



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD ZACATENCO

**PROGRAMA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y
TECNOLÓGICO PARA LA SOCIEDAD**

**“Ecosistema de software del expediente clínico electrónico en el
Sistema Nacional de Salud en México: actualidad y perspectivas
de mejora”**

TESIS

Que presenta

Israel Huerta Ibarra

Para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS

EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

PARA LA SOCIEDAD

Directores de la Tesis: Dr. Ernesto Suaste Gómez

Dra. Lina Sofía Palacio Mejía

Ciudad de México

Febrero, 2019

Resumen

Introducción. El expediente clínico electrónico (ECE) es una herramienta útil que mejora la atención del paciente, hace más eficiente el manejo de recursos por parte del personal de salud y permite encaminar esfuerzos hacia la universalización de la atención en el sistema nacional de salud. A pesar de esto los avances en su implementación en México han sido modestos. Para saber qué áreas de oportunidad son susceptibles de mejorar en estos procesos, se ha analizado el ECE bajo la perspectiva de ecosistemas de software.

Objetivo. Proponer una primera versión del ecosistema de software del expediente clínico electrónico en el sistema nacional de salud de México.

Material y métodos. El trabajo de investigación se dividió en una fase documental en la que se consultaron bases de datos científicas, Scopus, Web of Science, PubMed, bibliotecas online de universidades del país y búsquedas en Internet para obtener los datos sobre publicaciones, tesis, empresas, asociaciones, grupos de trabajo y reglamentación del expediente clínico electrónico de México. En una segunda fase se aplicaron entrevistas semiestructuradas a actores del sistema nacional de salud relacionados con el ECE en los ámbitos de atención a la salud, académicos, profesionistas en el sector privado, tomadores de decisión del sector y emprendedores con el fin de conocer su experiencia y percepción de los procesos de desarrollo y adopción del expediente en México. Los datos obtenidos de las entrevistas fueron sometidos a un análisis cualitativo.

Resultados. Se obtuvo un primer esbozo del ecosistema de software del ECE, los actores y las relaciones entre ellos. Se determinaron los principales trabajos científicos y tesis publicados sobre el desarrollo del expediente en el país, se hizo un recuento de la reglamentación, las empresas que ofrecen sus productos en México y la educación de informática biomédica a los estudiantes de medicina. A partir de lo anterior se determinaron acciones encaminadas a fortalecer dicho ecosistema.

Discusión. El ecosistema de software del ECE en el país es aún incipiente, si bien, están presentes los elementos que, de acuerdo con los especialistas en el área, deben existir: factor tecnológico, factor humano y normatividad. Se requiere mayor desarrollo ya que, de acuerdo a los resultados observados, el factor humano es escaso en comparación con otros países, los grupos de trabajo e investigación en la materia son también escasos, la normatividad se considera aún susceptible de mejorar al igual que el papel rector del Estado en dicho ámbito.

Conclusiones. En análisis del ECE a través de la perspectiva de ecosistemas de software permitió entender el problema como uno en donde las dimensiones tecnológica, normativa y humana se relacionan y afectan su desarrollo. El mejoramiento de cada uno de estos factores es necesario para lograr un avance en los procesos de desarrollo e implementación del ECE. El aumento del personal médico con comprensión de temas de informática biomédica, la mejora y cumplimiento de la normatividad en la materia, la existencia de organismos rectores específicos en la materia y el involucramiento de la ciudadanía en estos desarrollos podrían ayudar a fortalecer el ecosistema del expediente clínico.

Palabras clave: ecosistema de software, registro electrónico de salud, sistemas de salud, informática médica, programas informáticos, México,

Abstract

Introduction. The electronic health record (EHR) is a useful tool that improves patient care, makes more efficient the management of resources and is necessary to achieve the universalization of care in the national health system. Despite this, the advances in its implementation in Mexico have been modest. To know which areas of opportunity are likely to improve in these processes, the EHR has been analyzed from the perspective of software ecosystems.

Objective. Propose a first version of the software ecosystem of the electronic health record in the National Health System of Mexico.

Material and methods. The research was divided into a documentary phase in which scientific databases were consulted: Scopus, Web of Science, PubMed, online libraries of universities and Internet searches in order to obtain data about publications, theses, companies, associations, working groups and regulation of the EHR. In a second phase, semi-structured interviews were applied to actors of the national health system related to the EHR. Experts of health care; academics, professionals in the private sector, stakeholders and entrepreneurs were considered in order to know their experience and perception of the processes of development and adoption of the EHR in Mexico. The data obtained from the interviews was analyzed in a qualitative way.

Results A first sketch of the EHR software ecosystem, the actors and the relationships between them was obtained. The main scientific papers and theses published on the development of these system in the country were determined, a review of the regulation was made, the companies that offer their products in Mexico and the biomedical informatics education received by medical students was researched. Based on the above, actions aimed at strengthening this ecosystem were determined.

Discussion. The ecosystem of software of the EHR in the country is still incipient, although, all the elements that, according to the specialists, are present: technological factor, human factor and normativity. Further development is required since, according to the observed results, the human factor is scarce in comparison with other countries, the work and research groups in the materia are also scarce, the regulations are considered still susceptible to improvement as well as the role of the State in this area.

Conclusions The analysis of the EHR, through the software ecosystem perspective, was possible to understand the problem as one in which the technological, normative and human dimensions are related and affect its development. The improvement of each of these factors is necessary to achieve progress in the processes of development and implementation of the EHR. The increase of the medical staff with understanding of biomedical informatics topics, the improvement and compliance of the regulations in the matter, the existence of specific governing bodies and the involvement of the citizens in these developments could help strengthen the ecosystem of the electronic file.

Keywords: software ecosystem, Electronic Health Records, Delivery of Health Care, Medical Informatics, software, Mexico,

Índice

Resumen.....	3
Abstract.....	5
Índice de figuras.....	11
Índice de tablas.....	12
Agradecimiento.....	13
Agradecimientos.....	15
Estructura de la tesis.....	19
Capítulo 1. Antecedentes.....	21
Introducción.....	21
Motivación de la tesis.....	21
Pregunta de investigación.....	22
Hipótesis.....	22
Objetivos.....	22
General.....	22
Específicos.....	22
Sistemas de salud.....	23
Prestación de servicios.....	24
Personal.....	24
Sistemas de información.....	25
Acceso a medicamentos.....	25
Financiamiento.....	25
Gobierno.....	25
Sistema de Salud en México.....	26
Actualidad del SNS.....	27
Estructura funcional del Sistema Nacional de Salud.....	30
Usuarios.....	30
Financiamiento.....	31
Recursos.....	32
Información en Salud.....	33
Rectoría.....	34
Otros organismos.....	35
Regulación.....	35
Retos.....	36
Sistemas de informática biomédica.....	38
eSalud (eHealth).....	40
eSalud en México.....	44
Ejemplos de sistemas de informática biomédica en el SNS de México.....	45
Expediente Clínico Electrónico.....	45
Registros nacionales.....	45
Programas de impulso a las TIC en el gobierno mexicano.....	46

Estrategia Digital Nacional.....	47
México conectado.....	47
Regulación de los sistemas de informática biomédica en México.....	48
Enfoque transdisciplinario de la informática biomédica.....	49
Tipos de investigación.....	49
Transdisciplina.....	50
Sistemas de información y transdisciplina.....	50
“Wicked problems” y la informática biomédica.....	51
Capítulo 2. Expediente Clínico Electrónico.....	53
Introducción.....	53
Definiciones.....	53
Propósito.....	58
Sistema EHR.....	59
El Expediente Clínico Electrónico en México.....	60
El ECE y la regulación.....	63
El Expediente Clínico Electrónico en otros sistemas de salud.....	64
Corea.....	64
Estados Unidos.....	64
Inglaterra.....	65
Escocia y Gales.....	65
Francia.....	65
India.....	66
Australia.....	66
Canadá.....	67
Nueva Zelanda.....	68
Grado de avance en la implementación del ECE en el mundo.....	69
Consideraciones a partir de experiencias en el mundo.....	71
Capítulo 3. Ecosistemas de software.....	73
Introducción.....	73
Conceptos básicos.....	73
Definición.....	75
Tipología de ecosistemas de software.....	79
Estudio de los ecosistemas de software.....	80
Arquitectura del ecosistema de software.....	80
Estructura organizacional.	81
Estructura de negocio.	81
Estructura de software.	82
Relaciones entre las estructuras.....	82
Actores en los ecosistemas.....	83
Diseño de un ecosistema de software.....	86
Relevancia y experiencias del enfoque de ecosistemas.....	89
Ecosistema de telesalud en Dinamarca.....	89
Ciencias de la vida.....	89

Cambio de paradigma.....	90
Otros trabajos.....	90
Capítulo 4. Ecosistema de software del expediente clínico electrónico en México.....	91
Introducción	91
Metodología.....	91
Trabajo documental.....	91
Tesis	93
Empresas.....	93
Educación.....	93
Sistemas operando en el país.....	94
Trabajo de campo.....	94
Resultados obtenidos.....	95
Artículos científicos.....	95
Empresas.....	97
Educación de informática biomédica en universidades.....	101
Tesis.....	103
Entrevistas.....	105
Estado del ecosistema actual del ECE.....	105
Experiencia en el desarrollo de sistemas de ECE e informática biomédica en general.....	106
Panorama del ecosistema del ECE en el futuro.....	107
Análisis de actores.....	108
Instituciones de salud.....	108
Personal médico.....	111
Academia.....	112
Federación.....	113
Industria.....	115
Sociedad civil.....	116
Integración de análisis.....	117
Capítulo 5. Ecosistema de Software del ECE en México: actualidad y propuesta.....	119
Introducción.....	119
Tipología.....	119
Estructura organizacional.....	120
Secretaría de Salud.	120
Dirección General de Información en Salud.	121
Instituciones de salud.	121
Empresas desarrolladoras de sistemas de información.	122
Academia.....	122
Emprendedores.....	123
Estructura de software.....	123
Estructura de negocio.....	124
Ecosistema propuesto.....	125
Estructura organizacional.....	125
Estructura de software.....	131

Estructura de negocio.....	132
Capítulo 6. Conclusiones.....	137
Anexos.....	145
Acrónimos y abreviaturas.....	145
Anexo I. Sistemas de información en salud en México.....	148
Anexo II. Programas federales en México de impulso a la adopción de las TIC.....	151
Anexo III: Reglamentación existente en México relacionada con la informática biomédica.....	153
Anexo IV. Guía de entrevista.....	155
Anexo V. Consentimiento informado.....	160
Anexo VI. Productos de investigación obtenidos.....	164
Referencias.....	165

Índice de figuras

Figura 1. Los seis bloques constituyentes de un sistema de salud.....	23
Figura 2. Sistema Nacional de Información en Salud.....	34
Figura 3. Ecosistema de las instituciones de salud.....	38
Figura 4. Ecosistema de información en salud.....	39
Figura 5. Componentes de eSalud.....	43
Figura 6. Visión integrada del entorno de salud y e-salud.....	43
Figura 7. Compendio de sistemas de información para el servicio de la salud.....	44
Figura 8. Sistemas electrónicos de registro.....	56
Figura 9. Relación de EMR, EHR y PHR.....	56
Figura 10. Clasificación de EHR de acuerdo a interoperabilidad.....	57
Figura 11. Modelo conceptual de un ecosistema de software.....	77
Figura 12. Metamodelo de bloques de un ecosistema de software.....	78
Figura 13. Bussiness Model Canvas.....	82
Figura 14. Relaciones principales entre estructuras.....	83
Figura 15. Pasos en el diseño de un ecosistema de software	88
Figura 16: Entidades y relaciones detectados en entrevistas con actores del ecosistema de software del ECE.....	118
Figura 17: Relaciones entre actores del ecosistema.....	129

Índice de tablas

Tabla 1. Desarrollo del SNS en México.....	27
Tabla 2. Funciones del sistema de salud mexicano.....	29
Tabla 3. Servicios de salud de la seguridad social.....	31
Tabla 4. Servicios de Salud para población Abierta.....	31
Tabla 5. Distribución de recursos humanos en el SNS en 2013.....	32
Tabla 6. Distribución de recursos materiales en el SNS en 2013	33
Tabla 7. Ejemplos del impacto de la eSalud	42
Tabla 8. Roles de los componentes de eSalud	42
Tabla 9. Atributos de intra-, multi-, inter- y transdisciplina	51
Tabla 10. Dimensiones de los problemas retorcidos.....	52
Tabla 11. Diferencias entre EHR base y EHR extendido	58
Tabla 12. Resumen de características de sistemas EHR	59
Tabla 13. Implementación de ECE en las entidades federativas.....	62
Tabla 14. Porcentaje de pacientes con datos digitalizados.	70
Tabla 15. Países y porcentaje de instituciones de primer nivel de atención que utilizan sistemas electrónicos para almacenar y administrar información de los pacientes.	70
Tabla 16. Avance de RES en hospitales de USA y Canadá por etapa.....	74
Tabla 18. Análisis de los tipos de ecosistemas de software	80
Tabla 19. Perspectivas de análisis de ecosistemas de software	80
Tabla 20. Estructura de un ecosistema de software	83
Tabla 21. Tipos de actores en un ecosistema de software	84
Tabla 22. Clasificación de actores en grupos conformantes de un ecosistema de software	86
Tabla 23. Criterios de búsqueda de literatura científica.....	92
Tabla 24: Roles de participantes en investigación.....	95
Tabla 25. Artículos referentes a desarrollos tecnológicos del ECE en el SNS de México.....	97
Tabla 26. Empresas que brindan solución al ECE en México.....	100
Tabla 27. SIRES con registro ante la DGIS	101
Tabla 28: Educación en informática médica en México.....	102
Tabla 29: Educación en IB por entidad federativa	103
Tabla 30. Tesis referentes al desarrollo tecnológico de ECE en el país. Fuente: elaboración propia...	105
Tabla 31. Elementos conformantes del ecosistema de software en el SNS.....	120
Tabla 32. Mapeo de actores del SECO del ECE.....	128
Tabla 33. Mapeo de interacciones entre actores del SECO del ECE.....	129
Tabla 34: Principales funciones de elementos pertenecientes al sector público y privado en el ecosistema del ECE.....	131
Tabla 35. Herramientas conformantes de la estructura de software.....	132
Tabla 36. Bussiness Canvas Model.....	135
Table 37. Sistemas de Información en Salud en el Sistema Nacional de Salud en México.....	150
Table 38. Principales programas de impulso al uso de TIC en gobierno federal en el área de la salud.	152
Tabla 39. Reglamentación existente en México relacionada con el desarrollo de sistemas de informática biomédica	154

Agradecimiento

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo para la realización de estudios de doctorado a través de la beca 167721

Agradecimientos

Al Dr. Ernesto Suaste Gómez por su apoyo, tiempo, guía y dedicación brindados para la conclusión de este trabajo. Por sus consejos y comprensión tanto en el ámbito académico como personal que permitieron salir adelante aún en los momentos difíciles.

A la Dra. Lina Sofía Palacio Mejía por dar claridad y guía a las ideas que no tenían orden. Por su invaluable apoyo, paciencia y por asumir una posición de liderazgo cuando fue necesario.

A los doctores Jaime Álvarez Gallegos, David Elías Viñas, Manuel Gil Antón y Raúl Cartas Rosado por su participación en el desarrollo de las tesis, por sus comentarios, aportaciones, motivación, correcciones e interés en este trabajo.

Al personal médico y de desarrollo de diversas instituciones que permitieron conocer su perspectiva en este trabajo de investigación. Gracias por el tiempo y aportaciones que buscaron contribuir un poco al mejoramiento del sistema nacional de salud de este país. Por supuesto, no mencionare sus nombres por cuestiones de confidencialidad.

A los profesores, compañeros y personal de apoyo del programa de Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad. Especialmente a los doctores. Gerardo Hernández, Miguel Ángel Pérez Angón, Eduard De la Cruz, por sus consejos y enseñanzas, a Sonia Solórzano Frías y Lic Miguel Sosa por su invaluable apoyo y disposición para ayudar, a Daniel Jiménez por compartir las vicisitudes de los estudios doctorales.

A la Dra. Claudia Natenzon por su intervención en el momento preciso. A la CP. Iliana Tiburcio Sánchez por su valiosa ayuda en diversas tareas para concluir este trabajo.

A mis padres Alberto y Celiflora por su apoyo y comprensión. A mi hermana, Leticia, por su cariño y buena disposición para todo.

A Argelia, por todo... porque compartiste conmigo todo el esfuerzo vertido, porque padeciste mis errores frustraciones, fracasos, miedos y momentos de desesperanza pero también por ser apoyo, faro, motivación y compartir las alegrías, sueños y éxitos. Por tu amor, cariño, paciencia, sonrisa, empuje, por cada día juntos. Por reinventarnos cuando fue necesario y por seguir siendo los mismos en lo necesario. Gracias por vivir esta aventura conmigo: *Il più grande spettacolo, dopo il Big Bang, siamo noi, io e te...*

Para Iktan Leonel

*Porque con tu sola presencia y sin saberlo,
fuieste la chispa necesaria para que la ignición comenzara...*

Estructura de la tesis

La tesis se encuentra estructurada de la siguiente manera:

El capítulo uno presenta los conceptos de sistemas de salud y sus componentes, así como una descripción del sistema nacional de salud en México. Se comentan los conceptos de informática biomédica, eSalud y se mencionan algunos ejemplos de desarrollos en el país. Se enuncian los objetivos de la presente investigación, tanto general como particulares. Se presenta la pregunta de investigación y la hipótesis planteada. Finalmente se discute la utilidad de analizar los sistemas de informática biomédica desde el enfoque transdisciplinario.

En el capítulo dos se trata a profundidad el expediente clínico electrónico: los términos más comúnmente utilizados, su definición, alcance, limitación, estado en el sistema nacional de salud (SNS) en México y experiencias de otros países.

El capítulo tres aborda los conceptos de ecosistemas de software, se muestra el estado del arte en el mundo y cómo se ha estudiado a la informática biomédica desde esta perspectiva. Se discuten los elementos que permiten caracterizar un ecosistema, haciendo énfasis, nuevamente, en la aplicación en la eSalud en otras latitudes del mundo.

El capítulo cuatro se explica la metodología seguida en el presente trabajo de tesis. Se indican las fases en que se dividió y la manera en que esta se realizó. Posteriormente se presentan los resultados que se alcanzaron: recuento de artículos existentes con temática de desarrollo del ECE en México, tesis de licenciatura y posgrados con el desarrollo del ECE como tema, grupos de investigación en informática biomédica (IB), sistemas de expediente funcionando, empresas y productos ofrecidos así como las perspectivas de los especialistas obtenidas de entrevistas realizadas.

En el capítulo cinco se presenta una propuesta de ecosistema para el ECE en el país de acuerdo a la información recopilada y situación observada actualmente. Se establecen propuestas que podrían ser implementadas por los organismos, elementos de dicho ecosistema.

Finalmente, en el capítulo seis, se presentan las conclusiones del presente trabajo y recomendaciones para trabajo futuro que ya es posible establecer al concluir esta investigación.

Capítulo 1. Antecedentes

Introducción

En este capítulo se presentan los antecedentes conceptuales del presente trabajo de tesis. Se comenta la motivación de la tesis: la pregunta de investigación a la que busca dar respuesta este trabajo, la hipótesis planteada y los objetivos de la misma. Se muestra un panorama general del concepto de sistema de salud y se discute específicamente el sistema nacional de salud en México (SNS). Se presentan los conceptos generales de la informática médica así como de los programas federales de apoyo de ésta dentro de las instituciones nacionales de salud en México. Se detalla el carácter transdisciplinario de la informática médica en general y del expediente clínico electrónico en particular.

