El sistema es capaz de compartir (en una página de internet) información con el paciente. Esta información fue deliberadamente seleccionada por el personal médico para compartirla con su paciente. Esto lo apoyará en el seguimiento de los tratamientos que el médico le ha prescrito.

Así mismo, otros módulos como los de finanzas, control de suministros, cobranza y otros, se integrarán en apoyo a la coordinación de la operación de la práctica.

4.3.2 Cohesión

Los administradores de la práctica médica, en muchos casos son los mismos médicos que la operan, podrán ver información en tiempo real del desempeño de todas y cada una de las partes que integran la operación de la práctica. En el sistema hay un módulo de comunicación, donde los administradores y médicos podrán asignar tareas o tener comentarios con el resto del equipo, a fin de tomar acción a los detalles inesperados que surjan y sean detectados con ayuda de los reportes y resúmenes de la actividad que arroja cada uno de los módulos del sistema.

4.3.3 Monitoreo

La función de monitoreo es llevada con maestría de forma automática por el sistema. El sistema de EMD registra la fecha y hora de creación de todas las entradas de información, ligándolas al usuario que en ese momento esté registrado.



Esto hace consiente al usuario y lo compromete a ingresar información adecuada, ya que todo lo que ingrese está firmado electrónicamente con su usuario. Este tipo de monitoreo es constante, pero no intrusivo con las actividades operativas del personal. El sistema es capaz de generar reportes exclusivos por área, operación o usuario, para evaluar el desempeño de vez en cuando, a fin de comprobar, mejorar o corregir la operación.

4.3.4 Inteligencia

Los médicos y el personal tendrán la posibilidad de generar reportes y compararlos con información obtenida del exterior. Utilizando estas comparaciones podrán planear a futuro, previniendo condiciones del entorno, proyectar a futuro para crear planes mercadológicos, de desarrollo interno y de desarrollo tecnológico, entre otros.

Por otro lado, la organización responsable del sistema estará constantemente implementando mejoras y nuevas funcionalidades, como resultado de la retroalimentación obtenida de todas las prácticas que lo hayan implementado. Esto trae nuevos conocimientos del exterior, los cuales revolucionaran la forma de operar de la organización.

4.3.5 Política

El módulo de inteligencia de negocios, creará reportes específicos, que incluirán información acumulada a través del tiempo. Con esta información, el personal creara las políticas y normas que rigen el funcionamiento de la práctica. Éstas serán consideradas como los lineamientos del personal para aprobar los planes y programas generados del subsistema de inteligencia.

4.3.6 Recursividad

Este sistema podrá ser utilizado en todas las locaciones donde el equipo de trabajo tenga influencia, de forma integrada o independiente, dependiendo de las características de cada organización. El módulo administrativo del sistema permitirá exportar e importar información para analizarla junta o por separado, brindando flexibilidad a las organizaciones y habilitándolas de la capacidad de expandir o reducir su operación de forma ágil, de acuerdo con las políticas, planes y programas establecidos.

4.4 Mantenimiento y monitoreo

Ya que el software sea distribuido al usuario final, éste deberá estar en constante mantenimiento y monitoreo, esto permitirá detectar y corregir errores inesperados al momento de su uso y mantendrá un servicio satisfactorio. La experiencia generada servirá para futuras adiciones de funcionalidad o corrección de problemas no detectados.

4.4.1 Sistema de seguimiento de incidencias

El **Sistema de seguimiento de incidencias** (Issue tracking system) estará integrado con la aplicación. Habrá un botón o liga en todas las pantallas de la aplicación, el cual al ser activado recopilará información del estado del sistema y permitirá al usuario llenar un formato en el cual describirá el problema, problemas o sugerencias que tenga. Estos comentarios serán enviados al equipo de sistemas encargado de la aplicación en forma de un **Reporte** (Ticket) ellos se encargarán de darle seguimiento y asistir al usuario en la solución del problema.



4.4.2 Sistema de seguimiento de problemas en la aplicación

A partir del *reporte* del usuario, podría identificarse algún problema como error de diseño, éste será reportado al equipo de desarrollo, quien estará encargado de darle una solución definitiva. La aplicación computacional utilizada para dar seguimiento a los reportes del usuario, puede ser el mismo **Sistema de asignación de tareas** descrito en el Anexo II - Desarrollo e implementación.

4.5 Conclusiones

En este capítulo vemos como el desarrollo de sistemas informáticos es una tarea multidisciplinaria que también hace uso de modelos y de mejores prácticas para cumplir sus fines. Estas herramientas ayudarán al grupo de ingenieros a desarrollar y evolucionar un software en conjunto con los expertos médicos, administradores y usuarios en general.

Así mismo vimos como el sistema computacional apoya en la operación del día a día, guiando a los usuarios en el manejo de la organización, siguiendo las directivas del modelo de sistemas viables desarrollado por Beer. La utilización del modelo de Beer es transparente para los operadores, administradores y propietarios de la organización, quienes se benefician de sus propiedades y características, estandarizando, coordinando, planeando y brindando un servicio de calidad que cumple con el objetivo principal de la medicina, “mejorar la salud de las personas”.

La integración de esta aplicación con otras aplicaciones para el mantenimiento y la evolución de software, garantizarán que la aplicación cumplirá con los requerimientos y servicio planeados, integrando una labor de monitoreo y solución de problemas.

Cada modificación en el código y liberación de versión será monitoreada con una herramienta especialmente diseñada para ello, eso le permitirá al equipo evaluar cambios o, en situaciones extremas, volver a una versión anterior.

El proceso de mantenimiento y evolución del sistema debe ser transparente para el usuario, por eso hay que evaluar a conciencia la liberación de nuevas versiones, verificando que los cambios en el código no afecten a los usuarios, evitando introducir más problemas en el sistema. Por otro lado, las versiones que contengan características adicionales o cambios en el flujo del trabajo para el usuario, deberán ser informados con anticipación y proveer al usuario con la documentación necesaria de los nuevos flujos de operación. Este último tipo de actualizaciones deben ser muy esporádicas y muy bien planeadas.

Esta última parte (mantenimiento y evolución del sistema computacional) cumple con la función de recursividad del modelo de sistemas viables, ya que la organización encargada del mantenimiento y desarrollo de la aplicación puede manejarse bajo el mismo modelo.



CAPÍTULO 5 – SIMULACIÓN DEL SISTEMA

El objetivo de este capítulo es demostrar como un sistema de EMD basado en el modelo de sistemas viables, podría beneficiar enormemente a una práctica médica, impactando positivamente en su operación, mejorando la salud de sus pacientes, la calidad de vida del personal médico que la integra y su rendimiento económico.

Para cumplir nuestro objetivo, se integró información obtenida de una práctica médica real y se complementó con información generada aleatoriamente. La información expuesta aquí, será muy sencilla, sin ahondar en términos médicos complejos, pero suficiente para demostrar la relevancia de este sistema al lector.

Partimos de ciertos supuestos:

- La práctica médica, pertenece a un médico en solitario
- Cuenta con dos enfermeras, encargadas de la enfermería y recepción de pacientes (atención al cliente)
- Espacio físico suficiente para asignar áreas a distintas tareas de la operación
- El médico también está a cargo de las tareas administrativas
- El sistema está compuesto por todos los módulos: médico, calendario, portal del paciente, etc...



Figura 29 Descripción física del consultorio médico

5.1 La operación de nuestra práctica médica

Para implementar el sistema de expedientes médicos digitales, la práctica médica debe ajustar su operación y coordinarla con la aplicación computacional. El equipo de trabajo de la práctica médica es el encargado de esta coordinación, alimentando al sistema de EMD al mismo tiempo que se van desarrollando las actividades operativas.



Aquí se explica a grandes rasgos la operación de la práctica médica y la coordinación necesaria con la aplicación computacional:

El paciente se da de alta en el sistema, desde una terminal remota o asistido por el personal de recepción. En este momento el sistema de EMD crea el punto inicial para todas las actividades que surjan, como resultado de la interacción práctica-paciente (expediente médico del paciente). Los pacientes, o el responsable en recepción, crean las citas médicas en el sistema y éste reserva el tiempo en el horario disponible del médico para atenderlos. De esta forma se organiza el itinerario del personal correspondiente, con las consultas de los pacientes. Al momento de la llegada del paciente, una de las enfermeras confirma su asistencia en el sistema y el motivo de la consulta.

Cuando el personal está listo para atender a un paciente, la enfermera #1, lo pasa a la zona de *triage*, aquí se toman sus signos vitales, se introducen en el sistema y de ser necesario se le hacen pruebas de laboratorio. Una vez que el paciente está listo, se conducirá a la sala de espera interna, donde podrá relajarse, hasta que el médico lo reciba; mientras la enfermera #2 recibe a otro paciente y lo pasa a la zona *triage*. Este proceso es iterativo, y se alterna con la tarea de las enfermeras de dar soporte al médico durante la consulta.

El médico verifica el sistema de EMD, en él obtiene la justificación de la visita actual (ingresada por el paciente), así como un resumen del estado general del mismo (cuando el afectado es recurrente) y de los tratamientos o pendientes a dar seguimiento de consultas previas. Una vez que el médico está listo con la información necesaria, le pide al paciente pase a su despacho o a la sala de procedimientos, dependiendo de la información obtenida del enfermo en el sistema.

Este proceso es iterativo y se guía a través del calendario del sistema, el cual coordina los horarios de los pacientes y los horarios del personal.

Aquí podemos observar cómo se llevan a cabo la coordinación y cohesión de la operación con un gran apoyo del sistema de EMD.