Motivación de la tesis

La presente investigación surgió de la pregunta ¿Por qué no existe una mayor presencia de la informática en el sector salud del país? Dicha pregunta se formuló luego de observar la carencia de sistemas de cómputo en tareas básicas, tanto en diversos procesos de atención a los pacientes como en la administración de las instituciones de salud, lo que fue notorio luego de visitar diversas instituciones de salud durante el proceso de definición del tema de tesis doctoral. Debido al tiempo limitado para la conclusión del trabajo y después de una revisión de la literatura publicada respecto al tema y las tendencias en las que se incluyen tópicos como telemedicina, intercambio de información, registros personales de salud, sistemas de información o gestión hospitalarias, toma de decisiones asistida por computadora y otras, se seleccionó el expediente clínico electrónico (ECE), por ser este uno de los sistemas de informática biomédica más estudiado, utilizado y con impacto notable en las instituciones de salud. Se decidió, también, realizar la investigación desde la perspectiva de los ecosistemas de software, ya que se considera, como se explicará en el momento propicio, que se podrían determinar factores que intervienen en el desarrollo y operación del expediente clínico electrónico.

La salud en general y la informática biomédica en particular, son campos cuyas soluciones a las problemáticas existentes, no se pueden abordar desde una sola perspectiva ya que involucran diversos aspectos del conocimiento humano, además de que los participantes y sus alcances son diversos. Este aspecto fue crucial para enmarcar el trabajo en el campo de los estudios transdisciplinarios y analizar con un enfoque distinto, este problema aún abierto.

Pregunta de investigación

Se planteó la pregunta de investigación principal:

¿Cuál es el ecosistema de software del expediente clínico electrónico en algunas instituciones del sistema nacional de salud en México?

Adicionalmente se considera que se podrían responder las siguientes cuestiones:

- ¿Cuál es la situación actual de desarrollo y adopción del expediente clínico electrónico en el país?
- ¿Qué características, actores y relaciones se pueden proponer para el fortalecimiento del ecosistema del expediente clínico electrónico?
- ¿Cómo está caracterizado el ecosistema de software para el expediente clínico electrónico en México?
- ¿Qué actores y características son comunes en los ecosistemas estudiados?

Hipótesis

La hipótesis propuesta es:

El ecosistema de software del expediente clínico electrónico en las diversas instituciones del sistema nacional de salud es incipiente y aún con pocos actores relacionados que se desconocen entre ellos y el entramado del ecosistema como tal.

Objetivos

General

Describir el ecosistema del expediente clínico electrónico del sistema nacional de salud de México, de acuerdo al enfoque de ecosistemas de software y a partir de la información obtenida en las instituciones de salud a las que se logre tener acceso elaborar recomendaciones que ayuden a fortalecer dicho ecosistema.

Específicos

- Describir las características del expediente clínico electrónico utilizado en diversas instituciones del sistema nacional de salud.
- Determinar el estado de avance en las etapas de desarrollo y adopción del expediente clínico

electrónico en el sistema nacional de salud.

- Encontrar elementos comunes en los ecosistemas existentes a partir de los cuales se puedan proponer estrategias de desarrollo y operación replicables.
- Generar estrategias y recomendaciones para los actores que fortalezcan el ecosistema de software del expediente clínico electrónico.
- Proponer una plataforma tecnológica que coadyuve al fortalecimiento del ecosistema del expediente clínico electrónico.

Sistemas de salud

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), un sistema de salud está conformado por las organizaciones, instituciones, recursos y personas cuyo principal propósito es mejorar la salud. Este concepto incluye los esfuerzos para modificar los determinantes de la salud y actividades que contribuyan a mejorarla. Un sistema de salud provee intervenciones de prevención, promoción, tratamiento y rehabilitación a través de una combinación de acciones públicas y unidades médicas de cuidado de la salud a través de personal que procure su atención, esto a través de actores estatales y no estatales. Las acciones de un sistema de salud deben ser responsables y financieramente justas con un trato a las personas de forma respetuosa. La misma OMS establece que un sistema de salud actualmente está compuesto por seis *bloques* ¹:

- 1) prestación de servicios,
- 2) personal,
- 3) sistemas de información en salud,
- 4) acceso a medicinas esenciales,
- 5) financiamiento y
- 6) gobierno/liderazgo

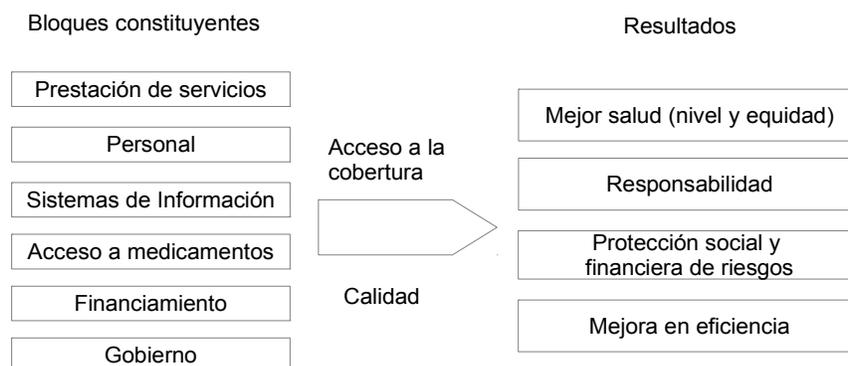


Figura 1. Los seis bloques constituyentes de un sistema de salud. (Fuente: traducida de World Health Organization, 2010 (1))

Prestación de servicios.

El servicio que otorga un sistema debe incluir ¹:

- *Exhaustividad.* Un rango amplio de servicios apropiados a las necesidades de la población que incluyan actividades preventivas, curativas, paliativas y de rehabilitación y promoción de la salud.
- *Accesibilidad.* Los servicios deberían ser directos y permanentemente accesibles sin barreras de costo, lenguaje, cultura o geografía. Los servicios deben ser cercanos a la gente con un punto de ingreso al primer nivel de atención.
- *Cobertura.* El servicio debe cubrir a toda la población objetivo, tanto los sanos como los enfermos.
- *Continuidad.* El servicio debe proporcionar continuidad individual de cuidados en toda la red de servicios, sin importar la condición de salud, niveles de cuidado requeridos y en todo el ciclo de vida.
- *Calidad.* Los servicios deben ser de alta calidad, es decir, efectivos, seguros, centrados en las necesidades del paciente y de manera oportuna.
- *Centrado en la persona.* Los servicios se deben organizar alrededor de la persona y no de la enfermedad o el financiamiento. Debe haber participación de la población objetivo en la prestación del servicio y su evaluación. La gente debe ser partícipe de su propio cuidado de la salud.
- *Coordinación.* Los servicios de salud de un área local se deben coordinar entre tipos de proveedores, tipos de cuidados, niveles de atención tanto para tratamientos rutinarios como emergencias
- *Responsabilidad y eficiencia.* Los servicios de salud se deben manejar para alcanzar todos los puntos anteriores con un mínimo desperdicio de recursos. Los administradores deben contar con la autoridad adecuada para lograr los objetivos planeados y ser responsables de todo el desempeño y resultados. La evaluación incluye los mecanismos apropiados para lograr la participación de la población objetivo y la sociedad civil.

Personal.

El personal, en un sistema de salud, puede ser definido como “Toda la gente involucrada en acciones cuyo principal objetivo es mejorar la salud”¹. El recurso humano incluye personal clínico como médicos, enfermeras, farmacólogos y dentistas, así como personal de apoyo y administración, es decir, las personas que no atienden directamente pacientes pero que son esenciales en el desempeño del sistema de salud como administradores, choferes de ambulancias, contadores, etc., tanto del sector público como privado. Se incluye a las personas trabajando tiempo completo o parcial en una o varias instituciones, con trabajo pagado o voluntario, así como aquellas que proveen servicios bien sea curativos, de prevención, rehabilitación, educación para la salud, promoción e investigación ¹.

Sistemas de información.

Los sistemas de información son las herramientas que provee los fundamentos para la toma de decisiones. Recolectan datos sobre la salud, analizan dichos datos y aseguran su calidad, relevancia y oportunidad y los convierten en información para la toma de decisiones relacionadas con la salud.

Además de ser útiles para el monitoreo y evaluación, los sistemas de información en salud, también proveen alertas tempranas, apoyo a pacientes e instalaciones de salud, mejoran la planeación, estimulan la investigación, permiten análisis de tendencias de la situación de salud, orientan generación de reportes, refuerzan la comunicación de los retos de salud a diversos usuarios. Permiten además presentar la información en los formatos adecuados para las necesidades de los usuarios: tomadores de decisiones, administradores, encargados de planeación, proveedores de cuidado de la salud, comunidades e individuos. La divulgación y comunicación son también atributos esenciales de los sistemas de información en salud ¹.

Acceso a medicamentos.

Un sistema de salud adecuado asegura el acceso equitativo a productos médicos esenciales, vacunas y tecnología de calidad adecuada, eficaz, costo apropiado y uso científicamente seguro. Para lograr lo anterior, deben existir ¹:

- Estándares, políticas, guías y regulaciones que promuevan estas políticas.
- Información de precios, acuerdos internacionales de comercio y capacidad de negociar y fijar precios.
- Prácticas confiables de manufactura y aseguramiento de la calidad de productos prioritarios.
- Sistemas de procuración, almacenamiento y distribución que minimicen la falta o desperdicio de medicamentos.
- Apoyo para el uso racional de medicamentos y equipo a través de guías y estrategias que aseguren adherencia, reduzcan resistencia y maximicen la seguridad de los pacientes.

Financiamiento.

En los sistemas de salud, el financiamiento, se refiere a la función relacionada con la movilización, acumulación y asignación de dinero para cubrir las necesidades de salud de la gente, en forma individual y colectiva, dentro del sistema. El propósito del financiamiento en salud es hacer disponibles fondos, así como proveer incentivos financieros a los proveedores para asegurar que todos los individuos tengan acceso a salud pública efectiva y cuidado personal de la salud ¹.

Gobierno.

Liderazgo y gobierno en un sistema de salud comprende asegurar que existen marcos de política

estratégica y que estos se complementan con vigilancia efectiva, construcción de coaliciones, regulación, atención al diseño del sistema y responsabilidad. La necesidad de responsabilidad deriva de la demanda creciente de demostrar resultados. La responsabilidad es además un aspecto intrínseco de la gobernanza que involucra la administración de relaciones entre varios tomadores de decisión como individuos, comunidades, empresas, gobierno, organizaciones no gubernamentales y otras entidades que tienen responsabilidad en financiar, monitorear, brindar o utilizar los servicios de salud.

Según la OMS ¹, la adecuada presencia y relación de todos los componentes de un sistema de salud permitirían a la población, a la cual están destinados los servicios de dicho sistema de salud, contar con una protección a la salud completa y eficiente.

Sistema de Salud en México

El sistema nacional de salud en México, ha sufrido diversos cambios a lo largo de la historia del país debido a las condiciones sociales, políticas y económicas presentes en los diversos momentos. Se considera relevante hacer un breve repaso histórico sobre los acontecimientos más importantes en la historia de la salud en México a fin de poder comprender la constitución actual del sistema y el porqué de sus características, en la tabla 1 se muestran los episodios más importantes en la conformación del SNS.

Año	Evento
1905	Inauguración del Hospital General de México
1917	Creación por la Constitución del Consejo de Salubridad General y el Departamento de Salubridad Pública
1939	Creación del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales
1943	Creación de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y del primero de los institutos nacionales de salud, el Hospital Infantil de México
1960	Creación del Instituto de Seguridad y Servicios sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)
1979	Creación del Programa IMSS-Coplamar, hoy IMSS-Oportunidades (IMSS-O)
1983	Incorporación a la Constitución del derecho a la protección de la salud
1984	Promulgación de la Ley General de Salud.
1985	Inicio de la descentralización de los servicios de salud para población no asegurada, que concluye en 2000.
1987	Creación del Instituto Nacional de Salud Pública
1991	Creación del Programa de Vacunación Universal.
1995	Creación de la Fundación Mexicana para la Salud.
1996	Creación del Programa de Ampliación de Cobertura y del Programa de Educación, Salud y Alimentación (Progresá), hoy programa de Desarrollo Humano “Oportunidades”.
2001	Creación de la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris)

2003	Creación del Sistema de Protección Social en Salud cuyo brazo operativo es el Seguro Popular.
------	---

Tabla 1. Desarrollo del SNS en México. (Fuente: Frenk J, Gómez Dantés O. para entender El sistema de salud de México (2))

Actualidad del SNS

El SNS, ha evolucionado, como se mostró en el apartado anterior, hasta el modelo actual, en el que se compone por un sector privado y uno público. El sector público se conforma por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), los servicios médicos de Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa (SEDENA) y Secretaría de Marina (SEMAR). Estas instituciones brindan seguridad social a la población en función de su situación laboral. Adicionalmente, existe instituciones y programas que prestan servicios a la población que no cuenta con condiciones laborales dentro de los esquemas anteriores y por lo tanto no cuentan con seguridad social: Secretaría de Salud (SS), Servicios Estatales de Salud (SESA), Seguro Popular de Salud (SPS), Programa IMSS-Oportunidades (IMSS-O). Además de lo anterior operan algunos programas como Seguro Médico para una Nueva Generación/Seguro Médico Siglo XXI, Caravanas de Salud (CS) y Comunidades Saludables (CoS), estos dos últimas son programas que se implementan como apoyo para la atención a la salud en comunidades de los estados de la República Mexicana ².

El sector privado se compone de todas las compañías aseguradoras, así como aquellas que prestan servicios de atención a la salud y en las cuales el usuario paga el servicio recibido.

La figura 2 muestra gráficamente un panorama del Sistema Nacional de Salud en México y la tabla 2 un resumen de las funciones de los elementos que lo conforman.

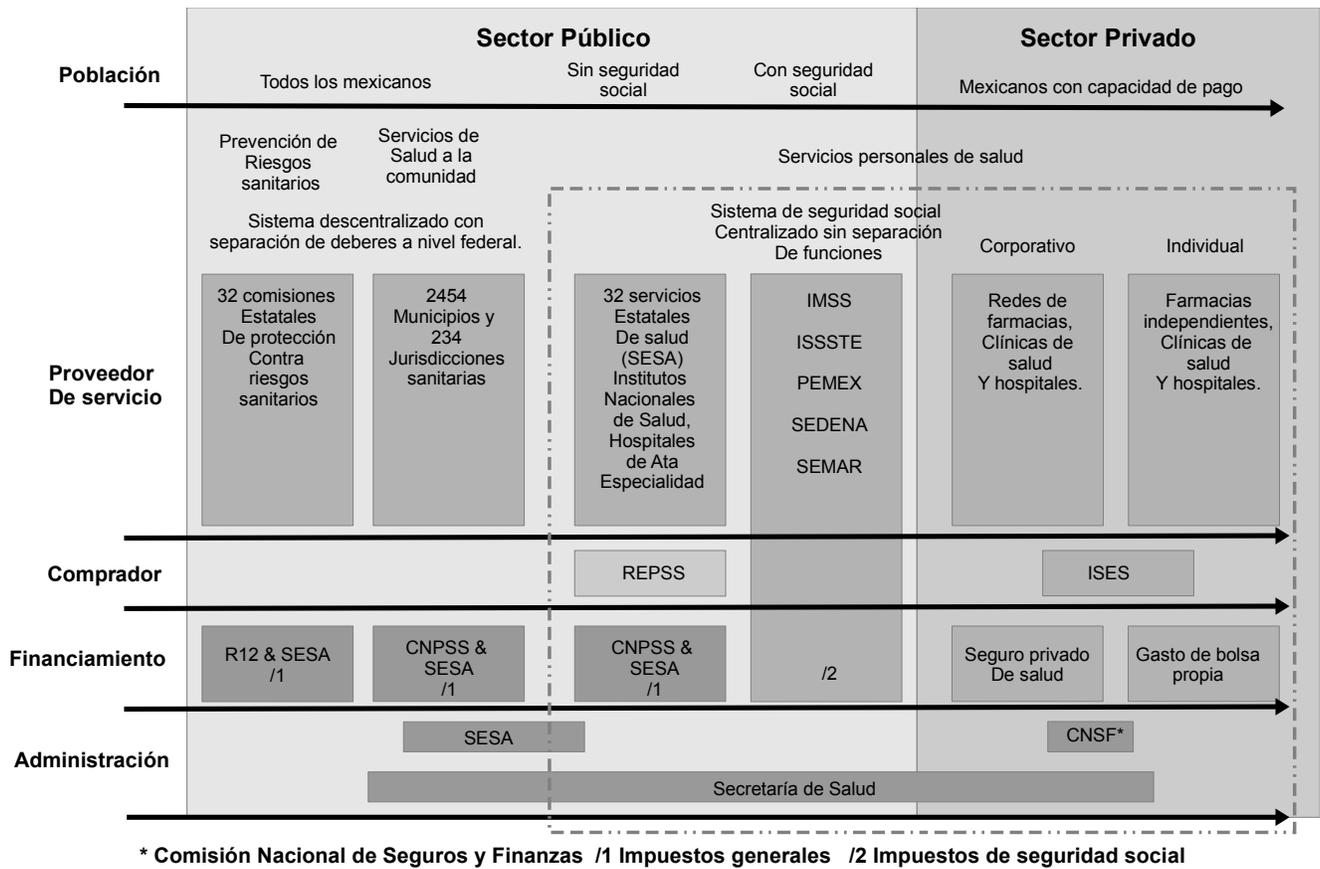


Figura 2. Panorama del Sistema Nacional de Salud mexicano. (Fuente: OECD, Reviews of Health Systems: Mexico (3))

1. Presentación de servicios			
Servicio	Instituciones	Población objetivo.	
Para población abierta	SS, IMSS-O	Población no asegurada: pobres del campo y la ciudad	
Para población con seguridad social	IMSS ISSSTE Fuerzas armadas PEMEX	Población con seguridad social: trabajadores del sector formal de la economía, empleados públicos	
Privado	Sector privado (gran diversidad; consultorios, clínicas, hospitales y unidades de medicina).	Cualquier persona con capacidad de pago	
2. Financiamiento			
Movilización de recursos desde sus fuentes de acumulación en fondos y su distribución subsecuente para la producción o compra de servicios		Fuentes (hogares, empresas, gobierno y organismos internacionales)	Fondos (Seguro social, presupuestos públicos, ahorros familiares)
3. Rectoría del sistema			
Regulación	Actividades de regulación sanitaria de los productos, bienes y servicios que tienen un impacto en la salud.		
Evaluación	Sistema de evaluación del desempeño basado en indicadores		
Protección de los pacientes	Creación de la Comisión Nacional de Arbitraje Médico (CONAMED)	Solución de controversias entre usuarios y proveedores de servicios de salud a través de procedimientos más simples que las demandas legales.	
4. Generación de recursos			
Profesionales de la salud	Médicos Enfermeras		
Recursos materiales	Hospitales Camas de hospital Clínicas y otros centros de salud		
Conocimiento	Gasto público en investigación en salud Investigadores en el área de la salud	Representó el 3.47% del gasto total en ciencia y tecnología en 2015 ¹	Representó el 0.01% del PIB en 2015 ¹
Información	Sistema de información en salud	Subsistencias: población y cobertura Recursos Servicios otorgados Daños a la salud	Estadísticas vitales Estadísticas socio demográficas Servicios y recursos

Tabla 2. Funciones del sistema de salud mexicano. (Fuente: Modificado Soto E. L., Rasgos Generales del Sistema de Salud en México (4), 1 cifra actualizada de EGI, Derechohabencia y uso de servicios de salud (5))

Estructura funcional del Sistema Nacional de Salud

El SNS en México, cuenta con una estructura funcional de tres niveles de atención ⁴:

Primer nivel de atención

Está conformado por el conjunto de unidades médicas que atienden de forma ambulatoria. Comprende unidades de un solo consultorio a unidades con hasta 30 consultorios y unidades auxiliares como laboratorios, rayos x, ultrasonido, medicina preventiva, epidemiología, farmacia, etc. En estas unidades trabajan médicos generales, enfermeras, técnicos y médicos pasantes. En México existen unidades correspondientes a este nivel tanto públicas como privadas.

El primer nivel es de suma importancia en cualquier sistema nacional de salud ya que es el primer contacto de las personas con el sistema formal de atención. Entre las acciones realizadas se encuentran las actividades de promoción de la salud, prevención de enfermedades y actividades de detección temprana de enfermedades entre la población.

Segundo nivel de atención

Se compone de una red de hospitales generales donde son atendidos la mayoría de los problemas y necesidades de salud en los que es necesario internamiento o atención de urgencias. Las unidades están organizadas en: cirugía, pediatría, medicina interna y gineco-obstetricia. El grado de complejidad de estas unidades es mayor que el de las de primer nivel y cuentan con servicios como urgencias, admisión, hospitalización, banco de sangre, central de esterilización y equipo, quirófanos, farmacia, consulta externa, etc. Algunas unidades de este nivel cuentan con subespecialidades como dermatología, neurología, cardiología, geriatría, etc. En este nivel se concentran la mayor parte de los médicos especialistas.

Tercer nivel de atención

Se compone de los hospitales de “alta especialidad” en los cuáles existen subespecialidades y equipo de apoyo que no está presente en el segundo nivel de atención. Un hospital de este tipo puede tener muchas subespecialidades o bien especializarse en algún campo específico. En México existen hospitales de este nivel de carácter público y privado destacando los Institutos Nacionales de Salud.

Usuarios

Hoy día, es posible agrupar a los usuarios del SNS en tres segmentos de acuerdo a su inserción laboral y su capacidad de pago

- Seguridad social. Trabajadores que perciben salario de un empleo formal. Tabla 3
- Población abierta. O no asegurada, generalmente auto empleados o personas que por diversos motivos se encuentran fuera del mercado de trabajo pero que reciben el servicio de las instituciones pública con o sin pago por los servicios. Tabla 4
- Servicios médicos privados. Población con capacidad de pago de los servicios de salud privados.

En 2010, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ⁵ de un total de 109,724,773 personas en México, 39,949,957 (36.4%) recibieron atención médica en el sector de seguridad social, 30,087,340 (27.4%) en el sector privado y 39,358,300 (35.8%) en los servicios a la población abierta.

Características	IMSS	ISSSTE	PEMEX	SEDENA/ SEMAR	Estatales
Naturaleza jurídica	Órgano tripartita (gubernamental, empresarial y trabajadores).	Institución pública con personalidad jurídica y patrimonio propio.	Empresa pública con personalidad jurídica y patrimonio propio.	Secretaría de Estado.	Instituciones públicas en varios estados.
Fuentes de financiamiento	Federal, empleado y empleador.	Federal y empleado.	Propia.	Federal.	Federal/Estatal y empleado.

Tabla 3. Servicios de salud de la seguridad social (Fuente: modificado de PAHO, Perfil del sistema de servicios de salud México (6))

Características	Secretaría de Salud	IMSS-Oportunidades
Naturaleza jurídica	Secretaría de Estado	Programa dentro del IMSS
Descentralización	Muy avanzada	Desconcentración administrativa
Fuentes de financiamiento	Federa, estatal y cobro por servicios	Federal y apoyado por la administración del IMSS

Tabla 4. Servicios de Salud para población Abierta. (Fuente PAHO, Perfil del sistema de servicios de salud México (6))

En el caso del segmento de población que reciben beneficio del sector público, trabajadores y auto empleados, con frecuencia se convierte en usuario del sector privado para atención de diversos problemas de salud o adquisición de medicamentos cubriendo los gastos generados con recursos propios⁷.

Financiamiento

El gasto en salud, representó en 2015, el 6.2% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. De este total, el 50.6% fue gasto público en salud y el 45.2% restante corresponde a pagos por cuenta propia para el cuidado de la salud. En el promedio de los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), países con los que es posible hacer comparaciones en

diversos rubros económicos y de bienestar de la población para saber la posición de México en el mundo, el gasto en salud fue del 9.3% del PIB con el 72.3% de gasto público y el 19% de gasto privado⁸.

El financiamiento de los servicios de salud en el sector público proviene, según sea el caso, de contribuciones del empleador, del gobierno federal o de los estados, y del empleado o individuo que recibe la atención. El financiamiento del sector privado proviene de los individuos que hacen uso de estos servicios.

Recursos

En cuanto a recursos para el cuidado de la salud, el SNS contaba, en 2013, por cada mil habitantes con:

- 2.2 médicos (promedio OCDE 3.2)
- 2.6 enfermeras (promedio OCDE 8.8)
- 1.6 camas de hospital (promedio OCDE 4.8)
- 28,211 establecimientos de salud de los cuales 24,537 son públicos y 3,674 privados⁸.

En los datos anteriores, se observa una menor cantidad de la disposición de estos recursos en comparación con el promedio del mismo tipo de recursos de los países miembros de la OCDE

Respecto a la distribución de recursos en los sectores públicos y privados la tabla 5 muestra el número de personal en ambos sectores y la tabla 6 indica la infraestructura registrada en el año 2013.

	Médicos ^{1,2}	Odontólogos	Pediatras	Gineco-obstetras	Enfermeras ³	Personal auxiliar ⁴
Sector público	181,188	13,413	10,491	9,996	270,596	100,805
Sector privado^b	75,906	1,043	8,514	10,110	41,128	6,365
Indicador por 100 mil habitantes del sector público^a	164.4	11.3	8.9	8.4	228.6	-

Tabla 5. Distribución de recursos humanos en el SNS en 2013 (Fuente: Elaboración propia con datos de: a) SSA. Boletín de Información Estadística. Recursos Físicos, Materiales y Humanos Volumen I. Núm. 23-33, b) INEGI, Estadísticas de salud en establecimientos particulares

Notas: 1. Para sector público: comprende médicos generales, especialistas (excluyendo odontólogos) y en adiestramiento.

2. Para sector privado: comprende médicos generales, especialistas (gineco-obstetras, pediatras, cirujanos, internistas, anesthesiólogos y otros especialistas), residentes, pasantes, odontólogos y médicos en otras labores.

3. Para sector privado: comprende enfermeras auxiliares, generales, especializadas, pasantes y otras. Excluye al personal de diagnóstico, tratamiento, administrativo y otros.

4. Para sector público: comprende químicos, biólogos, nutriólogos, sicólogos y técnicos en manejo de equipo de diagnóstico médico, entre otros.

Toda la información obtenida de INEGI, 2016 (10))

	Camas censables	Consultorios	Quirófanos	Laboratorios ¹
Sector público^a	87,472	71,767	3,982	2,499
Sector privado^b	34,467	13,284	4,961	823
Indicador por 100 mil habitantes del sector público	73.9	60.6	3.4	-

Tabla 6. Distribución de recursos materiales en el SNS en 2013 (Fuente: elaboración propia con datos de: a) SSA. Boletín de Información Estadística. Recursos Físicos, Materiales y Humanos Volumen I. Núm. 23-33, b) INEGI, Estadísticas de salud en establecimientos particulares.

Notas: 1. El total indicado en el sector público son del año 2009. La fuente presenta el número de unidades médicas que cuentan con área de laboratorio mas no el número de estos y no se incluye la información de la SEDENA.

Fuente: información obtenida de INEGI, 2016 (10)

Información en Salud

La Dirección General de Información en Salud (DGIS) es el organismo, dependiente, de la SS, que tiene, entre otras, la responsabilidad de concentrar la información generada en el SNS. Lo anterior se logra a través del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) ¹¹ que es el conjunto de sistemas en los cuales se concentra la información en salud generada en los diversos institutos y centros en lo concerniente a:

- Población y cobertura.
- Recursos humanos, físicos, materiales y financieros.
- Servicios otorgados.
- Daños a la salud y nacimientos.

En el Anexo I se puede encontrar una descripción más completa sobre los sistemas de información en salud en México.

SINAIS

El Sistema Nacional de Información en Salud tiene como propósito esencial el producir información que oriente la política pública en salud.

La información en salud en el país, está conformada por:

- Sistema de información estadística
- Sistema de información epidemiológica

Todas las instituciones públicas que proporcionan servicios de atención a la salud y que atienden tanto a la población abierta como a la asegurada deben participar, por ley, con información para la conformación de dichos sistemas, figura 2

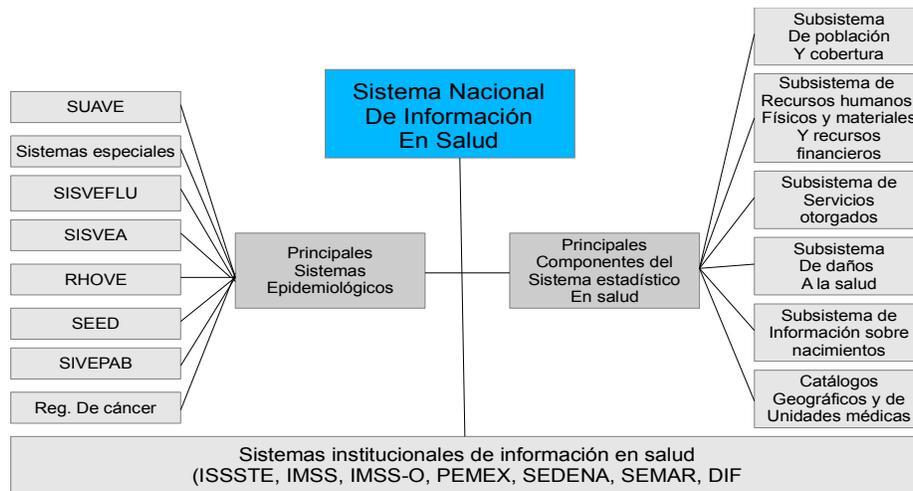


Figura 2. Sistema Nacional de Información en Salud (Fuente: tomada de Secretaría de Salud, 2010 (17))

El SINAIS, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM) NOM035 ²⁵, que lo regula, está integrado por los siguientes subsistemas:

- Población y cobertura. Se basa en las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO). ¹²
- Recursos para la salud. La información está vinculada a los establecimientos de salud a través de la Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES). ¹³
- Servicios para la salud. Incluye la información sobre servicios otorgados personales y no personales ¹⁴
- Sobre nacimientos. Indica los nacimientos ocurridos en el SNS ¹⁵
- Daños a la salud. Comprende información de mortalidad general con fines epidemiológicos y estadísticos ¹⁶

Rectoría

La rectoría del SNS, es decir la planeación estratégica, la definición de prioridades, la coordinación intra e intersectorial, las actividades de regulación de atención a la salud y regulación sanitaria, así como la evaluación de servicios, programas, políticas, instituciones y sistemas está a cargo de la Secretaría de Salud. Algunas tareas, enmarcadas en las funciones anteriores, se desarrollan en colaboración con diversos cuerpos profesionales e instituciones de la sociedad civil.

El Programa Sectorial de Salud es el documento a través del cual el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Salud, establece los lineamientos que dirigirán al sector por el periodo determinado. Actualmente, el programa 2013-2018, establece como objetivos nacionales¹²:

1. Consolidar las acciones de protección, promoción de la salud y prevención de enfermedades.
2. Asegurar el acceso efectivo a servicios de salud con calidad.

3. Reducir los riesgos que afectan la salud de la población en cualquier actividad de su vida.
4. Cerrar las brechas existentes en salud entre diferentes grupos sociales y regiones del país.
5. Asegurar la generación y el uso efectivo de los recursos en salud.
6. Avanzar en la construcción del Sistema Nacional de Salud Universal bajo la rectoría de la Secretaría de Salud.

Otros organismos

Existen otros organismos dentro del SNS que cumplen con funciones específicas en diversos rubros:

La Dirección General de Evaluación del Desempeño (DGED) de la SS se encarga de evaluar el desempeño de los sistemas nacional y estatales de salud, así como de los programas prioritarios, los servicios personales y de salud pública.

El Centro Nacional de Excelencia Tecnológica (CENETEC) es el organismo encargado de brindar información sistemática, objetiva y basada en evidencia de la gestión y uso apropiado de las tecnologías para la salud que apoye a la toma de decisiones y el uso óptimo de recursos. Tiene como misión contribuir a satisfacer las necesidades de gestión y evaluación de tecnologías para la salud, mediante la generación, integración y divulgación de información, recomendaciones y asesorías basadas en la mejor evidencia disponible, así como la coordinación de esfuerzos sectoriales, con el fin de sustentar la toma de decisiones que faciliten el acceso efectivo a los servicios de salud ¹⁸.

El CENETEC, está conformada por las direcciones de:

- Ingeniería biomédica
- Evaluación de tecnologías para la salud
- Integración de guías de práctica clínica
- Telesalud

La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) es el organismo, de la SS que tiene por objetivo la regulación, control y fomento sanitario. Su misión es: proteger a la población contra riesgos a la salud provocados por el uso y consumo de bienes y servicios, insumos para la salud, así como por su exposición a factores ambientales y laborales, la ocurrencia de emergencias sanitarias y la prestación de servicios de salud mediante la regulación, control y prevención de riesgos sanitarios ¹⁹.

No se mencionan otros órganos por no considerarse de interés relevante para los fines del presente trabajo.

Regulación

El marco jurídico que rige el actuar de los elementos del SNS está dado por normas federales y

estatales de cada una de las 32 entidades que conforman la República Mexicana ²⁰.

El primer lugar donde se comienzan a establecer sus características es en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos ²⁶, en su artículo 4 donde se establece la protección a la salud como un derecho constitucional.

En la Ley General de Salud (LGS) ²¹ se reglamentan y precisan los mecanismos a través de los cuales los ciudadanos tendrán acceso al cuidado de la salud en el SNS.

La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal ²⁷ otorga a la SS su carácter de entidad rectora de la salud en el país, de igual forma establece sus responsabilidades y facultades.

Cada una de las instituciones que conforman el SNS tienen, además, su propia reglamentación que gobiernan su organización y administración, definen sus servicios prestados y regulan quienes pueden ser derecho-habientes así como establecen sus derechos y obligaciones. En este rubro destaca, por su volumen e importancia de atención la Ley del Seguro Social ¹² y la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado ²⁹.

Adicionalmente, existen disposiciones como:

- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica
- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Protección Social en Salud
- Reglamento de Servicios Médicos del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
- Reglamento de Prestaciones Médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social
- Reglas de operación de los programas nacionales de salud, como el Seguro Médico Siglo XXI, Caravanas de la Salud e IMSS-Oportunidades.

En su conjunto, y cada una en el ámbito de su aplicación, norman los diversos aspectos del SNS en el país.

Retos

Actores del SNS ³⁰ identifican como retos actuales en las instituciones de salud:

- Calidad.
 - Dictada desde el Consejo de Salubridad General (CSG).
 - Seguir metas internacionales de seguridad.
 - Establecer seguridad al paciente y empleado.
- Satisfacción
 - De pacientes y familiares.
 - De médicos, enfermeras y otros profesionales de la salud.

- De pagadores - seguros, empresas y bancos.
- Innovación
 - En equipo médico.
 - En infraestructura e instalaciones.
- Normatividad
 - Vigilar el cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas.
 - Seguir la regulación sanitaria.
 - Mejorar manejo jurídico clínico y administrativo.
- Ecosistema
 - Definir ecosistema interno.
 - Conocer ecosistema externo.
- Sustentabilidad
 - Financiera.
 - Tecnológica.
 - De capital humano.

Además de las anteriores, también se han identificado las siguientes necesidades en las instituciones de salud ³¹:

- Mejora eficacia de los procesos clínicos y médicos administrativos de las unidades de atención.
- Reforzar los procesos enfocados a incrementar la calidad de atención.
- Mejorar la oportunidad de los registros y datos médicos.
- Incrementar la seguridad del beneficiario.
- Reducir tiempos de espera para beneficiario.
- Reforzar la gestión médico-administrativa.

Para cubrir estas últimas necesidades es necesario definir y conocer el ecosistema de las instituciones de salud. Específicamente, respecto al ecosistema, se considera que las instituciones avanzan en camino hacia la integración y aquellas que se logren adaptar más rápido podrán cumplir su visión con mejores beneficios. La figura 3 muestra un esquema general del ecosistema de una institución de salud.

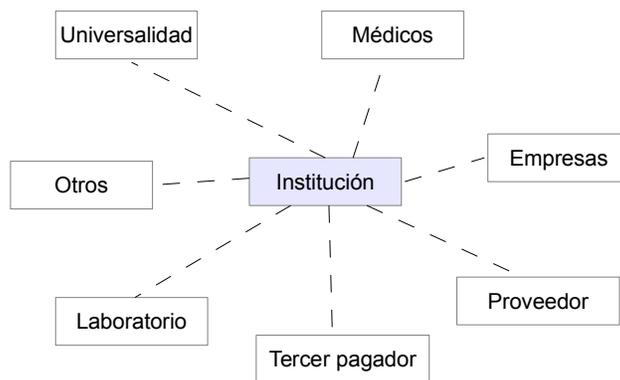


Figura 3. Ecosistema de las instituciones de salud.
(Fuente: tomado de Rubi L., 2016 (20))

Sistemas de informática biomédica

Los sistemas de informática biomédica han sido definidos por la American Medical Informatics Association (AMIA) como:

“La informática biomédica (IB) es el campo interdisciplinario que estudia y tiene como objetivo el uso efectivo de datos, información y conocimiento biomédico para investigación científica, solución de problemas y toma de decisiones motivados por esfuerzos que mejoren la salud humana ³⁸”

La figura 4 muestra un panorama del ecosistema general de la información en salud y sus respectivos sistemas de informática biomédica asociados. Es importante observar, el papel central del expediente clínico electrónico y cómo a partir de este, se generan y relacionan los demás sistemas, que si bien podrían tener una existencia y justificación por si solos, es en la conformación de un sistema completo cuando se aprovecharían todas sus características.

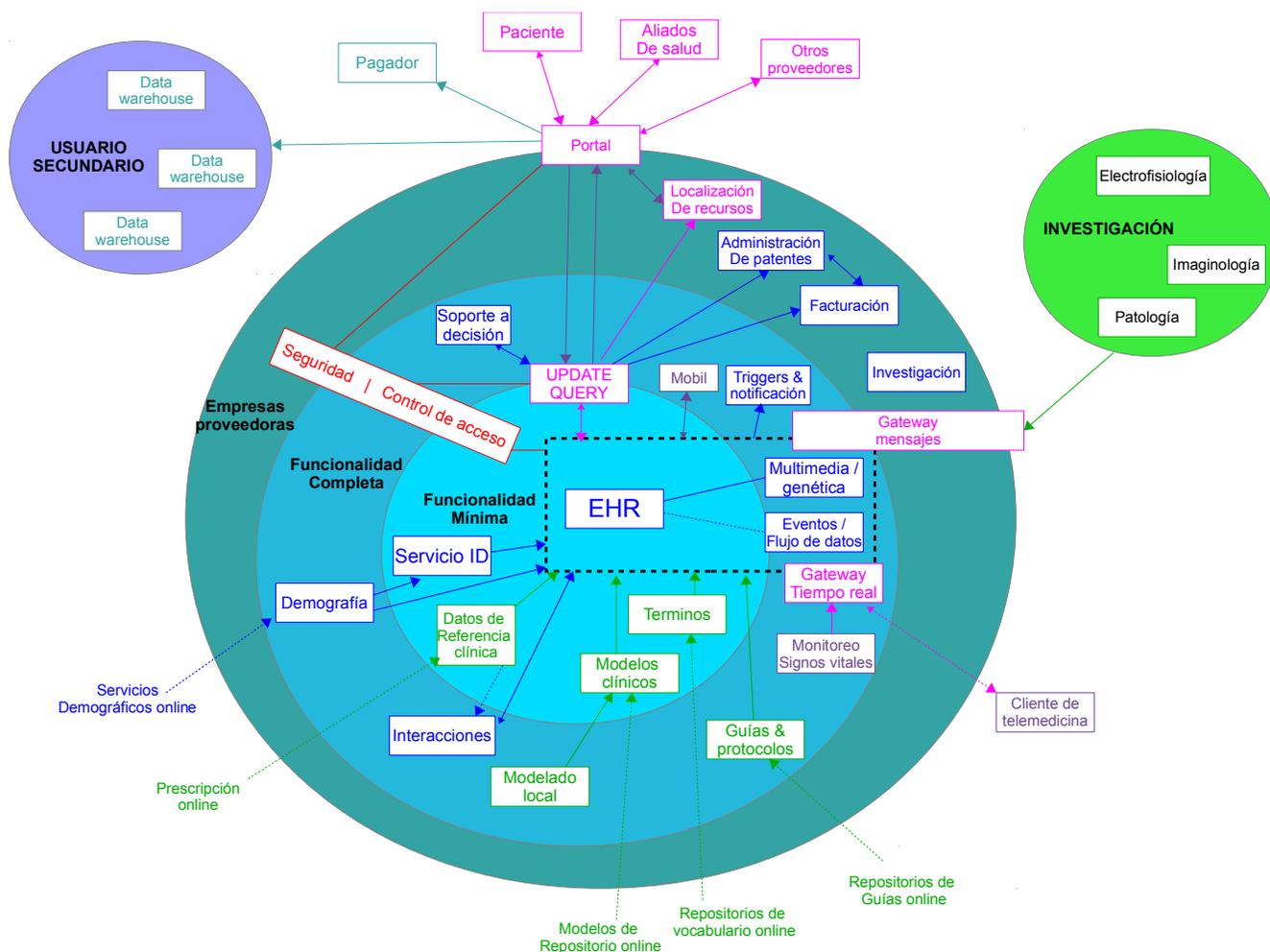


Figura 4. Ecosistema de información en salud. (Fuente: modificado de Tomasi E, Facchini LA, Maia, 2004 (39))

Los servicios de salud se caracterizan por generar una gran cantidad de información dinámica que es necesario recopilar, organizar y resguardar en forma adecuada a fin de que pueda resultar útil tanto para tener datos sobre los diversos indicadores de salud de la población atendida como para conocer los recursos sanitario disponibles en una zona determinada ⁴⁰. Para esto las herramientas computacionales han sido ampliamente utilizadas de diversas maneras. La informática de la salud estudia los procesos de desarrollo e implementación de sistemas de información computacionales que tienen aplicación en el área de la salud e incluye tanto sistemas para recopilación, almacenamiento y transmisión de información de datos de salud como las herramientas administrativas para el control de los establecimientos de salud.