5.2 Proceso de monitoreo

Al ingresar la información en nuestro sistema, podemos monitorear constantemente lo sucedido durante cada visita para ser evaluada al momento, o al final del día, mes o año. Esto en apoyo a la evaluación de resultados. Este monitoreo es constante y no intrusivo, brinda gran información y le permite al personal mantener su autonomía. Más adelante ejemplificaremos el análisis de la información obtenida.

5.3 Análisis de datos

Se recolectó información de un total de 2295 pacientes, a esta información se le añadieron datos aleatorios de la operación de nuestra práctica, tales como el tiempo invertido durante los procesos de espera y atención médica. A partir de esta información se hizo un análisis estadístico básico, para demostrar la capacidad de concentrar esta información e introducirla en reportes que sirvan al personal para la parte de inteligencia y política.



5.3.1 Información poblacional

Edad	Promedio:	40	años
	Máximo:	101	años
	Mínimo:	17	años
	Moda:	33	años
	Desviación Estándar:	13	años

Tabla 10 Edad poblacional de la práctica

Esta información nos indica que en los últimos años esta práctica es visitada en su mayoría por pacientes en un promedio de edad de 40 años, con una moda de 33.

Esto se puede aprovechar de varias maneras, por ejemplo a la hora de evaluar la adquisición de equipo que se requiera para algún procedimiento en particular. Si este equipo es necesario en personas entre los 30 y 50 años de edad, definitivamente vale la pena decidir positivamente en su adquisición.

5.3.2 Información característica

Altura	Promedio:	1.58	metros
	Máximo:	1.81	metros
	Mínimo:	1.29	metros
	Moda:	1.58	metros
	Desviación Estándar:	0.07	Metros

Tabla 11 Altura poblacional de la práctica

A partir de estos datos conoceríamos la altura máxima y mínima de la población. Esto es útil para preparar o disponer el mobiliario del lugar, de tal forma que todos tengan alguna opción con respecto a ello, garantizando un servicio apropiado para todos los pacientes.

5.3.3 Información acerca de los hábitos

Fuma	No Fuma:	2100	personas
	Si Fuma:	195	personas

Tabla 12 Hábitos poblacionales con respecto al cigarro

Conocemos la cantidad de fumadores, definitivamente un hábito que no ayuda en la salud.

Podríamos establecer una campaña para ayudar a nuestros pacientes a dejar de fumar, establecer comunicación directa con los que lo hacen y ofrecer algún servicio, el cual mejoraría su salud. Simultáneamente, el ofrecer un servicio directo a las personas que lo requieren impulsara económicamente el negocio.



5.3.4 Información acerca de las ocupaciones

	Cuentas:	24	personas
	Recursos Humanos:	2	personas
	Actuaría:	1	personas
	Administrador (cualquiera):	27	personas
	Consejeros (cualquiera):	1	personas
	Analistas (cualquiera):	6	personas
	Arquitectos:	0	personas
	Obrero (cualquiera):	20	personas
Ocupación	Asistentes (cualquiera):	115	personas
	Maestros (cualquiera):	65	personas
	Boxeadores:	1	personas
	Negocios (cualquiera):	2	personas
	Chefs:	1	personas
	Limpieza:	9	personas
	Hogar:	393	personas
	Servicio al Cliente:	46	personas
	Estilista (cualquiera):	6	personas
	... El resto:	1576	personas

Tabla 13 Información ocupacional de los pacientes

Conocemos la ocupación de los pacientes, ésta puede relacionarse con enfermedades o condiciones, descubriendo problemas y generando soluciones de forma más rápida, dinámica y eficiente.

Toda esta información puede desplegarse en diferentes formatos, inclusive exportarse a otros sistemas para un análisis especializado.

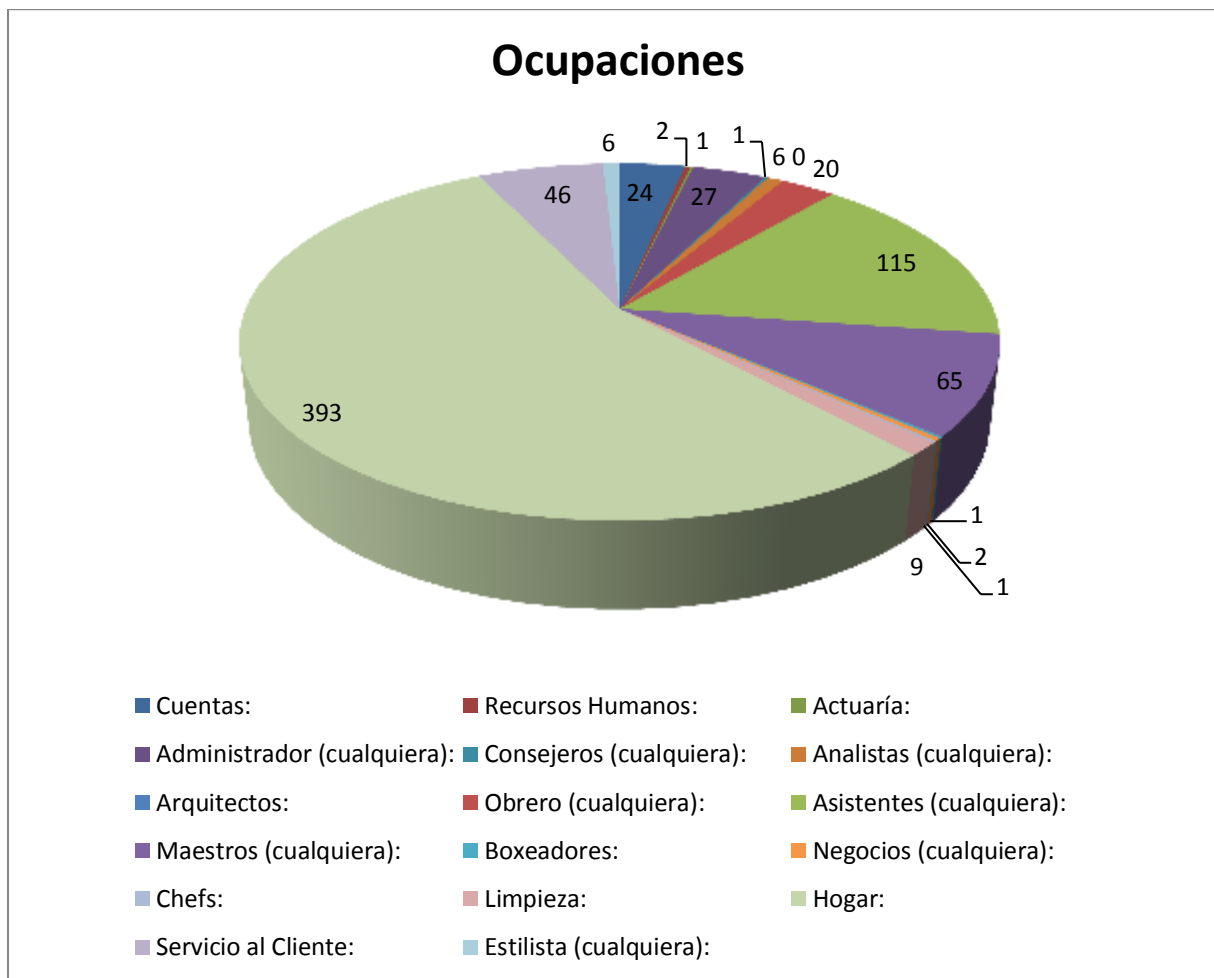


Figura 30 Gráfica ocupacional

Así como estos ejemplos sencillos, hay millones de ellos mucho más complejos y reveladores.

5.3.5 Información operativa

Doctor	0:23:00	tiempo
Enfermera # 1	1:02:18	tiempo
Enfermera # 2	1:02:36	tiempo

Tabla 14 Tiempo promedio invertido en los pacientes

Aquí podemos comparar el tiempo promedio invertido en los pacientes por cada uno de los integrantes del equipo. Ésta puede ser evaluada con frecuencia para comprobar el rendimiento de los integrantes o de la práctica en conjunto.

5.4 Labor de inteligencia y política

Nuestro médico puede verificar el sistema de Expedientes Médicos Digitales y obtener diferentes reportes prediseñados o generar sus propios reportes, esto es de gran utilidad para obtener información integrada, la cual le ayudará en su toma de decisiones.



El sistema supone que está respaldado por el grupo de ingenieros que lo diseñaron y lo desarrollaron, éstos proveerán información del entorno, complementando el software de acuerdo con nuevos descubrimientos a la experiencia obtenida desde otras áreas del conocimiento. Estos sistemas pueden integrarse con investigadores o ser parte de investigaciones conducidas por la misma práctica.

A continuación se muestra un gráfico que podría ser utilizado para iniciar una investigación interesante.