En los últimos 20 años se han publicado diversos estudios sobre las mejores prácticas para el desarrollo de herramientas computacionales de informática biomédica. Se han abordado una amplia gama de propiedades de los sistemas de información en salud como: características ⁴¹, riesgos ⁴², interoperabilidad ⁴³, visualización eficiente de datos ⁴⁴, características necesarias de los profesionales en el campo ⁴⁵, programas de educación para especialistas en el área ⁴⁶, medición de éxito o fracaso ⁴⁷, etc.

Sin embargo, la mayoría de dichas investigaciones se han realizado en países desarrollados y pocos en países con un sistema de salud en crecimiento ⁴⁰, como el caso de México. Estudios sugieren que es necesario tomar la experiencia de los países donde la informática biomédica ya es parte del sistema de salud a fin de que su implementación en los países en desarrollo sea más efectiva ⁴⁸, esto sin olvidar las características propias de los países interesados en la inclusión de la informática a su esquema de salud ^{49,50} ni la regulación y estándares existentes ⁵¹.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) menciona, sobre los sistemas de información en salud (SIS) en 2014 ⁵² que: “...con la incorporación de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) a los sistemas de salud, se podrán cumplir objetivos tanto sociales como económicos en la región latinoamericana y será posible ampliar el acceso de las personas a la atención sanitaria oportuna y de calidad, facilitar la continuidad de las atenciones y controlar costos crecientes, optimizar procesos y reasignar recursos del sector...”

En una evaluación entre expertos en sistemas de información en salud en el área de Latinoamérica, la OPS señala los siguientes puntos:

- Los SIS deben mejorar los marcos regulatorios, el nivel de estandarización, la compatibilidad, la formación de recursos humanos y la infraestructura tecnológica entre otros aspectos.
- Los sistemas de información modernos están compuestos por múltiples elementos en los que el gran desafío es lograr una adecuada articulación e interrelación entre cada uno de dichos componentes.
- Los componentes, de los sistemas de información, no solo están conformados por piezas de software, sino que también incluyen recursos humanos y tecnológicos, los cuales deben ser considerados como subsistemas de los SIS y analizados con un enfoque holístico.
- No hay una receta única para implementar los SIS integrados que optimicen la asistencia y la gestión sanitario aunque si hay que tener en cuenta los componentes detallados. La forma de la instrumentación final dependerá de la estrategia de salud de cada institución y/o país.

En esta evaluación resalta el enfoque *holístico* con el que la OPS propone sean analizados los sistemas de información en salud. Recomendación que se puede ampliar a los sistemas de informática biomédica en general.

En este punto, es necesario establecer que los sistemas de informática biomédica están comprendidos en los componentes de la “salud electrónica” o eSalud (eHealth término en ingles), que es el término que habitualmente se utiliza.

eSalud (eHealth)

Sobre la eSalud o eHealth, la OMS menciona:

“...La eSalud es el uso de las tecnologías de información y comunicaciones para la salud, implica el mejoramiento del flujo de información a través de medios

electrónicos para apoyar la atención de servicios de salud y la administración de sistemas de salud. Por otro lado las TIC en la salud, no solo ayudan a lograr los objetivos de los sistemas de salud, sino también en demostrar cuales se han alcanzado y el costo de esto”⁴⁷.

Específicamente, las TIC se han utilizado para mejorar el tiempo de generación y precisión de reportes de salud pública, para facilitar la vigilancia de enfermedades, además de tener un papel fundamental en la enseñanza a distancia, la respuesta en emergencias y permitir una planeación sectorial en la salud o permitir una mejor coordinación en los sistemas de salud descentralizados. La tabla 7 muestra otros ejemplos de impacto de la eSalud a distintos actores identificados por la OMS.

Actor	Impacto de eSalud
Ciudadano	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la atención personalizada en todo el sistema de salud y a lo largo de la vida. • Hace posible el cuidado de la salud en casa, trabajo o escuela, no solo en clínicas u hospitales. • Se centra en la prevención, educación y auto-administración. • Facilita la atención o consejo de otras personas.
Profesionales en investigación y práctica	<ul style="list-style-type: none"> • Brinda acceso a información actual, especializada y acreditada para cuidado de la salud e investigación a través de bases de datos, publicaciones o investigaciones. • Permite la comunicación entre pacientes y personal de salud. • Hace posible el aprendizaje a distancia de alta calidad para aprendizaje básico y educación continua profesional. • Permite la consulta remota con pacientes, para segundas opiniones y con redes profesionales.
Hospitales, academia y salud pública	<ul style="list-style-type: none"> • Habilita a los hospitales como redes virtuales de proveedores, conectando todos los niveles del sistema. • Monitorea calidad y seguridad, mejorando procesos de atención reduciendo la posibilidad de errores médicos. • Asiste la movilidad de los ciudadanos y sus registros médicos proporcionando la información de los pacientes cuando y donde sea requerida. • Abre nuevas oportunidades en investigación básica y aplicada, desde conocimiento de la salud hasta políticas y acciones. • Incrementa la colaboración y comparte el poder de cómputo (computación en la nube y distribuida) • Permite brindar servicios a pesar de las barreras de tiempo y distancia. • Estandariza procesos de compra y entrega de medicamentos y suministros.
Negocios relacionados con la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Provee contenidos de salud como una mercancía para el público y los profesionistas de la salud. • Facilita la investigación y desarrollo de nuevos productos y servicios: registro médico electrónico, sistemas de información y registros clínicos. • Permite el establecimiento de un mercado amplio y conveniente en costo para productos y servicios para la salud a empresas y gobierno, a nivel local e internacional.
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece información más sensible, oportuna y fiable sobre la salud pública considerando a la salud cada vez más importante para la economía, seguridad, relaciones y negocios internacionales. • Crea entornos favorables en vez de limitaciones de tecnologías. • Ofrece nuevos roles a los “tomadores de decisión”, profesionistas de la salud, autoridades, ciudadanos y otros actores. • Identifica tendencias en enfermedades y factores de riesgo, análisis demográfico, información

social y de salud, modelos de enfermedades en poblaciones, entre otros.

Tabla 7. Ejemplos del impacto de la eSalud (Fuente: traducido de (53))

Según la misma OMS, los componentes de un ambiente de eSalud son los indicados en la figura 5 y descritos en la tabla 8.

Componente	Rol	Descripción
Liderazgo, gobernanza y compromiso multisectorial.	Permitir el ambiente	Dirige y coordina la eSalud a nivel nacional; asegura alineamiento con los objetivos de salud y apoyo político; promueve conciencia y compromiso de los tomadores de decisión. Utiliza mecanismos, conocimientos, coordinación y asociaciones para desarrollar o adoptar componentes de eSalud (por ejemplo estándares) Apoya los cambios necesarios, implementación de recomendaciones y monitoreo de resultados de obtención de beneficios esperados.
Estrategia e inversión	Permitir el ambiente	Asegura una estrategia y plan responsables para el ambiente nacional de eSalud. Dirige planeación que involucre a los principales tomadores de decisión y sectores. Alinea financiamiento con prioridades; Se identifica a los donadores, gobierno y fondos del sector privado en el mediano plazo.
Legislación, política y conformidad.	Permitir el ambiente	Adopta políticas nacionales y legislación en áreas prioritarias; revisa políticas sectoriales para alineación y comprensión; establece revisiones regulares de políticas. Crea un entorno jurídico para establecer la confianza y protección de consumidores e industria en los sistemas y práctica de la eSalud.
Fuerza de trabajo	Permitir el ambiente	Hace disponibles el conocimiento y habilidades de la eSalud a través de la experiencia interna, cooperación técnica o el sector privado. Construye redes especializadas nacionales o regionales para la implementación de la eSalud. Establece programas de educación y entrenamiento para la construcción de capacidades de la fuerza de trabajo enfocada en la eSalud.
Estándares e interoperabilidad	Permitir el ambiente	Introduce estándares que habilitan la consistencia y precisión de colecciones de datos y el intercambio de información entre sistemas y servicios de salud.
Infraestructura	Ambiente TIC	Crea los fundamentos para el intercambio electrónico de información a través de límites geográficos e institucionales del sector salud. Incluye infraestructura física, servicios núcleos y aplicaciones que apoyan el ambiente de la eSalud
Servicios y aplicaciones	Ambiente TIC	Provee medios tangibles para mejorar sistemas y servicios; acceso, intercambio y administración de contenidos e información. Los usuarios comprenden público en general, pacientes, proveedores, aseguradoras y otros. Pueden ser provistos por el gobierno o empresas privadas.

Tabla 8. Roles de los componentes de eSalud (Fuente: traducido de (47))



Figura 5. Componentes de eSalud (Fuente: traducido de (37))

En el diagrama de la figura 6 se presenta gráficamente la relación entre la eSalud y los demás componentes de un entorno de salud a fin de hacer notar la importancia y repercusión que puede tener actualmente.

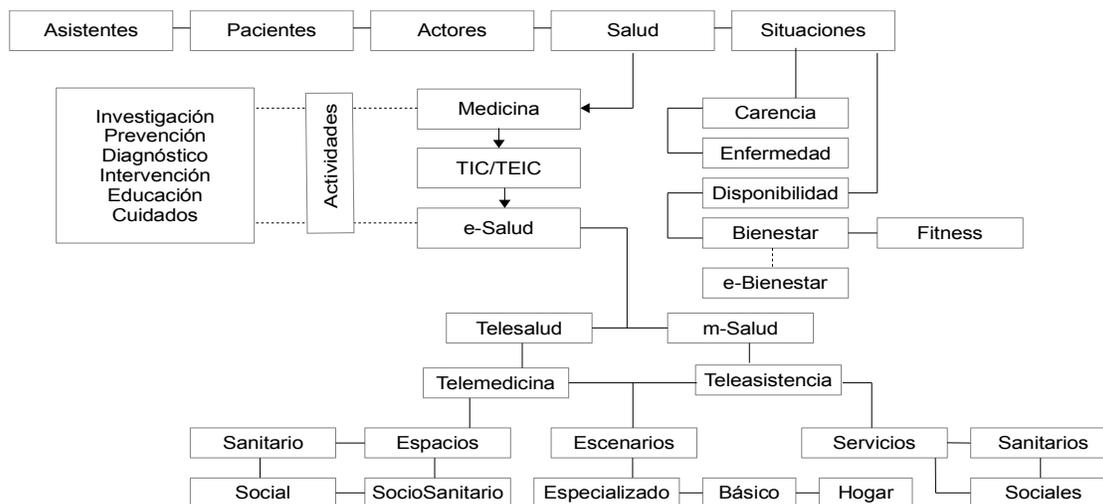


Figura 6. Visión integrada del entorno de salud y e-salud. (Fuente: Modificada de (39))

En la eSalud, se identifica a los sistemas de información, como el núcleo del sistema de salud debido a que es posible gestionar los contenidos y flujos de información entre las áreas y actividades del proceso global, así como entre los actores (pacientes, profesionales, cuidadores, gestores) y sus actuaciones ⁵⁵. La figura 7 presenta gráficamente las familias de los sistemas de información identificados por Barriuso en el servicio de salud.

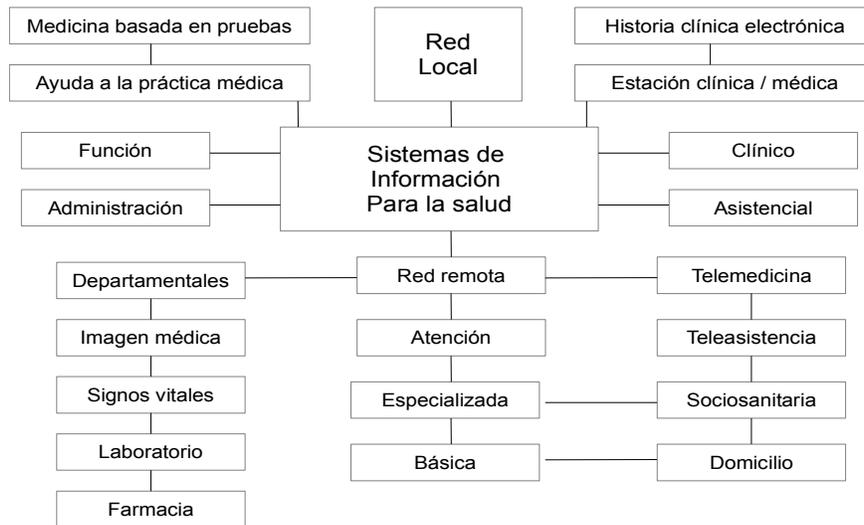


Figura 7. Compendio de sistemas de información para el servicio de la salud (Fuente: modificado de (39))

Como se ha mencionado previamente la eSalud es solo posible con la participación de las TIC, las cuales proporcionan los siguientes servicios principalmente:

- Intercambio personal – presencial: chat, audio y videoconferencia
- Intercambio de contenidos: mensajería, formación, información.
- Intercambio de parámetros: media, monitorización, actuación.
- Servicios adicionales complementarios: vigilancia, seguridad.

En la adopción de TIC en la salud es necesaria, la existencia de un plan de incorporación de las tecnologías, además, de la participación del sector público y privado en este esfuerzo ⁵⁴ Lo anterior es benéfico tanto para la salud a nivel individual como de toda la población.

eSalud en México

Si bien se han realizado estudios sobre la percepción de la informática biomédica en México y otros países de América ⁵⁶, no existen investigaciones donde se establezcan las entidades que participan en el desarrollo de aplicaciones de informática de la salud o las relaciones que entre ellos existen en México; tampoco se han encontrado estudios tendientes a saber cuál es el estado de la informática biomédica en el país o a plantear los elementos participantes, sus roles y las relaciones existentes entre ellos.

En la literatura científica donde se abordan tópicos de informática biomédica, existen referencias sobre la importancia de la aplicación de esta en el campo de la salud en diversas áreas: sistemas de planificación de recursos, sistemas de soporte de decisión, administración de pacientes, almacenamiento de información, minería de datos, telesalud, grado de avance en esta materia ⁵⁷ entre otros ⁵⁸. La informática biomédica además guarda relación importante con la ingeniería biomédica, esta

última, disciplina relevante en el sistema de salud del país y con una estructura más organizada, mejor documentada y de la cual es posible aprender experiencias ⁵⁹.

Como se ha mencionado previamente, en México se destinó, en 2012, 6.2% del PIB⁸ al gasto en salud del país. Este monto está por debajo del promedio de gasto en salud de los países miembros de la OCDE. La tendencia en el monto destinado a este rubro se ha mantenido más o menos constante en los últimos años por lo que se esperaría que continúe. Lo anterior lleva a la necesidad de aprovechar mejor los recursos que se invierten en salud ya que la población que demanda estos servicios sigue aumentando. Uno de los frentes, en el sector informático, donde es posible optimizar los recursos en materia de salud abarca la generación, administración y almacenamiento de información a través de la mejor utilización de sistemas computacionales. La misma OCDE ha sugerido que en el país, se debería:

“Construir un sistema de salud orientado a datos a través, entre otros, de una revisión estratégica de los sistemas de información lo cual debería indicar como México puede moverse de su actual conjunto fragmentado de sistemas de información a una aproximación nacional consolidada centrada en la mejora de la calidad, atención personalizada y continuidad de la atención que apoye la contratación y compra a través de la rendición de cuentas más clara de los resultados³”.

Para resaltar la importancia de este rubro en materia de salud y establecer una referencia respecto al ahorro de recursos que podría alcanzarse ⁶⁰, se ha estimado que la implementación del intercambio de información en el sistema nacional de información en salud en Estados Unidos lograría disminuir el 5% del gasto anual en salud.

Ejemplos de sistemas de informática biomédica en el SNS de México

En el ámbito de la eSalud en cuanto a los sistemas de informática biomédica, se ha encontrado información de los siguientes desarrollos en el país.

Expediente Clínico Electrónico

El expediente clínico electrónico es un componente de los sistemas de eSalud, al ser el punto central del presente trabajo, se tratará a profundidad a lo largo del capítulo 2.

Registros nacionales

Un registro nacional, es la colección de datos sobre incidencias, de alguna enfermedad en todo un país, que permite conocer la epidemiología de dicho padecimiento.

En México, destaca el Registro Nacional de Cáncer (RNC), los primeros intentos por organizar los registros que se tenían de esta enfermedad surgieron en 1940. En el año de 1959 se aplicó el primer cuestionario a médicos y hospitales, tendientes a conocer la situación de neoplasias en el país,

obteniéndose una respuesta muy baja por parte de la comunidad médica. Entre 1975 y 1976 se comenzó a organizar en el IMSS un registro de cáncer sin embargo los esfuerzos duraron pocos años desapareciendo posteriormente sin haber logrado recopilar información.

En 1982, se publicó en el Diario Oficial de la Federación un decreto en el cual se encomienda a la Secretaría de Salubridad y Asistencia la tarea de organización del Registro Nacional de Cáncer. Hacia 1984 el RNC recopilaba información de varios hospitales de la Ciudad de México, Nuevo León y Jalisco tanto públicos, seguridad social y población abierta. En 1986 se publicaron datos sobre el registro.

En 1994 se estableció el Registro Histopatológico de Neoplasias Malignas (RHNM) reemplazo del RNC. El RHNM recabó información sobre los nuevos casos de neoplasias malignas, para ello, se tomaba la información generada por los patólogos, hematólogos o dematopatólogos que era posteriormente analizada por la Dirección General de Epidemiología para decidir, junto con los especialistas, los nuevos casos de neoplasias malignas. Se produjo información sobre los nuevos casos hasta el año del 2001 en que se emitió por última vez esta información. Además de lo anterior, instituciones como el Hospital General de México, el Instituto Nacional de Cardiología han tenido sus registros propios que han generado ocasionalmente información sobre las incidencias ocurridas.

En 1995 se publicó el primer estudio sobre incidencia de cáncer en niños residentes del Distrito Federal (DF) a partir de la revisión de archivos de casos atendidos en 6 hospitales ahí ubicados. Posteriormente, en el IMSS se realizó un estudio similar pero solo para casos atendidos en la institución en el DF, sin embargo, con esta experiencia se inició en 1996 en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI el registro de cáncer en niños. Dicho registro recaba los casos de cáncer de niños atendidos en los principales hospitales del IMSS y se tiene noticia que hasta 2011 estaba aún activo sin que se haya podido encontrar referencia a su estado actual.