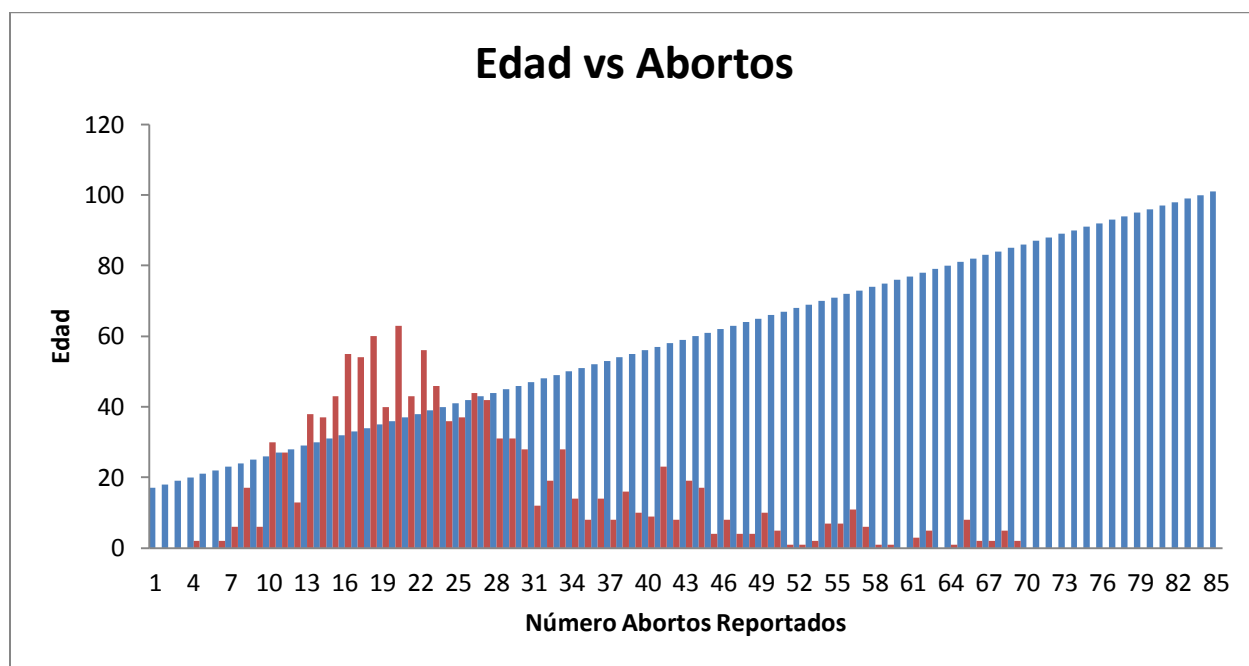


Figura 31 Gráfico de las edades y los abortos reportados en la práctica

Este gráfico en particular puede ser muy interesante; la información que refleja podría sugerir muchas cosas. Por ejemplo:

- Que entre los 20 y 45 años de edad, hay más abortos
- Que a mayor edad se reportan menos los abortos debido a cuestiones culturales
- Que los abortos son más comunes hoy que antes y conforme pasa el tiempo la tendencia muestra que serán más comunes

Lo que en realidad este gráfico demuestra es la necesidad de obtener más y mejor información, relevante, que realmente pueda ser utilizada para guiarnos en el camino a una vida mejor. Y aunque nuestro gráfico anterior () en este caso no brinda conclusión alguna conforme a la información obtenida, es un punto de partida muy interesante para las personas deseosas de investigar y hacer descubrimientos que se puedan utilizar en un futuro por el bien de la humanidad.

5.5 Conclusiones

Esta simulación ha sido muy sencilla, no fue necesario analizar información médica real o desviar la atención del lector a otros temas diferentes del objetivo. Sin embargo, esta demostración hace



evidente que un sistema de Expedientes Médicos Digitales bien planeado, bien implantado en conjunto con un sistema organizacional, socio técnico puede beneficiar a todos los integrantes del sector médico, así como la salud de la población que requiera de sus servicios.

En el caso expuesto el tamaño de la práctica médica utilizado para la simulación es de los más pequeños posibles, existentes en la realidad, sin embargo esto no minimiza el objetivo, y lo hace más relevante. Entre más grande es la práctica médica, más personal requiere y atiende una población mayor de pacientes, donde el impacto del sistema de expedientes médicos digitales es más fuerte y relevante.

Las organizaciones, entre más grandes y complejas sean, requerirán de una organización más estructurada y de elementos de sistematización más serios.



RECOMENDACIÓN PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

Al aprovechar la información generada mediante los EMD, se abren las puertas a una gran cantidad de oportunidades para el desarrollo del sector salud en términos tecnológicos, operativos y organizacionales. El principal objetivo, desde el punto de vista de este trabajo, es la evolución de los sistemas de información entorno al sector salud, dotando a las organizaciones médicas de una capacidad de evolución que las hace ultra-estables.

Los sistemas de EMD evolucionarán con el tiempo y se crearán nuevas generaciones de este software con características que hoy en día tal vez no podamos imaginar.

La compañía de investigación y consultoría Gartner³⁶, quienes han hecho estudios acerca de los expedientes médicos digitales, pronóstico cinco generaciones de EMD. (Goldsmith, 2005)

- Generación 1. Repositorio pasivo de información médica basado en la información recabada del expediente médico tradicional.
- Generación 2. Repositorio de información médica más información electrónica reciente recabada en el expediente médico digital. En esta versión habrá alertas pasivas con respecto a la interacción de medicamentos o alergias. La más simple de sus versiones recomendará a los médicos el reconsiderar ciertas decisiones si el sistema detecta alguna desviación de los estándares en una práctica regular.
- Generación 3. Esta generación tiene toda la funcionalidad de las anteriores y podrá dar seguimiento de los pacientes por medio de los resultados de todas sus visitas ambulatorias con una serie de alertas pasivas específicas para ese paciente. Si el estado del paciente cambia por cualquier situación, el sistema mandará un mensaje al médico de tipo: ¿Quiere hacer X?, junto con toda la información relevante de la situación.
- Generación 4. Esta generación dará el salto de ser un sistema pasivo que simplemente almacena la información, para ser un sistema capaz de tomar decisiones clínicas. El sistema estará integrado con una serie de flujos o pasos a seguir los cuales sugerirá, mediante la combinación de información del paciente, información de su condición, resultados previos y cálculos avanzados (probabilísticos, estadísticos, heurísticos).
Crear este tipo de sistema será extremadamente caro y requerirá de información recabada y estructurada de miles de horas invertidas en investigación y discusiones con expertos médicos y literatura de investigaciones científicas, acerca de la efectividad en las diferentes decisiones clínicas. En este punto el sistema de EMD deja de ser una simple herramienta para volverse parte del equipo encargado en la salud de un paciente.
- Generación 5. Este sistema será un sistema “inteligente”, capaz de modificarse a sí mismo una vez que haya adquirido nuevos conocimientos sobre el entorno del paciente y el estilo de los médicos y personal en cargo. En este sistema el personal tendrá todo el acceso necesario a información y recomendaciones para tomar la mejor decisión. Aparte, el sistema se convertirá en una fuente confiable de nuevos conocimientos, los cuales ayudarán al personal médico en las decisiones. El sistema creará nuevas opciones y posibilidades para que los médicos adopten en conjunto con el sistema nuevos procedimientos, alentando al personal médico en general en el desarrollo de nuevas técnicas, mejorando enormemente el cuidado de los pacientes.

³⁶ Gartner. Compañía líder a nivel mundial en investigación y consultoría sobre tecnologías de la información.



La evolución de los sistemas de EMD dependerá de dos factores principalmente. El primero es la experiencia adquirida en su utilización y el segundo serán los descubrimientos tecnológicos en otras áreas, los cuales puedan facilitar o mejorar la operación de las prácticas médicas, como la telemedicina.

Los EMD son la base para la telemedicina, un campo totalmente nuevo para el descubrimiento de tecnologías que hagan posible extender el alcance de los profesionales médicos.

La telemedicina es un reto tecnológico muy grande y, en conjunto, un reto sistémico de gran envergadura. La operación que conocemos hoy, común en el entorno médico, cambiara su estructura con la llegada de la telemedicina, los médicos enfrentaran nuevas oportunidades para ofrecer sus servicios mientras enfrentan los retos de una competencia global.

Los beneficios para la población son significativos ya que habrá una integración y un trabajo de equipo a nivel global, por paciente o por condición médica, para cada caso en específico.

Los EMD se convertirán en la pauta en el desarrollo de la telemedicina y los cambios organizacionales que ésta conlleve.



CONCLUSIONES GENERALES

A partir del análisis de sistemas, se ve como el sector médico es altamente complejo, está integrado por un gran número de participantes donde sus puntos de vista dependen de su situación en particular, en un tiempo determinado. Esto hace muy compleja la evolución del sector y es evidente la necesidad de otras ciencias que la complementen para tener un desarrollo y una evolución sostenida.

Durante las últimas décadas se ha visto como la ciencia y la tecnología ha revolucionado positivamente el entorno social. Estas nuevas tecnologías han contribuido a formar una sociedad con un intelecto diferente, una nueva forma de pensar y actuar, junto con aspiraciones renovadas de un futuro antes inimaginable.

La transición no ha sido fácil, muchas instituciones han sufrido los efectos secundarios del advenimiento tecnológico y muchas han perecido por su inhabilidad de adaptarse al cambio o por la inhabilidad de los planeadores para considerar a todos los involucrados en el diseño e implantación de dichas tecnologías.

La medicina no es la excepción a esta revolución tecnológica, se han creado técnicas y procedimientos de acuerdo con nuevos descubrimientos, impactando positivamente en la salud de la población.

Sin embargo, la administración de la información en el sector salud no ha aprovechado al cien por ciento los advenimientos tecnológicos; en un principio fue por los altos costos y la pronunciada curva de aprendizaje que representaba para los involucrados, pero hoy en día, la vida moderna ha amortizado enormemente este inconveniente. Los equipos de cómputo son mucho más accesibles y las personas interactúan con la tecnología todos los días para su vida cotidiana. Esto ha provocado que los países desarrollados hayan creado iniciativas para aprovechar la capacidad de cómputo en la administración de la salud, impactando positivamente en la población. El tener una población más saludable es la base para cualquier otro proyecto en el desarrollo de la humanidad.

Si la práctica médica en México no se integra a este movimiento, desaprovecharemos todos los beneficios que trae consigo, poniéndonos en riesgo de subsistir ante una competencia mundial a través de tecnologías remotas, que al pasar el tiempo son más comunes y accesibles haciendo que las personas busquen bienes y servicios en otros países sin importar la distancia.

Los Expedientes Médicos Digitales han sido la respuesta a la integración de la tecnología con la administración de la información en el sector salud. Eventualmente, los seres humanos en su calidad de personal médico, investigadores científicos, proveedores y pacientes se comunicaran a través de los Expedientes Médicos Digitales, tal cual como las empresas, las instituciones de inversión, los bancos y los inversionistas se comunican en el sector financiero. Esto formará una plataforma para la telemedicina y acelerará la globalización de la actividad médica.

En este documento hemos expuesto la complejidad del sector salud, haciendo un análisis profundo de los requerimientos para el diseño y puesta en marcha de un sistema de EMD en prácticas ambulatorias. La ingeniería en sistemas hace posible el presente análisis, diseño y desarrollo. Los conocimientos generados en este campo son la mancuerna perfecta para agilizar y modernizar la forma en que médicos y personal llevan su día a día, brindándoles las condiciones necesarias para una evolución sostenida que los mantenga al ritmo de los descubrimientos mundiales sin la preocupación de quedarse en el camino.

El modelo de sistemas viables, propuesto por Stafford Beer, es aparentemente más complejo que el sistema organizacional tradicional, sin embargo su implementación puede darse de manera sencilla, en el entorno médico, a través de los expedientes médicos digitales. Estos sistemas guiarán al



personal médico, así como a los administradores de estas instituciones en la comunicación y generación de información necesaria, la cual les permitirá crear mejores planes y programas que realmente se ajusten a las necesidades del entorno.

Si los expedientes médicos digitales son diseñados de acuerdo a las teorías de sistemas, estos evolucionarán junto con las instituciones que lo adopten y abrirán las puertas a nuevos descubrimientos y formas de operar, los cuales se reflejarán en la operación diaria del personal médico y en la salud de la población que consume sus servicios.

Es muy importante que el sector médico se percate de las ventajas que le brindan los sistemas de información en su operación día a día. Estos sistemas tienen la capacidad de aportar grandes beneficios a su calidad de vida, amortizando los impactos de una operación compleja donde intervienen una gran cantidad de personas; haciendo más rentable su operación.

Los pacientes se beneficiarían enormemente de la utilización de estas tecnologías, ya que pueden participar más activamente en el cuidado de su salud.

La implementación del modelo de sistemas viables en las organizaciones médicas de tipo ambulatorio, permite un mejor aprovechamiento de los recursos, brinda una operación más controlada y brinda la capacidad de planear para adaptarse más fácilmente a nuevos requerimientos del sector. Si esta estructura se replica horizontal y verticalmente a lo largo del sector salud, mejorará la calidad en el servicio, reflejándose en una población más saludable.

Los beneficios son holísticos, es decir, el mejoramiento de las organizaciones que proveen servicios médicos se reflejará positivamente en la vida de todo el personal involucrado, así como en los pacientes. Esto se reflejará en los supra-sistemas, como la economía, política, ciencia, arte, etc...



ANEXO I – TIPOS DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA LA IMPLANTACIÓN DE PLATAFORMAS COMPUTACIONALES

Actualmente predominan dos tipos de implementación de sistemas, instalación de red local y los servicios en línea, comúnmente conocidos como *Cloud Computing* (La Nube). Estas opciones son válidas para cualquier tipo de aplicación y para cualquier tipo de empresa. Al redactar esta tesis, se encontró que las ventajas de un método son las desventajas del otro y viceversa. Sin embargo este hecho tiene un doble sentido, ya que ambos métodos están estrechamente ligados y se complementan para obtener los resultados deseados.

¿En qué consiste la infraestructura de Cómputo Local?

Para dar soporte a sus operaciones las compañías han hecho uso de los equipos de cómputo. La red de área local es un conjunto de computadoras conectadas entre sí, dentro de un área geográfica limitada, como la oficina, un laboratorio, etc. Éstas pueden contener o no recursos y programas compartidos, estos recursos se encuentran instalados en alguna de esas computadoras, a la cual se le denomina como servidor. El servidor es un equipo de cómputo con características especiales, las cuales le permiten procesar y almacenar todos los requerimientos de información que las demás computadoras clientes de la red le soliciten.

Para hacer uso de estos recursos desde fuera de la red de área local, la compañía tiene que ampliar sus contratos de servicio en telecomunicaciones, pudiendo así, transferir más información desde sus servidores al exterior (Internet).

Ventajas de una infraestructura de Cómputo Local

- *Disponibilidad de las aplicaciones* - La disponibilidad de las aplicaciones es independiente de la disponibilidad de la conexión a Internet o de proveedores terciarios de la empresa.
- *Seguridad de la información* - En una red de área local, inaccesible desde el Internet, la complejidad tecnológica requerida para la protección de la información se reduce considerablemente. Así mismo, la empresa tiene control total de su información, ya que ésta nunca está fuera de la entidad corporativa, su territorio o su personal.
- *Costos* - Las organizaciones con gran tamaño pueden beneficiarse en términos de costos implantando su propia tecnología informática. Al pasar el tiempo, ésta se depreciará, lo que traerá beneficios fiscales que amortizarán la inversión devengada
- *Flexibilidad* - Desarrollar aplicaciones personalizadas le brinda a la organización de una gran flexibilidad. El personal de sistemas, puede modificar más dinámicamente la funcionalidad de la aplicación, de acuerdo en los constantes cambios en requerimientos de la empresa.
- *Soporte técnico* - Tener personal de soporte técnico que asista a los usuarios en el uso y manejo de las aplicaciones es de gran importancia para las empresas. Los departamentos internos de información y tecnología son capaces de responder rápidamente a problemas operativos, u de otra índole del servicio computacional de la empresa.



¿Qué es Cloud Computing³⁷?

En los últimos años Cloud Computing ha ganado una gran popularidad y esto tiene su razón de ser. La intención de las empresas por reducir los costos de operación y los gastos relacionados con la tecnología informática, han motivado la creación de una serie de tecnologías que brindan soluciones a los requerimientos operativos a través del Internet.

Cloud Computing puede dividirse en las siguientes categorías:

- *Infraestructura como servicio* (IaaS - Infrastructure as a service) - En lugar de adquirir servidores, software, espacio físico y una infraestructura de red; una compañía provee todo esto y factura al cliente en base a la cantidad consumida de los recursos.
- *Plataforma como servicio* (PaaS - Platform as a service) - Una compañía provee y administra sistemas operativos, bases de datos y todo lo necesario para operar aplicaciones sobre dicha plataforma.
- *Software como servicio* (SaaS - Software as a service) - En lugar de adquirir la licencia de un software, un proveedor instala y corre la aplicación para ser utilizado por el cliente. El software es actualizado y mantenido continuamente por el proveedor sin interrumpir el servicio.

Ventajas de Cloud Computing

- *Tiempos de Comercialización* - La rapidez con la que hoy en día tienen que responder los negocios al mercado, mientras los recursos internos de informática y personal tecnológico escasean, han provocado que los administradores y directivos de las empresas busquen proveedores tecnológicos en el internet, con los cuales puedan de manera fácil y rápida implementar sus operaciones sin tener que diseñar, instalar y mantener equipos y software. Simplemente estos negocios se subscriben al servicio y empiezan a utilizarlo de forma inmediata.
- *Costos* - Utilizar *Cloud Computing* minimiza los costos de inversión en dos importantes áreas del negocio: Primero, reduce significativamente la necesidad de personal informático; segundo, reduce los costos en la adquisición de equipo de cómputo como servidores, unidades de almacenamiento, equipo de red, licenciamiento en software y otros. Adicionalmente, muchos servicios son pagados mes con mes sin contratos a largo tiempo, dándole la facilidad a los negocios de aplicar tecnologías al momento y desecharlas cuando no se requieran más. Los costos por la renta mensual o anual del servicio podrán ser considerados costos de operación y deducidos de impuestos.
- *Escalabilidad* - Los servicios de cómputo en línea le permitirán crecer o reducir la capacidad del sistema dependiendo de las necesidades del negocio. Las compañías pueden contratar inicialmente un servicio limitado para extenderlo conforme la operación y el negocio crecen. Estos servicios brindan la facilidad de aumentar o reducir los requerimientos en infraestructura del servicio, sin ningún costo adicional para el cliente, simplemente ajustando la renta mensual.
- *Acceso a tecnología* - *Cloud Computing* le da la oportunidad a negocios o compañías pequeñas de acceder a una gran infraestructura de servicios y tecnología sofisticada a precios bajos. Esto le permite ofrecer a sus clientes y/o personal la funcionalidad y el desempeño que

³⁷ En este trabajo se decidió utilizar el término Cloud Computing, en vez de su equivalente en español, La Nube. Sentimos que el término en el idioma español es menos comprensible que su contraparte en el idioma inglés y este le añade incertidumbre al término.



tienen las grandes compañías, quienes invierten grandes cantidades de dinero en tecnologías informáticas, licenciamiento y equipo.

- *Mejor colaboración* - Puesto que los servicios tipo *Cloud Computing* pueden ser utilizados a cualquier hora desde cualquier computadora, es mucho más fácil colaborar con empleados, clientes y socios comerciales desde cualquier lugar. Permitiendo el centralizando de la información; todos trabajan en tiempo real con los datos eliminando la necesidad de actualizar diferentes sistemas o mantener la información distribuida sin ningún orden.
- *Eliminación de la necesidad de desarrollar sistemas propietarios* - Estas nuevas tecnologías le han dado la oportunidad, a expertos en sistemas, de desarrollar aplicaciones distribuibles a través de Internet, provocando un incremento de la oferta de aplicaciones que satisfacen hasta los más mínimos detalles de cualquier requerimiento. Esto elimina los grandes costos de análisis de sistemas y desarrollo de software a las empresas.
- *Utilización de las mejores prácticas* - Si su proveedor de servicio es una compañía comprometida y seria, los clientes pueden estar seguros de que están aplicando las mejores prácticas en términos de seguridad, confiabilidad y monitoreo. El nivel tecnológico que ofrecen estas compañías es muy caro y muy complejo para ser implementado localmente.
- *Ecológicamente responsable* - Por último, pero sin darle menos importancia, Cloud Computing se basa en la virtualización, en la compartición de recursos y optimización del gasto energético, el cual provee más servicios por menos energía de la que se consumiría localmente.