Con el paso del tiempo no ha sido posible contar con un registro a pesar de diversas iniciativas y esfuerzos por establecerlo ⁶¹. No obstante, en el año 2018, se promulgó un nuevo reglamento del Registro Nacional de Cáncer ⁶², esta vez una nueva iniciativa que será operado por la DGIS y tendrá que ser evaluado posteriormente.

Programas de impulso a las TIC en el gobierno mexicano

La eSalud, como apoyo en el ejercicio de actividades del sistema nacional de salud, es parte de gobierno electrónico (e-government). En México aún queda terreno por avanzar, tal como lo manifiesta la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en su estudio de 2014 sobre desarrollo de *e-gov* en el mundo y en el que México, aparece en el lugar 63 a nivel mundial (11 considerando los países del continente americano) tomando como referencia el índice EGDI (E-Government Development Index) y el cual mide precisamente el nivel de implementación de gobierno electrónico en los diversos países ⁶³.

En el sexenio 2012-2018, hay dos programas vigentes: Estrategia Digital Nacional (EDN) para apoyar la presencia de las TIC en el gobierno y México Conectado para aumentar la conectividad de la

población a Internet.

Estrategia Digital Nacional

El gobierno federal ha impulsado estrategias para incorporar las TIC en los diversos sectores de su ejercicio. Ejemplo de esto es la Estrategia Digital Nacional, plan de acción que la Presidencia de la República ha tomado durante el sexenio 2012-2018 para fomentar la adopción y desarrollo de las tecnologías de la información y comunicaciones en diversos aspectos de la vida cotidiana entre los que se incluye el rubro de salud universal y efectiva y cuyos objetivos se especifican como:

“Generar una política digital integral de salud que aproveche las oportunidades que brindan las TIC con dos prioridades: por una parte, aumentar la cobertura, el acceso efectivo y la calidad de los servicios de salud y, por otra, hacer más eficiente el uso de la infraestructura instalada y recursos destinados a la salud del país”⁶⁴.

Específicamente la EDN considera los siguientes objetivos en el rubro de la salud:

- Impulsar un modelo de gobierno que apoye la convergencia de los sistemas de información en salud.
- Consolidar el Sistema Nacional de Información Básica en Materia de Salud con la finalidad de establecer la personalidad única en salud y fomentar el uso eficiente de la capacidad instalada.
- Impulsar la digitalización de los servicios de salud por medio del Certificado Electrónico de Nacimiento (CeN) y la Cartilla Electrónica de Vacunación (CeV) que apoye la mejora del modelo de atención médica.
- Impulsar el intercambio de información de los Sistemas de Información de Registro Electrónico para la Salud (RES), entre los que se encuentran los Expedientes Clínicos Electrónicos, para apoyar la convergencia de los sistemas de información en salud.
- Impulsar mecanismos de Telesalud y Telemedicina para aumentar la cobertura de los servicios de salud.

México conectado

Este es un programa que tiene como objetivo contribuir a garantizar el acceso a Internet a los mexicanos, esto a través del establecimiento de redes de telecomunicaciones en espacios públicos de los ámbitos de gobierno federal, estatal y municipal. Es un programa operado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento⁶⁵.

Con esta iniciativa, la población puede tener acceso a un espacio desde el cual pueda acceder a Internet a través de un dispositivo propio, cuando existe conectividad inalámbrica o a través de un dispositivo, también público, que presta el servicio.

Esta estrategia resulta de interés en términos de salud ya que, permitiendo una mayor conectividad de las personas a Internet, es posible incrementar el número de servicios en línea que la población pueda utilizar.

En cuanto a los resultados reportados por la misma SCT, mencionan que hasta 2015 había 101,322 sitios conectados a Internet gracias al programa. Del total, el 9.4% estaban ubicados en instituciones relacionadas con la salud. El número de sitios varía en cada estado de la República, pero destaca el Estado de México como la entidad más beneficiada por el programa con 13,008 sitios dentro del programa ⁶⁶.

En el Anexo II. Programas federales en México de impulso a la adopción de las TIC, se presenta los programas de apoyo a las TIC más notables de México.

Regulación de los sistemas de informática biomédica en México

La regulación relacionada con los sistemas de informática biomédica son (Anexo III: Reglamentación existente en México relacionada con la informática biomédica.):

- Ley General de Salud ²¹.
- NOM-004-SSA3-2012. Del expediente clínico ²²
- NOM-017-SSA2-2012. Para la vigilancia epidemiológica ²³
- NOM-024-SSA3-2012. Sistemas de información de registro electrónico para la salud intercambio de información en salud ²⁴
- NOM-035-SSA3-2012. En materia de información en salud ²⁵
- Reglamentos de las instituciones prestadores de servicios de salud.

Dentro del marco normativo de los sistemas de informática biomédica en el SNS, es de especial interés la protección a los datos personales los cuales están regulados por reglamentos federales en los ámbito público y privado y a nivel estatal.

Las principales obligaciones en el uso de datos personales de salud son ⁶⁷:

- Obtener la autorización de la persona a quien le conciernen los datos personales, para su posterior uso, en su caso.
- Informar previamente sobre el uso a que serán sometidos los datos personales.
- Mantener la confidencialidad de los datos personales.
- Tratar los datos estrictamente necesarios.
- Limitar el uso de los datos personales a las finalidades que motivaron su obtención y posterior utilización.
- Respetar la legislación durante su manejo.
- Implementar medidas de seguridad

y los derechos de los usuarios del SNS en materia de protección de datos personales son:

- **Acceso.** Se refiere a la posibilidad de acceder a los datos personales de salud así como a requerir información relacionada con las condiciones generales del uso de los datos personales durante la asistencia médica.
- **Rectificación.** Se tiene el derecho de corregir datos personales inexactos o incorrectos.
- **Cancelación.** Avala la supresión de los datos personales cuando están siendo tratados a las disposiciones aplicables en materia de datos personales.
- **Oposición.** Indica que se puede solicitar el cese en el tratamiento de los datos personales por razones legítimas y de manera justificada.

Enfoque transdisciplinario de la informática biomédica

Tipos de investigación

Investigadores de la teoría de los sistemas de información, han considerado tres modos de investigación científica: a) investigación básica, b) investigación aplicada e c) investigación orientada a problemas (resolución de problemas) ⁶⁸.

La investigación básica busca dar solución a los problemas generados por inconsistencia en las teorías. Cuando nuevos descubrimientos son inconsistentes con las teorías establecidas y aceptadas previamente es necesario entender, explicar el fenómeno realizando los ajustes necesarios a las bases teóricas y buscando confirmación de su veracidad.

La investigación aplicada quiere dar soluciones a problemas formulados en un contexto de aplicación, fuera de la teoría científica pero utilizando conocimiento científico. El resultado de la investigación aplicada son productos más que conocimiento o modificaciones a los modelos explicativos y bases teóricas.

La investigación orientada a problemas es dirigida por la búsqueda de la solución de problemas originados en la sociedad. Esta investigación se interesa más por el problema en sí y su solución que por las perspectivas de las disciplinas científicas involucradas.

La investigación básica y aplicada, generalmente, se limitan a una o la interacción de diversas disciplinas mientras que la investigación orientada a problemas deber cruzar a través de las fronteras de disciplinas académicas ya que los límites de los problemas sociales no están acotados como los límites de dichas disciplinas. Las investigaciones típicas orientadas a problemas incluyen, entre otros pero de manera típica, estudios del ambiente, sustentabilidad y salud.

La investigación transdisciplinaria tiene como objeto de estudio el problema tal cual. Las disciplinas que contribuyen en la investigación están en función de la problemática en estudio. En la investigación transdisciplinaria, además, del objeto de estudio mantiene, y se estudia tomando en cuenta, su multidimensionalidad, contradicciones inherentes, paradojas y conflictos.

Transdisciplina

El termino transdisciplina, es relativamente reciente y la primera definición de este concepto en un texto publicado fue en 1970 y según su autor, Erich Jantsch, el termino se definía como “el último grado de coordinación” y dependería, entre otras cosas, “de la mejora mutua de las epistemologías en ciertas áreas” ⁶². A pesar del avance y la importancia cada vez mayor de la transdisciplina, actualmente no existe una definición unificada del concepto.

Una definición más reciente y pertinente de la transdisciplinariedad, la da Balsiger como:

“Un problema científico que transgrede las fronteras de las disciplinas científicas que emerge cuando: a) el problema es generado en un campo extra científico (economía, política, mundo viviente); b) una solución al problema es requerida urgentemente en este campo; c) la opinión pública considera este campo relevante; y d) cuando es llevado a la ciencia de una forma institucional (tarea de investigación, financiamiento o proyecto)” ⁶⁹.

El mismo autor identifica dos características importantes de la transdisciplina:

- La transdisciplina, al ser una aproximación científica debe basarse en un marco de trabajo puramente científico, es orientada a problemas, guiada por una teoría y dirigida metodológicamente a fin de resolver un tipo especial de problema. La solución de este problema es quien dirige la investigación, ya que la “colaboración” de las disciplinas participantes está encaminada por la solución del problema.
- Es necesario establecer la diferencia entre una investigación transdisciplinaria y una investigación aplicada. Esto se logra considerando que el conocimiento generado a partir de la transdisciplina, como cualquier otro conocimiento científico, es abierto y propiedad de toda una sociedad y no solo de un grupo o empresa.

Respecto a las características anteriores, la literatura reporta un debate ⁶⁹ ya que investigadores consideran que la transdisciplina debe moverse solo más allá de disciplinas científicas, mientras que otros más, consideran que se deben “transgredir” los límites de la ciencia y considerar actores fuera de esta que participen en un contexto específico de un problema ⁷⁰.

Sistemas de información y transdisciplina

La naturaleza teórica de la uni- o multi- disciplinariedad de los sistemas de información es un tópico que, investigadores que han abordado el tema, manifiestan como sin consenso entre la comunidad científica que estudia el tema ⁷¹. La tabla 9 presenta los principales atributos de cada uno de los enfoques disciplinarios.

Atributo	Intradisciplina	Multi / pluri / disciplina	Interdisciplina	Transdisciplina
Tipo de colaboración	Colaboración de investigadores de una disciplina	Colaboración de investigadores de distintas disciplinas	Colaboración de investigadores de varias disciplinas integrando distintas ideas; síntesis	Colaboración de investigadores de varias disciplinas integrando distintas ideas.
Objetivo	Optimizar la calidad de resultados de la investigación.	Mostrar diferentes perspectivas de un fenómeno.	Entender un fenómeno complejo que no puede ser resuelto desde una sola disciplina.	Resolver problemas; Cambiar comportamientos de forma significativa.
Tipo de disciplina	Disciplina estática con mirada hacia el interior.	Disciplina sin modificaciones pero interactuando con otras disciplinas.	Disciplina enriquecida. Nueva disciplina.	A través de las disciplinas, más allá de las disciplinas académicas, mirando hacia afuera.
Naturaleza teórica	Ejercicio teórico	Ejercicio teórico	Ejercicio teórico	Ejercicio teórico dirigido a soluciones prácticas
Fuente/causa	Estimulado por retos teóricos complejos	Estimulado por retos teóricos complejos	Estimulado por retos teóricos complejos	Estimulado por problemas prácticos complejos.
Métodos	Utiliza métodos de una disciplina	Utiliza métodos de distintas disciplinas	Conecta distintas aproximaciones con el fin de encontrar métodos adecuados.	Enfoque holístico para unificar conocimientos.
Resultados	La mejor solución para retos disciplinares	Mejor entendimiento de las perspectivas contribuyentes respecto a problemas complejos	Entendimiento mejorado y sensible a problemas complejos	Mejor solución para problemas complejos.
Alcance	Organización (estrecho)	Organización / sociedad	Organización / sociedad	Sociedad (amplio)
Propiedades	Definidas	Definidas	Evolucionando a definitivas	Evolucionando

Tabla 9. Atributos de intra-, multi-, inter- y transdisciplina (Fuente: modificado de (71))

“Wicked problems” y la informática biomédica

Aunque se acepta que la informática biomédica en general y el expediente clínico electrónico en particular son esenciales para mejorar el servicio a los pacientes, se ha documentado que lograr implementar este tipo de sistemas es complicado y no se alcanzan en tiempo y forma los objetivos planteados en muchos casos ⁶⁵. El concepto y desarrollos de expediente clínico electrónico nacional se

ha estudiado desde la perspectiva de los “difíciles de resolver” o *wicked problems* en el término original. Los *wicked problems* son problemas que presentan las características enunciadas en la tabla 10

Dimensión	Condiciones	Retos al conocimiento
No estructurada	<ul style="list-style-type: none"> • Causas y efectos precisos difíciles de identificar por lo que las consecuencias de acciones de las políticas son difíciles de anticipar. • Altas demandas de información. • Proceso de solución de problemas fluido, cada solución cambia el entendimiento del problema. Los objetivos “se transforman y mueven”. • Poco, si existe, consenso respecto a la definición, identificación y solución de problemas. 	Necesidad de recurrir a amplias bases de conocimiento, desde lo técnico a lo local, desde dentro de la red y sin red.
Transversalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Múltiples tomadores de decisión. • Diversas perspectivas. • Alto grado de interdependencia entre tomadores de decisión. • Muchas compensaciones entre valores que compiten; alto conflicto potencial. • Complejidad política y social incrementada. • Fuentes de conocimiento informales y socialmente integradas adquieren mayor importancia. 	<p>Se debe desarrollar nuevo conocimiento aplicable al wicked problem.</p> <p>Conocimiento compartido como premisa para la cooperación, no jerarquía ni control.</p>
Temporalidad	No línea de fin, no es posible encontrar solución “única y para todo”.	Transferencia continua, recepción e integración de conocimientos para capacidad de solución de problemas a largo plazo.

Tabla 10. Dimensiones de los problemas retorcidos. (Fuente: modificado de (72))

El enfoque de los *wicked problems* se considera relevante para el presente trabajo ya que, como se ha mencionado, la salud en general y la informática biomédica en particular presenta características que permiten catalogar, dentro de este rubro las situaciones y problemas existentes.

El abordar el estudio del RES en particular y de la IB en general, desde la perspectiva de los *wicked problems* es propuesto como una opción a explorar y comenzar a realizar, aplicando de esta manera el enfoque transdisciplinario de ver más allá de las disciplinas tradicionalmente.

Capítulo 2. Expediente Clínico Electrónico

Introducción

En el capítulo 2 se discute el concepto de expediente clínico electrónico, se presentan los términos que se han utilizado y que hacen referencia al mismo concepto, pero con algunas particularidades. Se muestra también el avance del expediente en México, de acuerdo a los datos existentes, así como el marco normativo del mismo. Se describe un sistema de ECE y se presentan sus características. Se comentan aspectos de interés del expediente en otros países y se mencionan los avances más notables en este sentido en los sistemas de salud de diversos países del mundo.

Definiciones

El expediente clínico, se define, como: *“Conjunto de información y datos personales de un paciente que se integra dentro de todo tipo de establecimiento para la atención médica, ya sea público, social o privado, y que consta de documentos escritos, gráficos, imagenológicos, electrónicos, magnéticos, electromagnéticos, ópticos, magneto-ópticos y de cualquier otra índole, en los cuales el personal de salud debe hacer los registros, anotaciones, constancias y certificaciones correspondientes a su intervención en la atención médica del paciente”*⁷³

A partir de la definición de expediente clínico y gracias al avance de las TIC y posibilidades que brinda, surge la definición de expediente clínico electrónico. No obstante, es necesario aclarar que no existe una definición única ya que varios organismos en diversos momentos han generado definiciones utilizadas en un contexto. Además de lo anterior, debemos agregar que, en el caso del español, las traducciones, no siempre iguales, de los conceptos del término inglés original incrementan la ambigüedad y confusión de dichos conceptos. Se considera que existe un nivel de confusión de este concepto en el sector salud en los diversos sistemas de salud en el mundo⁷⁴. En el presente trabajo se optará por apearse a la definición dada por la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO) al considerarse que esta es la más general y que permite incluir otras definiciones encontradas en la literatura del expediente. En los párrafos siguientes, se presenta con mayor profundidad la clasificación y análisis de las características que realiza la ISO de este concepto. Otro término que se utiliza para hacer referencia al concepto de expediente clínico electrónico, por ser el término en español avalado en los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS)⁷⁵ es Registro Electrónico de Salud (RES). En el resto del presente trabajo, se considerará que los términos RES y ECE hacen referencia al mismo concepto.

Un registro médico electrónico (Electronic health record, EHR), ECE o RES es, según la ISO, *“un repositorio de información concerniente al estado de salud de un individuo, en un formato procesable en una computadora”*⁶⁰. Su propósito comprende un rango de opciones: desde mantener la información longitudinal del historial médico del usuario hasta alertar a los médicos de la posible acción cruzada de medicamentos⁷⁷.

Otra definición de un término encontrado habitualmente en la literatura del Institute of Medicine (IOM) del registro médico electrónico (Electronic Medical Record, EMR) es: “*un registro electrónico de información relacionada a la salud de un individuo que puede ser creado, recopilado, administrado y consultado por personal médico y auxiliar autorizado dentro de una organización de atención a la salud*”⁷⁸. De este concepto, la Japanese Association of Healthcare Information System ha establecido cinco niveles para un EMR:

1. EMR Departamental. Contiene la información de un paciente de un solo departamento de un hospital.
2. EMR inter-departamental. Contiene la información de un paciente de dos o más departamentos de un hospital.
3. EMR de hospital. Contiene toda o casi toda la información clínica de un paciente de un hospital específico.
4. EMR inter-hospital. Contiene toda la información clínica de un paciente que se ha generado en dos o más hospitales.
5. EHR. Colección longitudinal clínica de un paciente que se ha generado en diversas fuentes.

Los términos anteriores, EHR y EMR, son los más comúnmente utilizados. En algunas ocasiones se emplean indistintamente, sin embargo, es necesario aclarar que, de manera comparativa, la National Alliance for Health Information Technology (NAHIT)⁷⁸ definió los términos como:

“EMR: un registro electrónico de información relacionada con la salud de un individuo que puede ser creado, recopilado, administrado y consultado por personal clínico autorizado dentro de una organización de salud...”

“EHR: un registro electrónico de información relacionada con la salud de un individuo que cumple estándares nacionales reconocidos de interoperabilidad y que puede ser creado, recopilado, administrado y consultado por personal clínico autorizado de más de una organización de salud.”

Como se aprecia claramente en estas definiciones el concepto clave que distingue ambos términos es intercambio de información. Mientras que el EHR lo incluye, el EMR no, por lo que este último término empieza a ser obsoleto.

Los anteriores son los términos principales a considerar en el estudio del ECE, sin embargo, la terminología existente es más amplia. En los siguientes párrafos, se muestran las definiciones de términos comunes encontrados en el trabajo con el expediente clínico electrónico.

Registro electrónico de paciente (electronic patient record, EPR). Término utilizado en el sistema de salud de Reino Unido, definido como Registro electrónico de cuidado periódico de salud de un solo individuo, provisto por una institución de salud.

Registro computarizado de paciente (computerized patient record, CPR). Utilizado principalmente en Estados Unidos con un amplio rango de significados pero que se pueden colocar dentro de un EMR o EPR.

Registro electrónico de cuidado de salud (Electronic health care record, EHCR). Se utiliza en Europa y se considera sinónimo de EHR.

Registro electrónico de cliente (Electronic client record, ECR). Caso especial de EHR utilizado por un grupo de profesionistas no médicos pero que utilizan el registro en su disciplina tal como fisioterapistas, quiroprácticos, trabajadores sociales, etc.

Registro virtual de salud (virtual health record, VHR). Se refiere, tradicionalmente, a un EHR integrado “al vuelo” a través de un proceso de federación de dos o más nodos EHR.