ANEXO II - DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Es importante escoger un método adecuado para la vida del desarrollo de la aplicación, esto delimitará las actividades necesarias para llevarlo a cabo. Los desarrollos de software modernos utilizan metodologías recursivas en lugar de las denominadas de cascada³⁸. Hay varias opciones y éstas difieren en forma y organización, tener alguna es mejor que no tener ninguna y no es tan importante cuál de ellas es utilizada, siempre y cuando se ejecute apropiadamente. (Deemer & Benefield, 2007)

Metodología de desarrollo

Para el desarrollo seleccionamos usar la metodología SCRUM, de la familia de metodologías de desarrollo Agile³⁹. SCRUM surge de la creencia de que el factor humano es determinante en el desarrollo de sistemas y considera la realidad de las situaciones emergentes en provecho de obtener mejores resultados. Agile enfatiza, en el desarrollo de software, que el producto puede ser utilizado de inmediato, en vez de esperar a que toda la funcionalidad esté desarrollada desde antes. Al final de cada iteración de desarrollo el producto semi-terminado puede ser utilizado.

El equipo de trabajo es multifuncional y autónomo, permitiéndole tomar decisiones para mejorar los resultados en el producto final. SCRUM se caracteriza por una serie de pasos los cuales describiremos brevemente a continuación, utilizando como referencia la Figura 32.



Figura 32 SCRUM (adaptado)

(Deemer & Benefield, 2007)

Puestos del equipo SCRUM

En SCRUM hay tres puestos principales: el *propietario de la aplicación*, el *equipo de desarrolladores* y el *facilitador SCRUM*.

³⁸ Metodología de Cascada o Waterfall – Metodología para el desarrollo de aplicaciones, donde los pasos para llevarlo a cabo van escalonados, de principio a fin.

³⁹ Agile – Grupo de metodologías para el desarrollo de software basadas en desarrollo iterativo e incremental.



El **Propietario del Producto** es responsable de alcanzar el máximo rendimiento del producto, mediante el análisis y diseño de calidad del producto a desarrollar, abstrayendo adecuadamente los requerimientos. (Deemer & Benefield, 2007)

El **Equipo de Desarrollo** está a cargo de construir el software o producto, éste incluye la aplicación, manuales, planes para la implantación, instrucciones de operación y otros. El equipo debe ser multidisciplinario para poder cumplir con todos los requerimientos de desarrollo. Generalmente el equipo de trabajo tiene de 3 a 15 integrantes, dependiendo del proyecto y los recursos económicos que tenga asignados. Normalmente está compuesto por analistas, programadores, diseñadores de interfaces, aseguradores de calidad. El equipo está encargado de la construcción del producto y aporta información importante e ideas de cómo debe ser la aplicación. Aunque el personal del equipo de trabajo puede cambiar o estar en más de un proyecto simultáneamente, esto no es recomendable, ya que puede afectar el desempeño del proyecto. (Deemer & Benefield, 2007)

El **Facilitador SCRUM** es uno de los más importantes elementos de la metodología. Éste hace todo lo que esté en su poder para ayudar al equipo de desarrolladores a tener éxito. El facilitador SCRUM, no es un gerente del equipo, él asiste a los desarrolladores protegiéndolos de interferencias externas y los guía en la utilización de la metodología SCRUM. (Deemer & Benefield, 2007)

Proceso SCRUM

El primer paso en la metodología SCRUM parte del propietario del producto, en nuestro caso del análisis hecho a todo lo largo de este trabajo, articulando una lista ordenada (por prioridad) de todos los requerimientos del sistema, con el más importante en primer lugar y así sucesivamente hacia abajo. Esto se conoce como la **Lista de Requerimientos del Sistema**, esta existe y evoluciona durante el proceso de desarrollo del proyecto. (Deemer & Benefield, 2007)

El segundo paso es una **Reunión para Planear el Sprint**⁴⁰. Esta reunión consiste en analizar la **Lista de Requerimientos del Sistema** discutiendo las metas a alcanzar y brindándole al equipo de desarrollo con la visión de, en qué consiste el sistema. Durante ésta el equipo de trabajo divide los requerimientos en tareas, comenzando por el primer requerimiento de la lista, asignándoles tiempos y seleccionando un número de tareas suficiente, el cual pueda ser trabajado y alcanzado durante el tiempo del Sprint. (Deemer & Benefield, 2007)

Al finalizar la reunión se crean unas tablas con el conteo del personal, número de horas, tareas y número de horas estimadas necesarias (Tabla 15 & Tabla 16).

Duración del Sprint	2 semanas
Días de trabajo durante el Sprint	8 días

Miembro del Equipo	Días disponibles (Sprint)	Horas por día	Total de horas durante el Sprint
Juan Rodríguez	8	5	40 horas [= 8 x 5]
Ernesto Jiménez	8	5	40 horas
Rosalba Suarez	7	6	42 horas

Tabla 15 Estimado de horas disponibles (Deemer & Benefield, 2007)

Una vez las tareas se han dividido y asignado el número de horas necesarias, el equipo de desarrollo comienza a trabajar en ellas, atacando así, cada uno de los requerimientos. Durante el proceso, cada

⁴⁰ Sprint – Verbo en el idioma Inglés que significa: carrera a toda velocidad en una corta distancia. En el contexto de la metodología SCRUM se refiere a un lapso de trabajo que varía entre 2 y 4 semanas donde el equipo de desarrollos se enfoca a trabajar sobre una lista de tareas específicas.



integrante del equipo elige las tareas en las que quiere trabajar, cambiando el estado de ésta, como corresponda (“Pendiente”, “En Progreso” y “Listo para Pruebas”). Este proceso se puede llevar a cabo a través de notas pegadas en la pared, dividiéndola en tres secciones cada una para cada estado, cada nota tendrá el título de la tarea y el número de horas asignadas. Si por cualquier razón la tarea se tarda más o menos de lo proyectado, el personal marcará el número de horas real que tardó cada tarea, esto les ayudará a hacer mejores proyecciones de los tiempos por cada tarea. (Deemer & Benefield, 2007)

Requerimientos	Tareas	Propietario	Estimado Inicial	Horas de trabajo restante por día								
				Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	
Acceso al sistema	Crear tabla de usuarios	Juan	4									
	Crear pantalla para acceso	Ernesto	2									
	Crear pantalla de registro	Ernesto	6									
Calendario de citas	Crear tabla de citas	Juan	4									
	Crear calendario	Rosalba	4									
	Crear forma para conf.	Juan	3									
	Crear forma para citas	Rosalba	6									
Total			29									

Tabla 16 Control del tiempo invertido SCRUM (Deemer & Benefield, 2007)

Una de las ventajas de este proceso es que una vez que el equipo de desarrollo comienza un Sprint, nadie puede interrumpirlo para cambiar sus objetivos. El propietario o cualquier otro interesado deberán esperar hasta que acabe el Sprint para hacer ajustes a los requerimientos. En casos excepcionales, el propietario puede dar por terminado un Sprint, antes de su finalización normal, provocando que todo el proceso vuelva a generarse, esto crea la noción, en los interesados, de la importancia del Sprint y crea conciencia, para que esto sólo ocurra en situaciones de real emergencia.

Habrà una reunión diaria donde los miembros de equipo de desarrollo se actualizarán y retroalimentaran unos a otros; cada uno por turnos discutirá 3 temas: que se finalizó, que está pendiente y qué impedimentos tiene enfrente que podrían bloquear su desempeño. Esta sesión toma aproximadamente de 15 a 30 minutos como máximo y es por esto que se requiere que los integrantes estén de pie; en ella no se discuten los temas, sólo se plantean. Posterior a la reunión diaria es responsabilidad del facilitador SCRUM apoyar a los desarrolladores, para evitar que sean bloqueados en su desempeño (Figura 32).

El tercer paso es la **Revisión del Sprint**, donde el equipo de desarrollo presenta los resultados del trabajo al propietario del sistema, miembros del equipo y cualquier otro interesado. En esta sesión no hay presentaciones o formalismos, simplemente se enseña de forma rápida los resultados del avance. No existe preparación alguna para esta reunión, excepto por lo trabajado durante el Sprint.

El cuarto paso es la **Retrospectiva del Sprint**, ésta se lleva a cabo por el equipo de desarrollo en conjunto con el facilitador SCRUM, su objetivo es hacer un análisis de los sucedido durante el Sprint para identificar oportunidades de mejora, retos y cambios en la forma de trabajo (respetando los lineamientos de la metodología SCRUM). Como el facilitador SCRUM es parte integral del equipo de desarrollo, puede requerir el apoyo de alguna persona ajena, la cual funja como mediador.

Este proceso (pasos del 1 al 4) es iterativo, hasta que el propietario del sistema decide que el producto está listo para ser utilizado. Aquí se lleva a cabo la **Planeación para la Puesta en Marcha** o implantación. Posterior a este paso intermedio, se continúa con las iteraciones como parte de la evolución del sistema (Figura 22).



Implementación

Para llevar a cabo el modelo de desarrollo e integrar al equipo de trabajo de forma eficiente, se implementó la utilización de dos herramientas de software⁴¹, soporte indispensable en el desarrollo de aplicaciones:

Sistema de asignación de tareas

El sistema para la asignación de las tareas (Ticketing System) es de gran apoyo para crear la lista de los requerimientos, las tareas que los componen y el personal asignado. Así mismo, permite llevar el control del tiempo invertido por cada una de estas tareas, por lo tanto el control del tiempo total invertido en el requerimiento.

Esta herramienta permite llevar el control de todos los pasos del desarrollo (apoyado en la metodología SCRUM) en un sistema computacional, donde los integrantes del equipo de desarrollo se dispersen geográficamente.

Sistema para el control de versiones

También es de vital importancia en el desarrollo de software llevar el control del código generado por los programadores, esto permite aprovechar el desarrollo mediante técnicas de programación (programación orientada a objetos). Este sistema brinda la capacidad a los programadores de volver a versiones anteriores del sistema, permite llevar un control de versiones para la aplicación y permite integrar un código de libre distribución, manteniendo una estructura organizada y entendible para todos los participantes.

⁴¹ Estas herramientas de software se encuentran fusionadas en una aplicación SaaS llamada Codebase. Codebase utiliza tecnologías como: Git, Subversion y Mercurial; más una aplicación web propietaria para ticketing system.

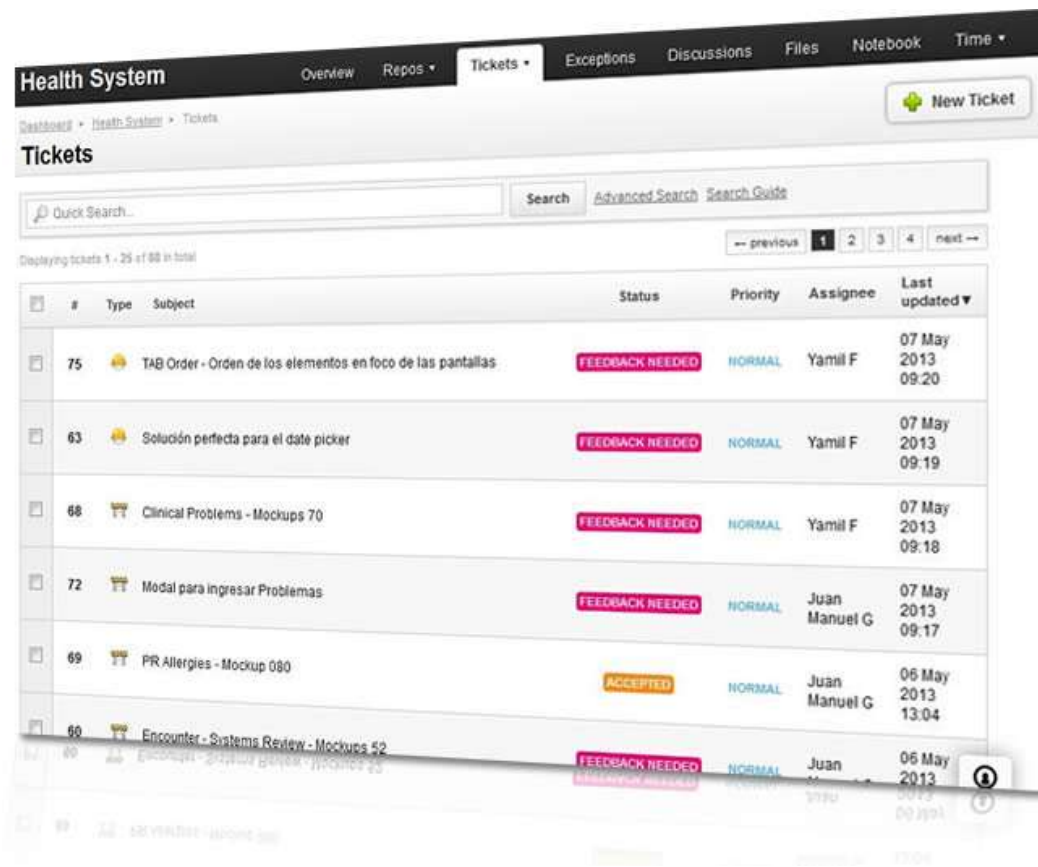


Figura 33 Codebase, aplicación en red con sistema de tareas y control de versiones

El desarrollo final difiere del diseño original en algunos aspectos, se supone que estas diferencias entre ambos son mejoras que se fueron considerando conforme el software se desarrollaba y estas atienden mejor las características requeridas. Las siguientes imágenes son el resultado del desarrollo de la propia aplicación.

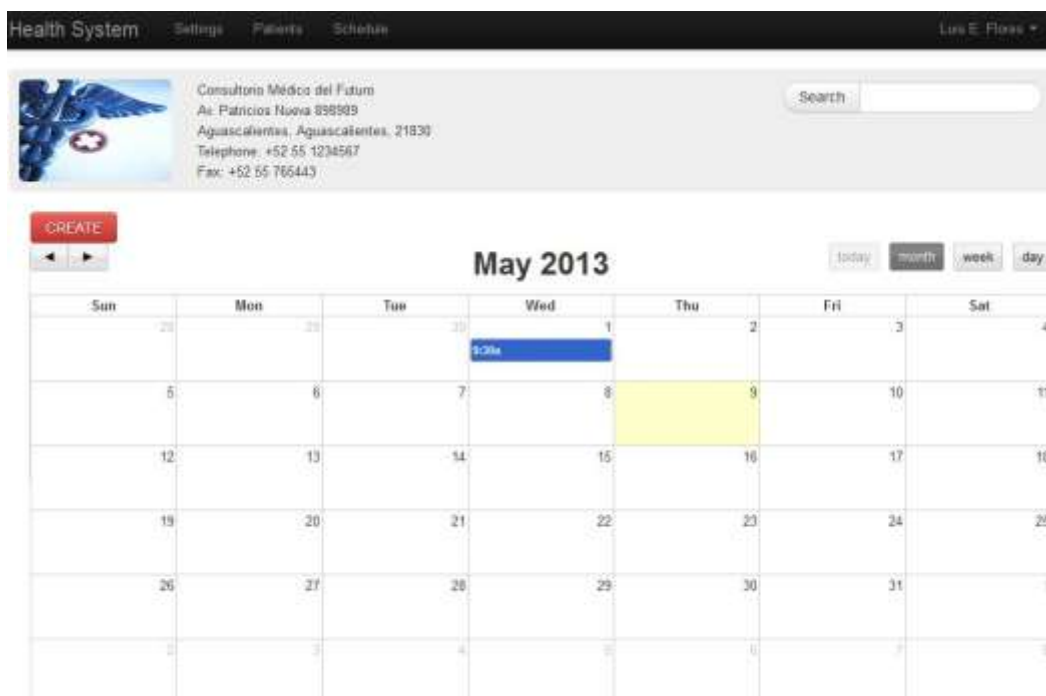


Figura 34 Calendario

Podemos ver el resultado en el desarrollo del módulo del calendario en nuestra aplicación Figura 34. Al compararlo con nuestro diseño original en la Figura 25 Calendarización de citas y accesos a otros módulos, podemos ver algunos cambios, sobre todo en la parte del acceso a otros módulos, el cual se encuentra en el menú superior a un lado del título del sistema.

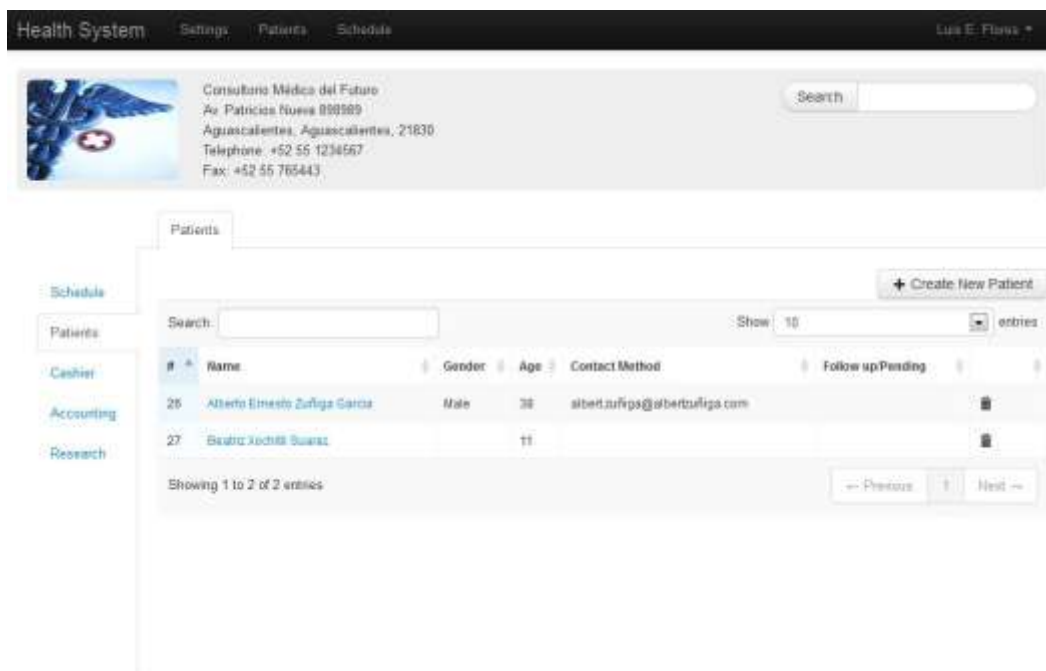


Figura 35 Listado de pacientes



Health System Settings Patients Schedule Luis E. Flores

Censuuario Médico del Futuro
Av. Patricios Nueva 898989
Aguascalientes, Aguascalientes, 21830
Telephone: +52 55 1234567
Fax: +52 55 755443

PATIENT RECORD
Alberto Ernesto Zuñiga Garcia
Dr. Josue F. Macoy

Search

Summary Demographics Habits & Genetic Screening Kin Information

Main info Save Cancel Eliminar

Main Practitioner within this practice ^
Practitioner: Dr. Josue F. Macoy

Personal Information ^

Passport: P185001 Add IDs
Name: Alberto Ernesto Zuñiga Garcia Add Names
Date of Birth: 23/04/1975 Age: 38
Gender: Male
Ethnicity: white
Race Background: Greek New
 Exempt for Report

Figura 36 Información demográfica del paciente

Pruebas y aseguramiento de la calidad

En todo desarrollo de sistemas informáticos debe haber diferentes fases de pruebas, y nuestro desarrollo no es excepción. Las pruebas constituyen parte importante para el éxito del proyecto. Hay diferentes tipos de pruebas que se corren a lo largo del desarrollo de la aplicación, así como durante la implementación del sistema mismo.