Registro personal de salud. (Personal health record, PHR). Es definido por la OMS como “*un registro controlado y administrado por el usuario (paciente). Es un registro independiente, longitudinal y accesible universalmente que permite administrar información de salud relevante, promueve el cuidado de la salud y asiste el manejo de enfermedades crónicas a través de información interactiva y herramientas de eSalud*”⁷⁴ Respecto a este término, la ISO menciona que no existe razón por la cual un PHR no tenga la misma arquitectura que un EHR. Además identifica cuatro formas de un PHR:

1. EHR auto contenido, mantenido y controlado por el paciente/consumidor
2. Igual que el inciso anterior pero mantenido por un tercero como un proveedor de servicios web.
3. Un componente de un ICEHR mantenido por un proveedor de servicios de salud y controlado al menos parcialmente por paciente/usuario.
4. Igual que el inciso anterior pero mantenido y controlado completamente por el paciente/usuario.

Registro médico digital (Digital medical record, DMR). Registro web mantenido por un proveedor de servicios de salud y con funcionalidad EMR, EPR o EHR.

Repositorio de datos clínicos (Clinical data repository, CDR). Se define como “un almacén de datos operacional que mantiene y administra datos clínicos colectados de puntos de servicio en localidades de servicio (hospitales). Los datos de un CDR pueden ser fuente para un EHR”

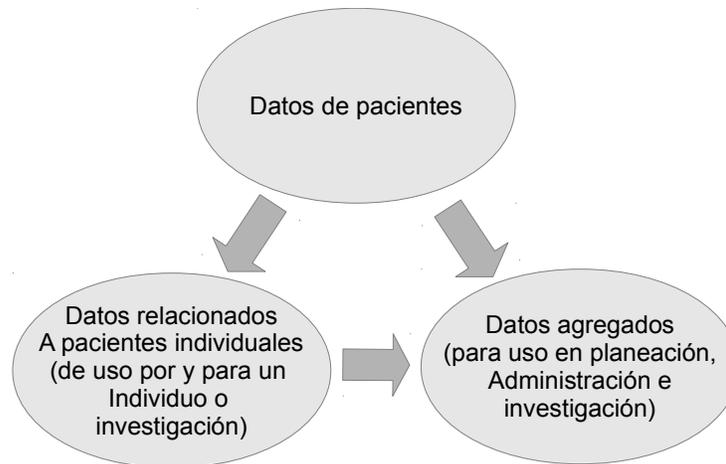
Registro médico computarizado (Computerized medical record, CMR). Es un registro computarizado creado por la digitalización de expedientes clínicos de papel.

Registro de salud de población (Population health record). Es un almacén de datos agregados y no identificados. Puede obtener la información de los EHR o de repositorios electrónicos. Es utilizado para salud pública y otros propósitos epidemiológicos, investigación, estadísticas de salud o desarrollo de políticas.

Registro médico electrónico para cuidado integral. (Electronic health record for integrated care, ICEHR). Repositorio de información del estado de salud de un individuo, en un formato procesable por una computadora, almacenado y con posibilidad de transmitirse de forma segura y accesible por múltiples usuarios autorizados. Cuenta con un modelo de información estandarizado independiente del sistema de administración EHR y cuyo propósito principal es ayudar la atención integral de la salud de forma continua, eficiente y de calidad. Contiene información retrospectiva, concurrente y prospectiva.

Se define también el termino **Organización regional de información en salud (Regional Health Information Organization, RHIO)** como una organización de información en salud que reúne a los actores que brindan atención a la salud de una área geográfica determinada y gobierna el intercambio de información en salud entre ellos con el propósito de mejorar la atención en salud de dicha comunidad⁷⁹.

La figura 8 muestra una clasificación de los conceptos expresados anteriormente, en términos del tipo de información a la que hacen referencia.



- EPR, Registro electrónico de paciente
 - CPR, Registro computarizado de paciente
 - EHCR, Registro electrónico de cuidado de salud
 - ECR, Registro electrónico de cliente
 - VHR, Registro virtual de salud
 - PHR, Registro personal de salud
 - DMR, Registro médico digital
 - EMR, Registro médico electrónico
 - EHR, Registro electrónico de salud
 - CMR, Registro médico computarizado
- CDR, Repositorio de datos clínico
 - Registro de salud de población

Figura 8. Sistemas electrónicos de registro. (Fuente: modificado de World Health Organization, 2012 (58))

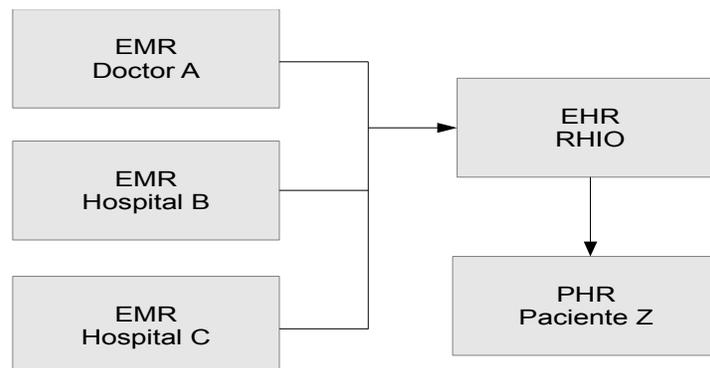


Figura 9. Relación de EMR, EHR y PHR (Fuente: modificado de Ed-informatics.org, 2017 (63))

Los términos EMR, EHR y PHR han sido los más utilizados en la comunidad médica. La figura 9.

muestra en forma gráfica una interpretación de la relación de los tres conceptos.

El aspecto más importante, según la ISO, de un ECE es la capacidad de interoperar entre distintos actores de un sistema de salud. De esta forma clasifica estos sistemas de acuerdo a la figura 10

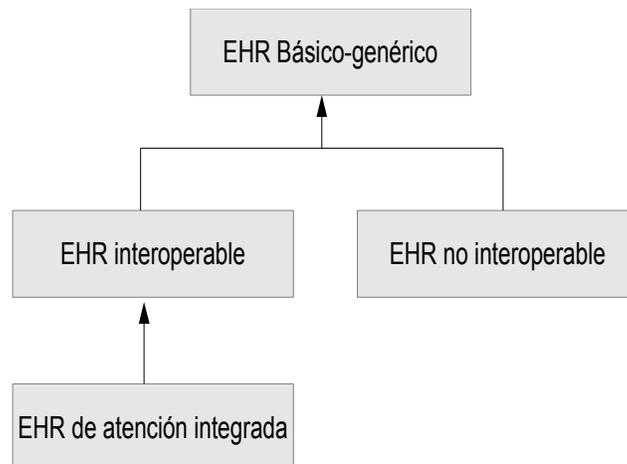


Figura 10. Clasificación de EHR de acuerdo a interoperabilidad (Fuente: modificado de ISO, 2005 (76))

Respecto a la interoperabilidad, la ISO define dos niveles en que se puede lograr esto:

1. Interoperabilidad funcional. La habilidad de dos sistemas de intercambiar información. Es posible para un usuario humano entender la información en el sistema receptor.
2. Interoperabilidad semántica. Habilidad de los sistemas para que la información que comparten sea entendida a nivel de conceptos formalmente definidos, es decir que la información es procesable computacionalmente por el sistema receptor. Este tipo de interoperabilidad puede ser total o parcial.

Adicionalmente se definen tres niveles en los que se puede compartir la información de un EHR

- Nivel 1. Entre distintas disciplinas clínica y otros usuarios, todos los cuales utilizan la misma aplicación.
- Nivel 2. Entre diferentes aplicaciones en un mismo nodo EHR, es decir en un centro donde el EHR es almacenado y mantenido.
- Nivel 3. Entre distintos nodos EHR, es decir entre diferentes centros o sistemas EHR.

Otro aspecto necesario para la interoperabilidad es la independencia del EHR y el sistema informático que lo administra es decir el EHR debería ser un modelo de información independiente tanto de la base de datos física donde se almacena la información local, como de la aplicación informática donde se crea, mantiene y consulta el EHR. Además, el modelo de información debe ser independiente de cualquier implementación tecnológica particular. Con esto se lograría asegurar la permanencia del EHR al transcurso del tiempo ⁷⁶. Resulta indispensable también establecer la responsabilidad entre los sistemas que se involucran en un proceso de interoperabilidad, a este respecto, existen normas internacionales como la ISO/IEC 10746-3:2009 que abordan esta problemática.

Propósito

Como se mencionó previamente, existen distintos propósitos del EHR, sin embargo, los más sobresalientes, según la ISO, son:

1. Proveer un registro documentado de las acciones de atención a la salud que apoyen el cuidado presente y futuro por el mismo u otros médicos.
2. Proveer evidencia de cuidados recibidos, indicación de cumplimiento con normatividad y reflejo de competencia de personal de salud.
3. Estudios continuos de mejora de calidad a través de revisión, monitoreo de desempeño, evaluación y acreditación.
4. Proveer entrenamiento a médicos y otros profesionistas de la salud.
5. Desarrollar y evaluar nuevas modalidades de diagnóstico, medidas y tratamientos de prevención de enfermedades, estudios epidemiológicos, análisis de salud de la población.
6. Acceso a información de calidad para evaluar riesgos potenciales de salud en la población.
7. Permitir análisis estadístico de salud con el fin de generación de políticas públicas.
8. Administración del sistema de salud a través de localización de recursos, administración de costos, reportes y publicaciones.
9. Brindar información financiera de procedimientos de atención a la salud.

El primer punto del listado, es el que se define como objetivo fundamental del EHR. Los demás deberían ser secundarios y modulares en el sentido que un “núcleo” de un EHR debería brindar la funcionalidad primordial y módulos secundarios deberían ser capaces de cumplir con estos objetivos. Acorde a la anterior, la ISO clasifica la funcionalidad del EHR en dos rubros. La tabla 11 presenta los detalles de esta clasificación.

Característica	EHR base	EHR extendido
Objetivo	Información clínica	El ámbito completo de la información en salud
Relación entre ambos	Subconjunto de un EHR extendido	Superconjunto de un EHR base
Relación con los propósitos del EHR	Principalmente relacionado con el propósito principal (cuidado clínico)	Relacionado con propósitos primarios y secundarios.
Paradigma de modelo	Pequeño modelo con interfaces a muchos modelos similares de otros servicios en un ambiente de sistemas distribuidos.	Modelo robusto que define el ambiente completo de la información en salud.
Aproximación para estandarización.	Estándares separados para EHR básico y cada uno de los servicios en el ambiente de información en salud. (aproximación en capas)	Estándar único multi-parte para todos los servicios
Relación con la información y conocimiento.	Contiene solo información	Puede contener información y conocimiento.

Tabla 11. Diferencias entre EHR base y EHR extendido (Fuente: modificado de (76))

Sistema EHR

Un EHR, entendido como el modelo lógico más que como la base de datos o aplicación computacional, tal como se ha establecido en el presente capítulo, requiere de un sistema que permite explorar su funcionalidad. A este sistema se le conoce como “EHR System” en la lengua inglesa, término que se traduce como Sistema de gestión EHR.

La ISO, nuevamente, toma la definición del IOM de Estados Unidos y define un sistema de gestión EHR como:

“El conjunto de componentes que conforman el mecanismo a través del cual, los registros electrónicos de salud son creados, utilizados, almacenados y consultados. Incluye a la gente, los datos, reglas, y procedimientos de procesamiento, dispositivos de procesamiento y almacenamiento, así como las instalaciones de comunicación y apoyo”⁷⁶.

De acuerdo a la definición anterior debemos asumir que para que un EHR funcione se requiere de un conjunto de actores, un ecosistema, más allá que solo un sistema de cómputo o una base de datos que almacene la información de los pacientes.

Existe una clasificación de los sistemas EHR cuyas características principales se mencionan en la tabla 12.

Tipo de sistema EHR	Sistema EHR local	Sistema EHR compartido	Directorio de servicios EHR
Objetivo y propósito	Proveedores individuales de servicios de salud locales	Comunidades de servicios de salud regionales o nacionales	Nacional, transnacional
Tipo de EHR	EHR, ICEHR no interoperable	ICEHR	Índice a ICEHR
Tipos de datos	Datos locales detallados	Datos compartidos	Índice de meta-datos
Granularidad de datos	Fina	Gruesa (datos seleccionados)	N/A
Contribución y acceso al EHR (a)	Proveedores de servicios de salud locales	Comunidades de servicios de salud locales o extendidas (regional / nacional)	N/A(b)
Custodio / mantenimiento	Instalaciones de centro de atención a la salud (hospital, clínica, etc)	Autoridad local de salud, etc.	Departamentos de salud públicos o similares
<p>a. Control de contribuciones y acceso debe en cada caso, incluir el sujeto de cuidado. b. Registros de episodios de salud provistos más allá de los límites de la comunidad de atención a la salud local o extendida deben ser indexadas en el directorio de servicios del país de origen y estar disponibles para accesos futuros por usuarios del país de origen. Alternativamente, una copia o resumen de los registros extranjeros pueden ser enviadas al sujeto de atención para su inclusión en su ICEHR</p>			

Tabla 12. Resumen de características de sistemas EHR (Fuente: modificado de (76))

Desde el punto de vista de sistemas de informática biomédica, el ECE es uno de los sistemas que más se han desarrollado y mayor importancia y alcance han logrado en la práctica médica en el mundo en los últimos años ⁸⁰. Sin embargo, su adopción total no se ha logrado aun quedando problemas de diversa naturaleza por resolver entre los que se pueden mencionar: ^{75, 81}

- Factores económicos
 - Falta de recursos de inversión
 - Falta de infraestructura técnica
- Factor de recursos humano
 - Miedo a la tecnología
 - Falta de personal técnico
- Factores de implementaciones del ECE
 - Interfaces de usuario complejas
 - Dificultad para introducir datos históricos
- Factores administrativos
 - Riesgo de surgimiento de requisitos federales y estatales
 - Desconocimiento para la gestión del cambio

El factor humano es considerado el elemento principal de los problemas reportados con el uso de las TIC en la salud ⁸¹.

El Expediente Clínico Electrónico en México

La experiencia en el mundo, en el desarrollo y utilización de los ECE es amplia y bien documentada ⁸⁰. En México se han hecho diversas propuestas de expedientes ⁸². Actualmente se han implementado sistemas en institutos y secretarías estatales. Según datos de 2012 del CENETEC ⁸³, en el país, el 88% de los estados contaban con iniciativas y desarrollo del ECE mientras que el 12% no contaba con avance en esta materia. En los estados que si contaban con alguna iniciativa el 42% se encontraba en una etapa inicial, el 45% en un estado intermedio mientras que el 13% en una etapa avanzada. Un aspecto importante a considerar en la funcionalidad de los ECE es la interoperabilidad, a este respecto cabe mencionar que en el mismo estudio, el CENETEC reporta que un 49% de los sistemas presentan una baja capacidad de interoperar, el 13% capacidad media y el 38% alta capacidad de interoperabilidad. Es importante mencionar que los procesos de desarrollo y adopción de los sistemas de expediente clínico electrónico son costosos en tiempo y en recursos económicos ⁸⁴ por lo que esto debe considerarse en el proceso de planeación y seguimiento de un proyecto.

En el Sistema Nacional de Salud en México, los desarrollos de ECE se clasifican dentro del concepto de Sistemas de Información de Registro Electrónico para la Salud, SIRES, los cuales pueden ser certificados por el gobierno federal, a través de la Dirección General de Información en Salud, DGIS, cuando cumplen la normatividad que los rige, NOM-024-SSA3-2012, ⁸⁵. Actualmente hay 9 sistemas que cuentan con un certificado de cumplimiento de la norma ⁸⁶ aunque hay más operando en establecimientos de salud que no han sido certificados. Lo anterior es indicativo de la existencia de un

mercado y oferta de sistemas de ECE.

Tomando en cuenta el contexto de informática en el cual se desarrollan los ECE, un reporte del Banco de Desarrollo de América Latina ⁸⁷ presenta un Índice Integral de Desarrollo TIC conformado por indicadores de dimensiones institucional, económica, de infraestructura y capital humano. De acuerdo a dicho índice, México obtiene una calificación de 3.75, apenas arriba del promedio de la región de América Latina que es de 3.65 lo que coloca al país en el lugar 8 del índice de desarrollo TIC. Según este índice, el país tiene una baja evaluación en: infraestructura, infraestructura para Internet, escuelas, capital humano, capacidad innovadora y proporción de investigadores por habitantes. Dado lo anterior, es posible comprender que, debido a estas características, el grado de avance y el número de estados de la federación que aún no cuentan con iniciativas para el desarrollo de ECE es que resulta necesario continuar realizando investigación en este tema a nivel nacional e internacional.

En México, en 2011, Lozano González ⁸⁸ reportó que había 44.9 millones de registros electrónicos en el sistema nacional de salud, excluye a las instituciones privadas, así como que el 21% de unidades médicas públicas, federales o estatales contaban con un ECE en operación y el 41% lo tenían como proyecto.

Según datos del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de 2015, el desarrollo del ECE en las secretarías estatales de salud se resume en la tabla 13.

Entidad federativa	EHR	Año implementación	Cobertura
Aguascalientes	Sistema de Expediente Clínico de Aguascalientes	2002	100%
Baja California	Sistema de Información de Atención Primaria (e-SIAP)	2013	80%
Baja California Sur	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO)	2006	98%
Campeche	Expediente Clínico Electrónico	2008	20%
Coahuila	Expediente Clínico Electrónico	2013	20%
Colima	Sistema Administrativo del Expediente Clínico Electrónico de Colima (SAECCOL)	2006	100%
Chiapas	Sistema Integral de expediente clínico para los servicios de Salud	2009	80%
Chihuahua	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria	2005	90%
Ciudad de México	Sistema de Administración Médica e Información Hospitalaria	2016	--
Durango	Expediente Clínico Electrónico	2012	100%

UNEME			
Guanajuato	Sistema Administrativo del Expediente Clínico Electrónico de Colima	2014	20%
Guerrero	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO)	2007	--
Hidalgo	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO)	2007	90%
Jalisco	Expediente Clínico Electrónico	2010	30%
México	Sistema de Gestión Médica	2013	--
Michoacán	Expediente Clínico Electrónico	--	40%
Morelos	No implementado	--	--
Nayarit	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO)	2008	20%
Nuevo León	Sistema de Información Hospitalaria (X-HIS)	2006	60%
Oaxaca	Sistema de gestión Médica Hospitalaria	2009	50%
Puebla	Sistema de Información Hospitalaria (X-HIS)	2010	70%
Querétaro	Sistema para la Administración de Información Médica para el Primer Nivel de Atención (SIAM)	2015	100%
Quinta Roo	Expediente Clínico Electrónico	2013	10%
San Luis Potosí	No esta implementado		
Sinaloa	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO)	2003	90%
Sonora	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO)	2005	--
Tabasco	Expediente Clínico Electrónico (consulta segura)	2009	85%
Tamaulipas	No esta implementado		
Tlaxcala	Expediente médico electrónico	2013	30%
Veracruz	No esta implementado		
Yucatán	Hoja diaria de consulta/ Sistema Único de Información en Servicios de Salud de Yucatán	2009/2014	100%
Zacatecas	Sistema de información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO)	2005	--

Tabla 13. Implementación de ECE en las entidades federativas (Fuente: modificado de (89))

El ECE y la regulación

El ECE está regulado específicamente por la NOM-024-SSA3-2012 “Sistemas de información de registro electrónico para la salud. Intercambio de información en salud” sin embargo, al ser un expediente clínico, también se vería afectado por la regulación que rige a este documento. Debido a que los expedientes clínicos son una herramienta con más tiempo de utilización, diversas son las leyes que lo regulan o están involucradas en su legislación ⁹⁰, tales como:

- Ley Orgánica de la Administración Pública
- Ley Federal del Procedimiento Administrativo.
- Ley Federal de Metrología y Normalización.
- Ley General de Salud
- Reglamento de la Ley Federal de Metrología y Normalización
- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica.
- Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.
- NOM-004-SSA3-2012, Del Expediente Clínico

A pesar de la relativa amplitud de leyes involucradas, investigadores del tema, han encontrado que la legislación actual para el expediente clínico y por lo tanto para el expediente clínico electrónico es insuficiente y con una sustentación jurídica débil que debe mejorarse a fin de que este documento se utilice de una manera adecuada ⁹⁰.

La NOM-024: *“establece los objetivos funcionales y funcionalidades que deberán observar los productos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos en salud”* ⁸⁵. Tal como se menciona el principal objetivo de esta norma es establecer los requisitos para lograr la interoperabilidad de los diversos ECE existentes en el SNS, para ellos establece:

- Una arquitectura de referencia.
- Los datos mínimos de identificación de cada paciente.
- La especificación de las Guías de Intercambio de Información para diversos escenarios.
- Los aspectos de seguridad de la información.
- Procedimientos de evaluación, verificación y certificación de la norma.
- Un glosario de términos comunes.

El contenido del expediente clínico, así como su almacenamiento, explotación, uso y todos los demás aspectos relacionados con el mismo está contenido en la NOM-04 por lo que un expediente electrónico, implícitamente, debe atender también esta norma. En este sentido no existe una norma oficial que regule a los ECE, solo la manera en que los sistemas de gestión de los expedientes intercambian información.

El Expediente Clínico Electrónico en otros sistemas de salud

En esta sección, se muestra un resumen sobre las experiencias del expediente electrónico de salud en sistemas de salud de distintos países según lo que se ha encontrado en la literatura científica al respecto. Se prefieren presentar las ventajas, desventajas, beneficios y problemática que se ha presentado antes que un reporte cuantitativo de la situación en cada país, esto con el fin de analizar estos factores y determinar cuáles podrían resultar útiles para el país. Se busca, con esto, tener un panorama sobre el lugar en que se encuentra México en esta materia a nivel mundial.

Corea

Kim, Jung et al presentaron, en un trabajo de 2017, resultados sobre el avance de la adopción del EHR en Corea⁹¹. En donde se destaca:

- Los costos de implementación y mantenimiento fueron las principales barreras para la adopción de un sistema EHR en Corea, además que no existió apoyo financiero disponible para ayudar en dicho proceso de adopción.
- Los hospitales grandes cuentan con recursos financieros amplios por lo que tienen una frecuencia de uso de sistemas EHR más alta que hospitales medianos y pequeños. Se observó también que los hospitales grandes tienen generalmente mayores beneficios derivados del uso de expedientes electrónicos.
- El uso de estándares nacionales para la implementación del EHR es muy importante para el desarrollo de sistemas interoperables. La ausencia de estos estándares provocan falta de capacidad para interoperar y, en Corea, representó la tercera barrera para la adopción del expediente.

Estados Unidos

Respecto al intercambio de información en salud a través de expedientes clínicos electrónicos, el gobierno de Estados Unidos había mantenido un enfoque de análisis y diseño en el que se comenzaba con los sistemas a utilizar en los hospitales y centro de atención a la salud sin considerar la integración de estos con un sistema global, existiera o no, este enfoque es denominado “bottom up”. Sin embargo, recientemente la estrategia se modificó a un modelo en el que se define la arquitectura general, objetivos y reglas de integración de los sistemas hospitalarios, es decir, un enfoque “top down”. En 2009, el gobierno de Estados Unidos emitió la Health Information Technology for Economic and Clinical Health Act (HITECH Act) que daba incentivos a los proveedores de servicios de salud y hospitales para adoptar tecnología EHR. A pesar de esto, la adopción del expediente clínico ha sido lento debido a problemas en la implementación, optimización, interoperabilidad y seguridad electrónica

⁸⁵

El Instituto de Medicina ha recomendado el desarrollo de un marco para la regulación del

desarrollo del EHR e inicio, en 2013 la discusión sobre la usabilidad de estos sistemas con miras a lograr un proceso de certificación ⁸¹.

En Estados Unidos, el aspecto técnico es percibido como el que menos reto representa siendo las posibles barreras, aspectos como la diversidad social, cultural, legal, institucional, económica y cambios políticos necesarios ⁹².

Inglaterra

En 1999 Inglaterra inició uno de los más grandes y ambiciosos programas de tecnología de la información en la salud, denominado *The National Programme for IT (NPFIT)* cuyo objetivo fue crear un registro nacional electrónico para todo el sistema de salud del Reino Unido. Este proyecto fue liderado por el gobierno a través del English National Service (NHS). Fue un proyecto caracterizado como “top down” y se estima ha sido el proyecto no militar más grande de tecnologías de la información⁷⁷. Este esfuerzo ha dejado importantes aportaciones en el desarrollo e implementación del EHR debido a los problemas que enfrentó.

Se hicieron contribuciones como la creación de estándares de información, la participación de una comisión de cuidados de salud y una autoridad nacional de seguridad de pacientes. Además se creó un organismo nacional de desarrollo de normas de registro profesional y trabajo en Inglaterra ⁸¹.

Después de nueve años y un costo de 12.7 billones de libras no se había completado aún la meta de tener un expediente funcional en todo el sistema de salud. Este fracaso sugiere que es importante desarrollar un modelo competitivo que impulse el desarrollo de múltiples sistemas EHR que faciliten la innovación. Se ha considerado que otra causa del fracaso de este esfuerzo fue haber asumido el proyecto solo desde el punto de vista técnico en vez de uno socio-técnico desde el inicio del mismo⁷⁷.

Si bien, un sistema nacional de EHR ayudaría a alcanzar la interoperabilidad, es necesario considerar el tamaño del país, la diversidad y estado actual del sistema de salud para determinar si este tipo de implementación es posible.

Escocia y Gales

Los sistemas de expedientes electrónicos de ambos países han alcanzado niveles relativamente altos de aceptación y uso. Se estima que su éxito se podría deber a que han sido utilizados a nivel local, en una región tras otra, asegurando la provisión de cuidados de salud y el apoyo a los pacientes desde su introducción.

Francia

Desde 1998 se iniciaron los esfuerzos en Francia en la implementación de sistemas de informática biomédica. En 2004 se planteó y comenzó a desarrollar el proyecto “Dossier Medical Personnel (DMP)” y en 2011 se incluyó a la iniciativa privada, proveedores de sistemas EHR, con el fin

de hacerlo compatibles con el sistema DMP.

En 2014 la tasa de adopción era del 67% destacando la fortaleza de las leyes de privacidad de datos, intercambio de datos e interoperabilidad. Precisamente, en estos dos últimos rubros, el país tiene un sistema centralizado de arriba hacia abajo que facilita el incorporar leyes de privacidad y seguridad que facilita ambos aspectos. El DMP permitió un intercambio de información en un mercado competitivo con la presencia de diversos proveedores de sistemas. Además, creó un sistema donde es posible, para los desarrolladores de soluciones, seguir guías establecidas que permiten a las tecnologías trabajar juntas sin importar quien o cuando las desarrolló ⁹².

India

India no solo está centrándose en la tecnología, sino también en las políticas sobre los estándares de administración en sus sistemas de salud. Con estos aseguran la confianza de vendedores, ciudadanos y tomadores de decisión que permitan la creación de un sistema electrónico donde sea posible el intercambio de información.

Australia

El sistema de salud australiano está conformado por sector público y privado. El financiamiento y gobernanza está dividido entre el gobierno federal, estatal y de los territorios. El 70% del gasto es público, ejercido por el gobierno federal aunque la mayoría de los australianos cuentan con un plan suplementario de cobertura privada ⁹⁴.

El gobierno australiano lanzó desde 1991 la iniciativa para crear una red de comunicación en salud, con el fin de introducir las TIC en el ámbito de la salud. En 2000 se lanzó el proyecto HealthConnect, con el fin de crear una red de información en salud nacional disponible para todos los ciudadanos australianos. Este proyecto se estimó que estaría disponible en un plazo de entre 5 y 10 años. En 2005 se estableció la National e-Health Transition Authority (NEHTA) para identificar y desarrollar las bases necesarias para lograr la e-salud. En 2009 se propuso y comenzó a utilizar un registro electrónico de salud personalmente controlado (PCEHR), sin embargo, en 2013 solo 2.7% de la población se había registrado en el PCEHR, se reportaron problemas técnicos y poco interés de los consumidores y proveedores de servicio de salud. En 2016 se reemplazó la NEHTA y se lanzó un nuevo proyecto de registro electrónico denominado “My Health Record” ⁹⁵.

Investigadores que han abordado el desarrollo del ECE en Australia han encontrado:

1. El intercambio de información en salud a nivel nacional es aún un concepto nuevo y su impacto en calidad, seguridad, y eficiencia es un área de investigación y debate.
2. Los beneficios potenciales de sistemas de expediente clínico electrónico nacionales están basados en modelos y extrapolaciones de pruebas piloto que predicen ahorros con esta tecnología.

3. Los riesgos asociados con la implementación en los sistemas de informática biomédica han sido subestimados y se ha considerado que es posible detectarlos y resolverlos utilizando herramientas conocidas y utilizadas de ingeniería de software, sin embargo, esto no se ha logrado en el caso del expediente clínico electrónico nacional.
4. El desarrollo del sistema fue más complejo de lo estimado. Surgieron preguntas como: ¿cómo se determina la responsabilidad de un expediente compartido?, ¿Cuándo y cómo se determina que un proceso puede exentarse de una autorización consentida por el paciente? ¿A quién pertenece la información?, ¿Cómo se autorizan documentos que normalmente requieren una firma autógrafa?, ¿Cuáles deberían ser los requerimientos de seguridad con la información?, entre otras.
5. Durante el proceso de implementación del sistema se detectaron tensión entre las jurisdicciones federales y estatales, sobre todo debido a la falta de participación en el proyecto de los estados.
6. El riesgo e incertidumbre del desarrollo de un sistema que involucraba personal, necesidades, reglamentación y formas de uso variadas no fue considerado durante la planeación y desarrollo del mismo ya que se utilizaron los procedimientos estándares para el desarrollo de sistemas que demostraron no ser los adecuados.
7. Existieron conflictos respecto al manejo de la información ya que mientras el sector de salud quería que la información almacenada fuera toda del tipo clínico y por lo tanto con acceso restringido a este sector, las organizaciones ciudadanas buscaban un control por parte de los usuarios y que ellos decidieran sobre el acceso a su información de salud.
8. Los resultados no acordes del sistema, respecto a lo originalmente estimado, fueron utilizados por políticos de oposición al gobierno en periodos electorales, lo que modificó y retrasó el desarrollo del sistema.
9. Ofrecer soluciones a problemas complejos en forma de documentos es contraproducente, especialmente si no los desarrollan personas con profundo entendimiento de como la información es utilizada en el cuidado de la salud.

Canadá

El sistema de salud canadiense está financiado principalmente por el gobierno federal. La responsabilidad de brindar la atención a la salud la tienen las provincias y territorios. Su sistema de salud cubre la atención esencial pero casi dos tercios de la población cuenta con seguro privado ofrecido a través de planes de empleo. El sistema es ampliamente descentralizado y más del 85% de la atención se brinda a nivel comunitario ⁹⁴.

En 2001, el gobierno federal creó el Canada Health Infoway, CHI, como un programa que hacía a las TIC el elemento central de una estrategia con el objetivo de: “acelerar el desarrollo y adopción de sistemas modernos de información en salud y para definir y promover estándares que gobiernen la infraestructura de salud para garantizar la interoperabilidad” ⁹⁴. Además se publicó en 2006 la visión de un registro de salud electrónico nacional.

Aunque se han comenzado a realizar esfuerzos encaminados a mejorar la seguridad en el intercambio de información, este rubro aún está en sus etapas tempranas ⁸¹. Existe una notable

diferencia entre la adopción de la informática biomédica en las distintas provincias, mientras que los estados del oeste muestran un buen nivel de adopción y uso de la informática en las tareas médicas, los estados del este muestran un grado menor de influencia de la tecnología informática. En general se espera que en el país se incremente la importancia de las TIC en la salud aunque por ahora se percibe que hay un bajo desarrollo de las soluciones informáticas utilizadas en el sistema de salud.

Nueva Zelanda

En 2013, en Nueva Zelanda se reportaba el uso de expedientes clínicos electrónicos en el 97% de los cuidados proporcionados en atención primaria, 92% con acceso electrónico a resultados de pruebas de los pacientes, 94% de casos de prescripción médica y un 92% de uso de expedientes clínicos electrónicos avanzados⁷⁷. Estos datos colocan a Nueva Zelanda como un país líder en el uso de las TICs en el mundo.

Además de la amplia utilización de la tecnología de la información (TI) en la salud, los sistemas están bien conectados, en términos de intercambio de información. Se han identificado tres factores como fundamentales para lograr la comunicación:

1. La mayoría de los sistemas que se han implementado han reemplazado sistemas de comunicación existentes basados en papel. No se ha buscado rediseñar los procesos existentes, por lo que se han minimizado los cambios a métodos de trabajo y sistemas clínico y administrativos.
2. Los sistemas se han implementado como un prototipo que se han mejorado agregando funcionalidad y usabilidad gradualmente.
3. Los sistemas han utilizado estándares de interoperabilidad lo que ha facilitado la competencia entre diversos proveedores que ofrecen distintas soluciones.

Otras características de la tecnología en la salud en el país, son:

- Se utiliza estándares de desarrollo e implementación, como Health Level Seven (HL7), Systematised Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT), Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC), Clinical Document Architecture (CDA), etc.
- No se ha determinado aún cual es la mejor opción de arquitectura para un expediente nacional, que podría ser a través de repositorios de datos interconectados o uno solo centralizado.
- En el sector IT de salud en Nueva Zelanda participan entidades públicas y privadas guiadas y reguladas por el National Health IT Board (NHITB) que promueve la competencia de todas las entidades par que los prestadores de servicios de salud, decidan las soluciones que requieren.

El modelo de desarrollo de sistemas de informática biomédica que se ha establecido en Nueva Zelanda se ha denominado “middle-out”, (de enmedio hacia afuera), en respuesta a los modelos “top-down” y “bottom-up” adoptado en otros países. El modelo middle-out se caracteriza porque las soluciones generadas involucran diferentes grupos que trabajan juntos en equipos multidisciplinarios, auto organizados, realizan varios proyectos, prueban y experimentan nuevos conceptos. Además, aprovechan el liderazgo y recursos que vienen de instancias federales, incorporan inversiones locales y cubren soluciones locales encaminadas a cumplir objetivos nacionales. Lo anterior guiado por la

legislación, infraestructura y estándares desarrollados a nivel federal, pero con la participación del sector privado, todo dentro de un acuerdo nacional de política estratégica del sistema de salud. Esta filosofía ha permitido crear un marco de trabajo en el cual pueden participar una gama de actores colaborando para desarrollar sistemas que emplean de la mejor manera al factor humano.

Lo anterior se logró cuando el gobierno de Nueva Zelanda determinó que su papel en la tecnología de información en salud se limitaría a proveer infraestructura crítica nacional, liderar el desarrollo de estándares de interoperabilidad y acreditar a los proveedores de servicios de información.

La participación del sector privado en el desarrollo de sistemas de tecnología de la información en salud ha disminuido la inversión del gobierno en este rubro, además se ha creado una industria de software de aplicaciones y servicios de informática biomédica con una importante presencia a nivel mundial.

Para un mismo objetivo nacional de uso de informática biomédica, se permite que más de una empresa presente y pruebe iniciativas en diversas regiones del país. Con esto la mejor opción prevalece y puede ser adoptada por el resto de las jurisdicciones.

Los mismos líderes de la tecnología de información en salud consideran que el factor más importante que ha permitido el avance en los proyectos de informática biomédica ha consistido en la creación de un “ambiente de aprendizaje” en el que todos aprenden de todos y se puede lograr la colaboración y la competencia en forma simultánea. En este ambiente participan universidades, agencias gubernamentales, proveedores de servicios de salud privados y públicos además de asociaciones industriales y empresas de IT.

Grado de avance en la implementación del ECE en el mundo

Luego de haber revisado brevemente algunas de las principales características del ECE en diversos países, vale la pena mencionar el nivel de avance en el uso del ECE en los países donde esta información está disponible.

La Healthcare Information and Management Systems Society sección Europa (HIMSS) realizó un estudio sobre el grado de avance de la eSalud en países europeos. Un parámetro medido fue el porcentaje de pacientes que cuentan con datos digitalizados lo que proporciona una aproximación al grado de adopción del ECE.

País	Porcentaje
Alemania	62.6%
Austria	86.7%
Suiza	64.2%
Holanda	86.9%
Países nórdicos	84%
Reino Unido	67.1%
Irlanda	42%
Italia	79.2%
España	80.4%
Promedio europeo	73.2%

Tabla 14. Porcentaje de pacientes con datos digitalizados. (Fuente: Traducido de (96))

En otro estudio de 2017, en países de la OCDE ⁹⁷ en los que se midió el porcentaje de instituciones del primer nivel de atención que utilizan sistemas electrónicos para almacenar y administrar información de salud de los pacientes en un conjunto de países. Se observó que la mayoría se ubican entre el 75 y 100%, tabla 15.

Porcentaje de instituciones	Países
75%-100%	Austria, Bélgica, Bulgaria, Canadá, Croacia, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Hungría, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Corea del Sur, España, Sueca, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos,
50-74%	Brasil, Lituania, Malta, Polonia, Eslovenia, Suiza
<50%	Grecia, Letonia, Uruguay
Sin datos	

Tabla 15. Países y porcentaje de instituciones de primer nivel de atención que utilizan sistemas electrónicos para almacenar y administrar información de los pacientes. (Fuente: traducida de (97))

Gracias a que han sido ampliamente documentados y a las recientes programas de apoyo a los procesos de adopción del RES, los casos de Estados Unidos y Canadá cuentan con más información a detalle. En la tabla se presenta el grado de avance de acuerdo al nivel de la escala HIMSS para ambos países

Etapa	Estados Unidos	Canadá
7	6.4%	0.3%
6	33.8%	1.7%
5	32.9%	3.9%
4	10.2%	1.5%
3	12%	30.3%
2	1.8%	29.4%
1	1.5%	15.2%
	1.4%	17.6%

Tabla 16. Avance de RES en hospitales de USA y Canadá por etapa. (Fuente: tomada de (98))

Consideraciones a partir de experiencias en el mundo.

A partir de las experiencias de diversos países, análisis del tema han permitido establecer puntos que se consideran relevantes para procesos de desarrollo y adopción en países que apenas están en este proceso:

- Se estimaba que, en 2013, un 73% de las implementaciones de ECE no eran utilizadas como estaban planeadas después de dicha implementación. Es decir, las instituciones de salud no utilizaban la tecnología en toda su capacidad ⁹².
- Se identificó que, con el fin de lograr el intercambio de información entre sistemas de expediente electrónico de diversas instituciones u hospitales, el gobierno debe fomentar la participación de profesionales de salud, administrativo y técnico de dichos hospitales en la implementación de los ECE. Se considera que la falta de liderazgo ha sido un importante factor en la falla en las implementaciones del expediente.
- Los proveedores de servicios de salud y hospitales deben enfocarse en lograr una implementación interna exitosa en la que el EHR funcione explotando todas sus capacidades.
- La implementación exitosa de un EH requiere un liderazgo fuerte y la participación del personal completo del hospital.
- El gobierno debe enfocarse en planear la protección de la privacidad de los pacientes y el intercambio de información entre EHR a través de leyes federales y estatales de privacidad.
- Todos los estados deberían unirse a la política o programa de colaboración encaminada a la implementación del EHR y trabajar juntos y con el gobierno federal con el fin de garantizar el intercambio de información entre los participantes.

Cabe mencionar que se percibe que hasta ahora los intentos por crear un registro electrónico de salud a nivel nacional se han convertido en un paradigma de fallas de política pública ya que es frecuente que estos proyectos terminen siendo problemáticos y no concluidos. Se considera que es extremadamente difícil diseñar tecnología que satisfaga un rango amplio de requerimientos clínicos y

que además sean eficientes en costos, sigan estándares centrados en el paciente en un ambiente con una amplia gama de tomadores de decisiones ⁹⁵.

En los casos donde el intercambio de información entre expedientes clínicos ha tenido un avance notable se ha dado porque se ha establecido el intercambio de este tipo de información para circunstancias particulares en lugar de buscar una compilación de repositorios estáticos.

La seguridad de la información de los pacientes, sobre todo en los proyectos de gran escala, es el problema más serio a resolver ⁹⁵ ya que se presenta la paradoja que precisamente la accesibilidad que ofrece la tecnología a la información la hace tan riesgosa y posible de utilizar en forma no adecuada.