Hay varias técnicas para llevar a cabo pruebas durante el desarrollo de aplicaciones informáticas, nuestro modelo de desarrollo SCRUM emplea una técnica denominada “Test-Driven Development” que relega pruebas profundas en el código responsabilidad del equipo de desarrollo. En este capítulo se hace referencia a las pruebas finales necesarias para evaluar la funcionalidad del sistema informático y pruebas para la implementación con los usuarios.

El software primeramente se implementó en un sistema de pruebas, esto proporciona la herramienta adecuada para llevar un control de resultados y un ambiente donde personal encargado de la calidad podrá experimentar; explotar todas y cada una de las funciones que lo componen.

Pruebas de caja negra

Un tipo de pruebas que utilizaremos en esta fase se ubica en la categoría denominada como pruebas de caja negra. Esta supone que no se conoce el funcionamiento interno de la aplicación, tratándola como una caja negra.



Figura 37 Diagrama de caja negra

La persona encargada de las pruebas sólo conoce que es lo que se supone hace la aplicación, a partir de esto haremos pruebas basadas en las especificaciones⁴². Este tipo de prueba requiere la creación de “Casos de Prueba” (Test-Cases), los cuales indicaran el tipo de respuesta de acuerdo a los datos ingresados, esto nos dirá “si es” o “no es” el resultado esperado de acuerdo con el caso de prueba.

Es decir, se compararan datos ingresados con los resultados arrojados por el sistema, así mismo se evaluará la consistencia de la información a través del tiempo y la manipulación de ésta en el sistema.

Pruebas de integración

Las pruebas de integración verifican que el sistema informático funcione como un todo, es decir, las dependencias o interacción entre módulos funcione adecuadamente. Los componentes deben integrarse iterativamente, esto permitirá que nuestra aplicación crezca progresivamente en funcionalidad, controlando su evolución e impacto dentro del sistema Socio-técnico.

Las pruebas de integración ayudan a exponer los defectos entre los módulos (expediente médico, caja, financiero, portal del paciente, etc...). La retroalimentación de estas pruebas creará sugerencias que se implementarán en el diseño hasta alcanzar un software integrado como un sistema.

Pruebas de la versión alfa

Una vez que la aplicación está lista para ser utilizada como un sistema, se proporciona al experto o expertos, quienes pudieron o no haber participado en el diseño. Ellos probarán la aplicación y darán su visto bueno para ser utilizado por clientes; es decir, en una práctica real con pacientes reales, a esta versión utilizada como prueba en un ambiente real se le denomina versión beta.



Figura 38 Versiones de prueba

⁴² Los métodos utilizados para hacer pruebas tipo caja negra incluyen: el método de equivalencia, particionamiento, análisis en las fronteras de los valores, transición en el estado de las tablas, tablas de decisión, pruebas basadas en modelos, casos de uso, pruebas exploratorias y pruebas basadas en especificaciones.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

AJAX. Técnicas combinadas de programación que usan tecnologías como XML y JavaScript para crear aplicaciones dinámicas utilizando recursos del lado del cliente.

Análisis de Negocio. Es una disciplina para la investigación de requerimientos y determinar las posibles soluciones a problemas. Generalmente tiene un componente de sistemas informáticos, pero también incluye procesos de mejora organizacional, planeación estratégica y desarrollo de políticas. La persona encargada de esta tarea es llamada Analista de Negocios.

Apache. Software servidor para aplicaciones web

Aplicaciones de cliente ligero. Más conocido por su término en Inglés “Thin Client”, significa que la aplicación está instalada en un servidor remoto y los recursos utilizados en el equipo cliente son mínimos, lo más pesado en términos de procesamiento y utilización de memoria es efectuado en el servidor.

Cibernética. Desarrollado por Norbert Wiener, el término cibernética es derivado de la palabra griega kybernetes (κυβερνήτης) que significa timonel y describe el principio del gobierno y dirección de la tecnología o de los sistemas.

Circuito de Control. También llamado Bucle de Control.

Comunicación. Desde el punto de vista técnico se entiende por comunicación el hecho que un determinado mensaje originado en el punto A llegue a otro punto determinado B, distante del anterior en el espacio o en el tiempo.

Ensayo Clínico Aleatorio [Randomize Controlled Trials; siglas en Inglés, RCT]. Pruebas de control para tratamientos en pacientes. Sistema utilizado para probar tratamientos o medicamentos alternativos en grupos de individuos que presentan una misma enfermedad o síntoma.

Exploradores. Hay una gran variedad de exploradores los cuales pueden ser instalados localmente de manera gratuita. Los más conocidos son Mozilla Fire Fox, Microsoft Explorer, Apple Safari y Google Chrome.

Función de Transferencia. Modelo matemático que a través de un cociente relaciona la respuesta de un sistema a una señal de entrada.

Gobierno Corporativo. El gobierno corporativo constituye un elemento clave para aumentar la eficacia económica y potenciar el crecimiento, así como para fomentar la confianza de los inversores. El gobierno corporativo abarca toda una serie de relaciones entre el cuerpo directivo de una empresa, su Consejo, sus accionistas y otras partes interesadas. El gobierno corporativo también proporciona una estructura para el establecimiento de objetivos por parte de la empresa, y determina los medios que pueden utilizarse para alcanzar dichos objetivos y para supervisar su cumplimiento.

Hardware. Composición de elementos físicos y dispositivos electrónicos que componen a un equipo de cómputo.

Holismo. Teoría que parte de que el todo está íntimamente interconectado, de tal forma que una de sus partes no podría existir de forma independiente, o no podría ser entendida sin referirse al todo, el cual está considerado como algo más que la suma de las partes.

Implantación Big Bang. Se llama así a la estrategia de implantación de sistemas donde se lleva a cabo el cambio de forma instantánea. La curva de aprendizaje es muy pronunciada y tiene un riesgo más alto de errores, sin embargo el cambio es rápido y si es monitoreado eficientemente puede ser más económico que el Incremental.

Implantación Incremental. Estrategia de implantación de sistemas donde el cambio es paulatino, su objetivo es minimizar el riesgo de cometer errores. Su curva de aprendizaje es menos pronunciada, sin embargo el cambio es lento y puede ser más costoso que el de tipo Big Bang.



Ingeniería de Sistemas. Campo interdisciplinario de la Ingeniería, enfocado en la complejidad de los sistemas y su administración durante todo su ciclo de vida. La logística, la administración de proyectos y las máquinas de control automático, entre otros, se hacen más difíciles de manejar cuando se trata de proyectos grandes y complejos, la ingeniería de sistemas analiza y estudia procesos, procedimientos y técnicas que ayudan en el control de riesgos. Ésta se traslapa con disciplinas orientadas al control industrial, de las organizaciones y la administración de recursos.

Internet. Red de interconexión mundial donde computadoras en todo el mundo se comunican y comparten información y recursos.

Intranet. Red de interconexión de una compañía o compañías donde los usuarios son bien conocidos por los administradores de esta.

Mockup (Mock-up). Término en idioma Inglés, utilizado en la manufactura o diseño para referirse a un prototipo, el cual sirve para ejemplificar, demostrar, evaluar, promover u otro lo planeado.

MySQL. Es el manejador de bases de datos más popular, debido a su alta disponibilidad, seguridad y precio.

PHP – Lenguaje de programación de tipo Hipertexto diseñado para el desarrollo de aplicaciones web.

Plataforma. Se llama así al conjunto de programas que establecen la comunicación entre el usuario y la máquina, son también conocidos como sistemas operativos y los más comunes son: Windows, Mac, Linux, Unix.

Postulado. Un postulado es una proposición no evidente por sí misma, ni demostrada, pero que se acepta ya que no existe otro principio al que pueda ser referida.

Proliferación de la Variedad. Crecimiento exponencial de las circunstancias, dependiente del número de entradas, matemáticamente representado como 2^{n^2} .

Referencia. Información y estímulos recibidos del exterior por un sistema.

Sector Médico. Médicos y personal asociado encargado del sector salud.

Sector Salud. Conjunto de instituciones públicas y privadas (hospitales, clínicas, gobierno), encargados de la salud de la población.

Sistema Sociotécnico. En el desarrollo organizacional, el término Sistema Sociotécnico, describe una forma de definir a una organización compleja que reconoce la interacción entre personas y tecnología en el lugar de trabajo. El término también se refiere a la interacción entre la compleja infraestructura social y el comportamiento humano.

Software. Término en idioma Inglés, utilizado comúnmente en el idioma Español para referirse a programas o aplicaciones informáticas o computacionales. Colección de programas computacionales e información relacionada, que provee instrucciones a una computadora, indicándole que hacer y cuando.

Sprint. Verbo en el idioma Inglés que significa: carrera a toda velocidad en una corta distancia. En el contexto de la metodología SCRUM se refiere a un lapso de trabajo que varía entre 2 y 4 semanas donde el equipo de desarrollos se enfoca a trabajar sobre una lista de tareas específicas.

Three Tier Approach. Es la arquitectura más adoptada para aplicaciones en red, en la cual el sistema se compone de tres partes, una dedicada a una función específica: almacenamiento, procesamiento y presentación de la información.

Weltanschauung. Punto de vista, forma de ver el mundo desde la perspectiva individual de una persona o grupo. El término es una extracción de las palabras en alemán Welt (“mundo”) y Anschauung (“vista” o “percepción”) y se podría traducir literalmente como una “percepción amplia del mundo”.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ackoff, R. L. (2010). La administración de las interacciones. En R. L. Ackoff, *Cápsulas de Ackoff - Administración en pequeñas dosis* (págs. 148-151). México: Limusa.
2. Ashby, R. W. (1957). *An Introduction to Cybernetics*. London: Chapman & Hall Ltd.
3. Bañuelos Delgado, N. (12 de 01 de 2009). Expediente Clínico. Tepic, Nayarit, México.
4. Beer, S. (1972). *Brain of the Firm*. Great Britain: John Wiley and Sons Ltd.
5. Beer, S. (1979). *The Heart of the Enterprise*. Great Britain: John Wiley and Sons Ltd.
6. Carter, J. H. (2008). *Electronic Health Records. A Guide for Clinicians and Administrators*. ACP Press.
7. CCHIT. (2011). Certified 2011 Ambulatory EHR Certification Criteria. United States of America.
8. Deemer, P., & Benefield, G. (2007). The SCRUM Primer.
9. DePhillips III, H. A. (2007). Initiatives and Barriers to Adopting Health Information Technology. Wayne, Pennsylvania, United States of America.
10. Diario Oficial de la Federación. (1998). Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998 Expediente Clínico. *Diario Oficial de la Federación*.
11. Diario Oficial de la Federación. (22 de agosto de 2003). Resolución por lo que se modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998, del Expediente Clínico. *Diario Oficial de la Federación*, 5(11).
12. Diario Oficial de la Federación. (01 de enero de 2010). Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010 Expediente Clínico Electroónico. *Diario Oficial de la Federación*.
13. Facultad de Medicina-UNAM. (2005). *Historia Clínica Académica* (Vol. Tercera Edición). México: Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México.
14. Goldsmith, J. (2005). Envisioning The Future., (pág. 2).
15. Gómez, Sesma, Becerril, Knaul, Arreola, & Frenk. (2011, octubre 31). Sistema de Salud de México. *Salud Pública de México*, pp. 220-232.
16. González Aquino, D. P. (2009). Valor del Expediente Clínico en el Dictamen Pericial. *X Curso de Actualización en Anestesiología en Ginecología y Obstetricia*, (págs. 1-6). México. Obtenido de http://www.smago.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=148
17. González-Aquino. (s.f.). Valor del Expediente Clínico en el Dictamen Pericial. *X Curso de Actualización en Anestesiología en Ginecología y Obstetricia*, (págs. 1-6). México.
18. Hamish, F. S., Biondich, P., Moodley, D., Choi, S., Szlovits, P., & Mamlin, B. W. (2005). Implementing Electronic Medical Record Systems in Developing Countries. *British Computer Society*, 13:83-95.
19. Hodge, T. (07 de 02 de 2011). *National Electronic Health Record Initiatives - The 2011 Who's Who*. Recuperado el 10 de 01 de 2013, de Canada Health Infoway: <http://infowayconnects.infoway-inforoute.ca/>
20. Hoverstadt, P., & Bowling, D. (2011). *Modeling Organizations Using The Viable Systems Model*. Recuperado el Abril de 2011, de Fractal The Science of Organization: <http://www.fractal-consulting.com>
21. IBM. (s.f.). Dictionary of Computing.
22. INEGI. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado el 03 de Marzo de 2012, de INEGI: <http://www.inegi.org.mx>
23. Institute Of Medicine. (2003). *Key Capabilities of an Electronic Health Record System*. Washington, DC: The National Academiess Press.
24. Institute Of Medicine; Committee on Patient Safety and Health Information Technology. (2012). *Health IT and Patient Safety: Building Safer Systems for Better*. Washington, DC, United States of America: The National Academies.
25. Instituto Federal de Acceso a la Información y Datos Personales. (s.f.). Guía Práctica para Ejercer el Derecho a la Protección de Datos Personales. México, Distrito Federal, México.
26. Instituto Federal de Acceso a la Información y Datos Personales. (n.d.). Guía Práctica para Generar el Aviso de Privacidad. México, Distrito Federal, México.
27. Instituto Mexicano del Seguro Social. (2006). EMR & HL7. *CBIS*, (pág. 48).



28. Kenneth, M. D., & Isaac, K. S. (2012). *Escaping The EHR Trap - The Future of Health IT*. Recuperado el 27 de 02 de 2013, de The New England Journal of Medicine: <http://www.nejm.org>
29. Laszl, A., & Krippner, S. (1998). *Systems Theories: Their Origins, Foundations, and Development*. Amsterdam: Elsevier, J.S. Jordan (Ed.).
30. OCDE. (2004). *Principios del Gobierno Corporativo de la OCDE*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
31. OCDE. (2005). *Estudios de la OCDE sobre los sistemas de salud*. México: Secretaría de salud México.
32. Organización Mundial de la Salud. (2008). *Informe sobre la salud en el mundo 2008: La atención primaria de salud, más necesaria que nunca*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
33. Pan, J. (1999). *Software Testing*. Pittsburgh, Pennsylvania, United States of America.
34. Páras Ayala, J. A., & Estrada Chapman, G. M. (2005). *Administre su Consultorio como una Empresa de Servicios*. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica.
35. Poder Ejecutivo/Secretaría de Gobernación - México. (05 de 07 de 2010). Decreto por el que se expide la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares. *Diario Oficial*.
36. Population Reference Bureau. (2012). *Population and Economic Development Data Sheet 2012*. Washington, DC, United States of America: Population Reference Bureau.
37. Prior, J. A., & Silberstein, J. S. (1977). *Physical Diagnosis - The History and Examination of the Patient*. Sanint Luis: The C.V. Mosby Company.
38. Proctor P. Reid, W. D. (2005). *Building a Better Delivery System. A New Engineering/Health Care Partnership*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
39. Quijano, M. (Noviembre-Diciembre de 2003). La medicina en México de 1940 al 2000. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 46(6), 215 - 216.
40. Raúl Espejo, A. G. (1997). The Viable System Model as a Framework of Understanding Organization.
41. Reyes Ponce, A. (2004). *Administración Moderna*. México: Limusa.
42. Rosenblueth, A., Wiener, N., & Bigelow, J. (1943). Behavior, Purpose and Teleology. *Philosophy of Science*, 10(1), 18-24.
43. Secretaría de Salud - DGIS y SaOI. (2009). Conceptos Generales del Expediente Clínico Electrónico. *Recurso de Lectura*.
44. The Picker Institute. (20 de 11 de 2012). *Principles of Patient-Centered Care*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de The Picker Institute: <http://www.pickerinstitute.org>
45. U.S. News. (18 de 07 de 2011). *The Era of Electronic Medical Records*. Recuperado el 27 de 02 de 2013, de US News and World Report: <http://health.usnews.com/health-news/most-connected-hospitals/articles/2011/07/18/most-connected-hospitals>
46. U.S. News. (16 de 07 de 2012). *How We Selected The Most Connected Hospitals*. Recuperado el 27 de 02 de 2013, de US News and World Report: <http://health.usnews.com/health-news/most-connected-hospitals/articles/2012/07/16>
47. Valencia, E. P. (09 de 05 de 2011). *El gasto destinado al sector salud mantiene una tendencia creciente durante 2011*. Recuperado el 09 de 01 de 2013, de Select en tus decisiones TIC: www.select.com.mx
48. World Health Organization. (2011). *Atlas eHealth Country Profiles*. Geneva: WHO Press.
49. York Universit . (2012). *General Systems Theory*. Recuperado el Abril de 2012, de Theories Used in IS Research: http://www.fsc.yorku.ca/york/istheory/wiki/index.php/General_systems_theory



BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Stafford Beer (1985), Diagnosing the System for Organizations, Great Britain: John Wiley and Sons Ltd.
2. Stafford Beer (1989), Chronicles of Wizard Prang, Internet: <http://www.chroniclesofwizardprang.com>
3. Wikipedia (2013), Systems Development – Life Cycle, Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Systems_development_life-cycle
4. Wikipedia (2013), Business Analysis, Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Business_analysis
5. Wikipedia (2013), Web Application, Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Web_application
6. MySQL (2013), MySQL, Internet: <http://www.mysql.com>
7. Apache (2013), Apache Server, Internet: <http://www.apache.org/>
8. PHP (2013), PHP Scripting Language, Internet: <http://php.net/>
9. Kohana (2013), Kohana HMVC PHP5 Framework, Internet: <http://kohanaframework.org/>
10. Wikipedia (2013), Hierarchical Model View Controller, Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Hierarchical_model%E2%80%93view%E2%80%93controller
11. Github (2013), Bootstrap, Internet: <http://twitter.github.io/bootstrap/>
12. IBM (2003), Best Practices for Software Development Projects, Internet: http://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/0306_perks/perks2.html
13. IBM (2003), Guide to Running Software Development Projects, Internet: http://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/0306_perks/perks.html
14. Wikipedia (2013), Agile Software Development, Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development
15. Codebase (2013), Codebase, Internet: <http://www.codebasehq.com/>
16. Wikipedia (2013), Software Testing, Internet: http://en.wikipedia.org/wiki/Software_testing