A pesar de que se han logrado avances en sistemas EHR en el mundo, las metodologías de desarrollo e implementación y el alcance de objetivos, aún se mantienen como una pregunta abierta ⁹³.

La experiencia en el mundo demuestra que hasta ahora no ha habido un modelo que se haya podido implementar en los diversos sistemas de salud nacionales, ya que cada uno de ellos presenta características únicas. Si se han observado problemas comunes y resulta importante atender estas experiencias en México sin dejar de tener en cuenta, las características propias de nuestro sistema de salud que también son únicas.

Capítulo 3. Ecosistemas de software

Introducción

En este capítulo se presenta el enfoque de ecosistema de software, se describen sus conceptos básicos, los tres componentes que lo definen: estructura organizacional, estructura de negocio y estructura de software. Se presenta la definición de arquitectura de un ecosistema y el proceso para la creación de uno. Se describen los actores de un ecosistema y las relaciones que se pueden establecer entre las estructuras de dicho ecosistema.

Se mencionan algunos de los ecosistemas que se han descrito a nivel mundial y que están reportados en la literatura científica, bajo esta perspectiva y los resultados que se han obtenido y que podrían ser útiles para un caso como el mexicano.

Conceptos básicos

El software toma cada día un papel más importante en el cuidado de la salud sobre todo con el objetivo de incrementar la calidad de atención a los pacientes a un costo reducido ⁹⁹.

El cuidado de la salud es considerado como un sistema complejo socio-técnico ¹⁰⁰ en el cual los dispositivos técnicos son utilizados para diversas funciones, pero en el que los humanos no son solo usuarios sino también elementos de dicho sistema. Así los pacientes, médicos, enfermeras y más personal de salud u otros actores y la tecnología, como laboratorios, sistemas de soporte de decisión, registros electrónicos, bases de datos entre otros, trabajan en conjunto en un sistema complejo que muestra un comportamiento emergente ⁹⁹. Con el fin de estudiar las interacciones mencionadas se han propuesto diversos enfoques, uno de los cuales son los ecosistemas de software.

Los ecosistemas de software (ES, *Software Ecosystems - SECO* en inglés), por otro lado, son un paradigma para el desarrollo de software colaborativo, una tendencia de desarrollo de programas informáticos, que ha crecido en últimos años. La tabla 17 muestra los cinco modelos de colaboración para el desarrollo global de software, que se encuentran en la industria al día de hoy ¹⁰¹. En esta tabla se aprecia, en los diversos atributos, la mención de equipos de trabajo independientes que desarrollan soluciones de forma desacoplada con el resto de equipos de trabajo aunque dentro del ecosistema. Esta manera de trabajo es la que permite la existencia y se conciba al ecosistema como tal.

Aproximación	Centrada en integración	Liberación de grupos	Trenes de liberación	Desarrollo independiente	Desarrollo de (eco) sistemas abiertos
Descripción	Fuerte interconexión entre elementos del sistema	Subsistemas acoplados débilmente con alta dependencia interna	Componentes de sistema desacoplados pero liberación coordinada	Componentes de sistema desacoplados, liberación independiente	Plataforma y soluciones de tercero desacopladas y liberación independiente.
Retos de arquitectura	Arquitectura interconectada fuertemente, interdependencia alta y reto de complejidad	Alta integración dentro del grupo de liberación, alto desacople entre grupos – retos de administración de interfaces de desacople	Alto desacople entre componentes – equipos desarrollan independientemente e mientras mantienen compatibilidad hacia versiones previas	Alto desacople entre componentes – coordinación y ejecución complicada	Alto desacople con “sand boxes” para funcionalidad de terceros – retos de modelos de seguridad en arquitectura de plataforma
Retos de proceso	Coordinación continua entre equipos – reto de evolución de “lockstep”	Coordinación continua dentro del grupo – reto de variación entre y dentro de los grupos de liberación	Ciclos de iteraciones cortas; solo coordinación al inicio/fin del ciclo – equipos independientes, pero todos los equipos necesitan liberar en el mismo tiempo	Cada equipo selecciona longitud, frecuencia y tiempo del ciclo de iteración - reto por el alto grado de automatización y cobertura de las pruebas	Cada equipo selecciona longitud del ciclo de iteración – Proceso de certificación posible.
Retos de organización	Alta interdependencia entre equipo – desajuste de arquitectura y estructura de la organización	Equipos responsables de diferentes grupos de liberación pueden ser distribuidos – retos de costos de coordinación y tiempos de terminación	Equipos distribuidos dentro la organización – Reducción de costos de coordinación	Equipos distribuidos dentro la organización – coordinación por la arquitectura del software	Equipos distribuidos a través de los límites de la organización – retos de desalineación de casos de negocio de proveedores y desarrolladores externos
Factores de éxito	Longitud de ciclos de liberación. Integración profunda de componentes. Colocación del equipo	Distribución geográfica de los equipos alineada con grupos de liberación. Alta integración dentro del dominio de la aplicación	Liberaciones frecuentes benéficas para la firma. Necesario alto nivel de madurez	Ciclos de iteración diferentes para diferentes capas Alto nivel de madurez necesario	Aproximación al mercado Equipos altamente dispersos Alto nivel de madurez necesaria.

Tabla 17. Modelos de colaboración para grandes proyectos de desarrollo de software global (Fuente: traducido de (101))

El termino *ecosistema de software*, que se acuñó durante los últimos años, establece una analogía entre los sistemas de cómputo, software, con un ecosistema biológico tradicional. Los ecosistemas biológicos son arquitecturas robustas y escalables que pueden resolver en forma automática problemas de dinámicas complejas, y la computación actualmente tiene como reto, entre otros, desarrollar sistemas que puedan manejar problemas en ambientes dinámicos y complejos de una manera eficiente y escalable. Dado lo anterior, se han tomado a los ecosistemas biológicos como modelos para el desarrollo de sistemas de información ¹⁰².

Este campo está siendo impulsado además por nuevos modelos de negocios en la ingeniería del software que están creando comunidades de redes complejas de organizaciones o actores ¹⁰³. Estas redes de tecnología y organizaciones, que son las precisamente definidas como ecosistemas de software, representan un cambio en el modo en que la ingeniería del software considera aspectos como el control, colaboración, negocios, modelos e innovación.

Los ecosistemas de software, surgieron por el cambio en el paradigma de la manera en que el software, precisamente, es desarrollado. No es ya una sola organización la que se encarga de desarrollar un sistema de cómputo cerrado durante todo su ciclo de vida, ahora se encuentra inmersa en un ambiente con otras organizaciones, proveedores y productos que requieren apertura de la tecnología y hasta reglas de negocio de la organización interesada en el software, de esta manera, se vuelve más dependiente de proveedores y herramientas externas que no están, del todo, bajo su control. Debido a esto se vuelve necesario, estudiar no solo la plataforma tecnológica, sino también los actores y las relaciones como un ecosistema ¹⁰⁴.

Es importante mencionar, que este campo de estudio es aún reciente y por lo tanto las definiciones, bases teóricas y aportaciones continúan desarrollándose. Investigación sobre los ecosistemas de software específicos en diversos ámbitos está aún pendiente de desarrollarse ¹⁰⁵, esto incluye a su aplicación y estudio en los diversos aspectos de la salud en donde hasta el momento se han encontrado pocas investigaciones reportadas en la literatura científica ¹⁰⁶.

Definición

La definición, como se ha mencionado, aún no ha sido unificada, aunque diversos autores coinciden en ciertas características. Así se encuentra en la literatura que el término se refiere a:

“Una comunidad en red de organizaciones o actores que basan la relación entre ellos en el interés común en el desarrollo y uso de una tecnología central de software” ¹⁰³.

Otra descripción del concepto establece:

“Un ecosistema de software está formado por vendedores de software, proveedores y usuarios más el ambiente socio-económico incluyendo el marco regulatorio” ¹⁰⁷.

Una definición más la da Manikas en 2016, luego de una revisión sobre la literatura publicada desde 2007 hasta 2014 relacionada con los ecosistemas de software, y propone:

“La interacción entre software y actores en relación con una infraestructura tecnológica común que resulta en un conjunto de contribuciones o influencias directas o indirectas al ecosistema” ¹⁰⁶.

En esta definición, el autor, establece que la actividad de cada actor es motivada por la generación de valor ya sea respecto al actor o bien en el ecosistema. Dicho valor puede ser monetario o satisfacción de necesidades. También se considera que la actividad de los actores resulta en una contribución que puede ser técnica, de servicios o no-técnica.

Por su parte Hanssen, propone como aspectos fundamentales de los ecosistemas:

- Las organizaciones o elementos conformantes de un ecosistema de software están ligadas a una organización central de referencia. Los demás miembros están parcialmente bajo su control o ligadas a través de relaciones de interface. Esta organización recibe el nombre, en el término original, de *keystone*
- El ecosistema promueve la auto-regulación a través de la interacción frecuente y retroalimentación entre todos los actores que forman parte.
- Los ecosistemas poseen un carácter de red que se representa a través de estructuras radicalmente diferentes en comparación con los modelos tradicionales.
- Los ecosistemas existen a través del uso de las tecnologías de información y telecomunicaciones. El uso de estas tecnologías es fundamental para la mayoría de las acciones realizadas.
- Los ecosistemas comparten valores lo que contribuye a la motivación de diversos actores, dichos valores consisten principalmente en el “producto de software” y el dominio propio del negocio.

En las definiciones mencionadas, los elementos importantes que es necesario remarcar es la interacción entre factores tecnológicos, software, y actores humanos y que dicha relación se realiza en un contexto específico y único.

En el estudio de Manikas, se propone que el campo de los ecosistemas de software muestra ya signos de madurez pero aún falta investigación que realizar en aspectos principalmente de teorías, métodos y herramientas específicas a los problemas de los ecosistemas de software. Por otro lado, Serebrenik ¹⁰⁵ identifica que son necesarios más trabajos de investigación en los tópicos de: calidad y diseño, gobernanza, dinámica y evolución, análisis de datos, soluciones en ecosistemas de dominio específico y análisis de ecosistemas.

Precisamente, el mismo autor, propone que con el fin de contribuir a la generación de teorías, métodos y herramientas es necesario realizar más estudios en diversos ámbitos a profundidad y que de esta manera sería posible buscar extender los resultados obtenidos a otros ecosistemas con características similares y así identificar casos para confirmaciones, mejora o verificar repetibilidad de

teorías.

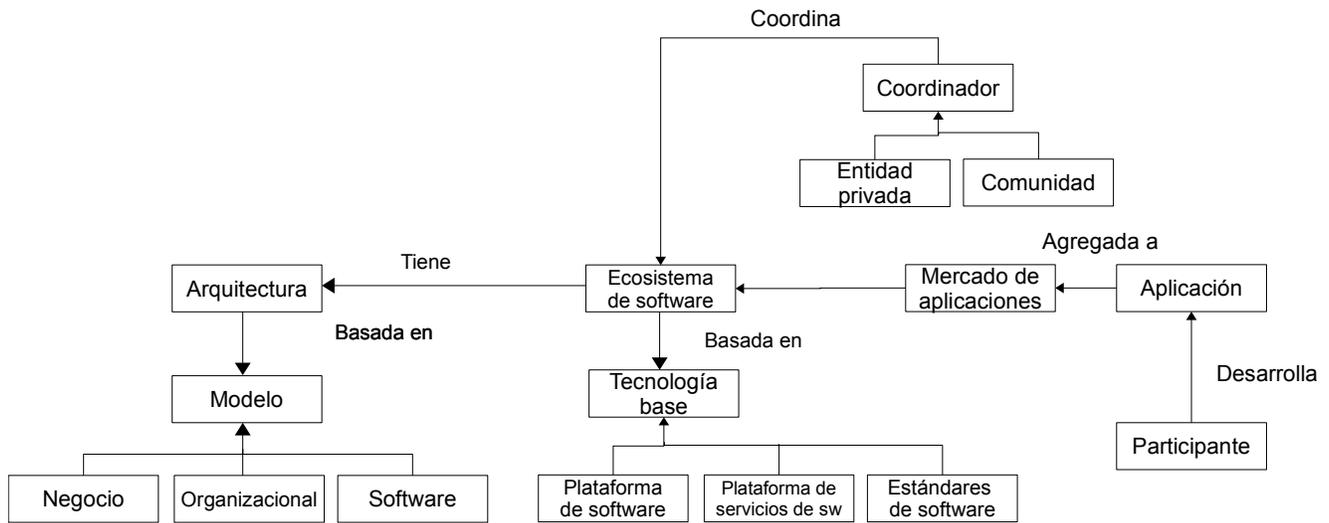


Figura 11. Modelo conceptual de un ecosistema de software (Fuente: traducido de (108))

En la figura 11 se muestra gráficamente el ecosistema de software y sus elementos más importantes. Un ecosistema de software tiene una arquitectura basada en un modelo de tres componentes: estructura de negocio, estructura organizacional y estructura de software. El mismo ecosistema se basa operacionalmente en una tecnología base integrada por una plataforma de software, un conjunto de servicios de dicha plataforma y estándares para el desarrollo y operación de la plataforma. Por otro lado, los elementos participantes del ecosistema desarrollan aplicaciones informáticas que a su vez son parte de un mercado de aplicaciones y que son, también, parte del ecosistema. El ecosistema es coordinado por una entidad coordinadora, la cual también, coordina a las entidades privadas y a la comunidad que conforma el ecosistema.

A partir de las definiciones mencionadas y las características hasta ahora expuestas, es posible definir tres aspectos presentes en un ecosistema de software ¹⁰⁵:

- Aspecto social. Los ecosistemas son centrados en la comunidad y esta es requerida para lograr la colaboración y coordinación entre los actores, que pueden ser desarrolladores internos o externos, así como compañías que producen, distribuyen, venden o compran software.
- Aspecto técnico. Los componentes de software de la plataforma son controlados y administrados a través de alguna arquitectura técnica la cual también permite la creación, compartición y evolución del software o los servicios que ofrece el ecosistema.
- Aspecto económico. El software genera una oferta y demanda del mismo o los servicios otorgados.

Lo anterior queda mejor entendido cuando se introduce el concepto de arquitectura del ecosistema de software.

Manikas ¹⁰⁹, también ha propuesto un meta-modelo de bloques de los elementos conformantes,

de un ecosistema de software, figura 12. En este esquema se aprecia:

- **Actor:** los ecosistemas son dirigidos por actores que interactúan directa o indirectamente entre ellos de forma colaborativa o competitiva. Los actores son los entes que contribuyen al ecosistema, así que la suma de todas las contribuciones constituye el “continuo del ecosistema”. El número de actores depende de su nivel de apertura. Los actores pueden ser individuos (desarrolladores, contribuidores, usuarios, clientes), organizaciones comerciales, entidades gubernamentales, asociaciones sin fines de lucro, comunidades sociales, etc.
- **Incentivo:** los actores buscan algún tipo de incentivo el cual motiva su participación en el ecosistema. Generalmente son del tipo de intereses personales o comerciales, fama, regulaciones legales, fuerzas legales o comerciales, necesidades de mercado compartido, requerimientos comerciales, etc.
- **Tecnología común:** un ecosistema surge alrededor de una tecnología compartida- Dicha tecnología puede ser compartida en el momento de la creación (ingeniería) a través de infraestructura, IDE's, SDK's, API's o estándares) o en el momento de ejecución, cuando el ecosistema esta en operación (RTE's, plataformas, frameworks, protocolos).
- **Contribución:** los actores proveen contribuciones que pueden ser
 - funcionalidad de software en forma de apps, servicios de software o soluciones stand-alone.
 - datos, sin procesar, agregados o información del contexto,
 - servicios, administración, integración, personalización, etc.
- **Contexto:** el contexto de un ecosistema de software puede ser físico o digital, en ambos casos establece restricciones para la operación del software. Estas restricciones pueden ser técnicas, leyes físicas, reglas sociales o políticas legales.

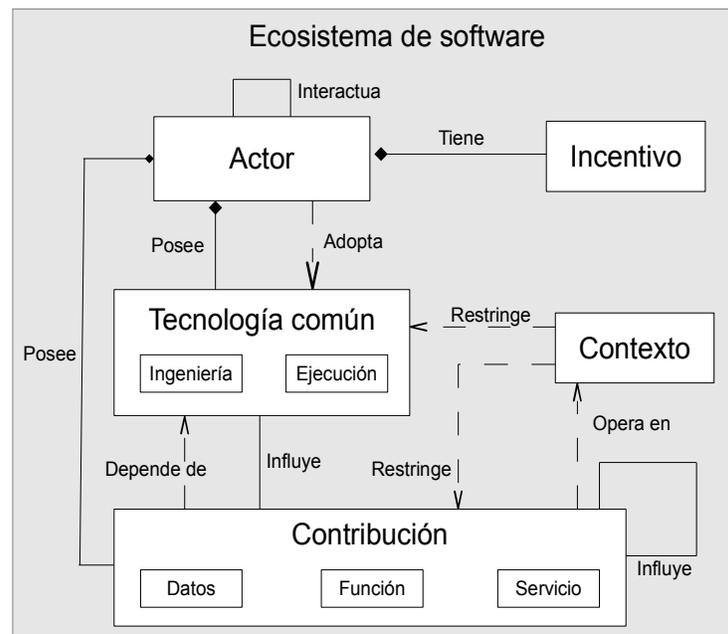


Figura 12. Metamodelo de bloques de un ecosistema de software (Fuente: traducido de Knodel, Manikas 2015 (93))

Tipología de ecosistemas de software

Los ecosistemas, por otro lado, no cuentan aún con una tipología general que permita clasificarlos y estudiar características comunes. Un primer esfuerzo de esto, lo propone Manikas ¹⁰⁹ en un trabajo donde identifica y generaliza las características de los ecosistemas a partir de aquellos reportados en la literatura científica. Manikas identifica y describe los siguientes tipos de ecosistemas. Tabla 18.

- *Cornestone*. En este tipo de ecosistema, los actores realizan su contribución, a través de una plataforma de la cual, extienden su funcionalidad. De esta forma, la existencia de la plataforma tecnológica es fundamental en este tipo de ecosistema. Ejemplo de este tipo de ecosistemas son iPhone AppStore, Android o Eclipse.
- *Basados en estándares*. En este rubro, el cumplimiento de estándares es el requisito principal para realizar una contribución. Los estándares reemplazan a la plataforma común e indican las especificaciones del comportamiento deseado y requerido de las contribuciones. Los estándares del ecosistema son usualmente mantenidos y organizados por un consorcio de miembros.
- *Basados en protocolos*. Los protocolos proveen una especificación predefinida de interacción entre las contribuciones realizadas por los miembros.
- *Basados en infraestructura*. En estos ecosistemas, se comparte el ambiente técnico o herramientas en la etapa de desarrollo, sin embargo, se generan contribuciones independientes. Las interacciones entre actores en contribuciones indirectas son, generalmente, a nivel social.

Categoría	Cornestone	Estándar	Protocolo	infraestructura
Resultado	Producto o actor exitoso.	Especificaciones	Necesidad de uso	Producto exitoso
Liderazgo	Frecuentemente ejecutado por una sola organización	Ejercido por un consorcio	Ejercido por comunidad u organización	Ejercida por comunidad o compañía (de código libre)
Estructura (ejecución)	Centralizada, la colaboración es cerrada a un grupo participante establecido, la plataforma provee mecanismos de gobierno, la tecnología es común y parte del producto.	Alto nivel de independencia de actores y productos, compromiso con una versión específica.	Independencia de actores y productos	Productos diferentes, tecnología común no parte del producto.
Estructura (ingeniería)	SDK principal compartido entre los actores.	Especificación compartida entre los actores	API compartida entre los actores	Tecnología común compartida entre los actores.
Gobierno (tecnología común)	Decisiones sobre los productos monárquicas	Decisiones federales (nadie puede hacer)	Decisiones democráticas	Decisiones monárquicas,

Gobierno (contribución)	o aristocráticas (pocos deciden, el resto obedece) Obediencia al integrador (amenaza de ser excluido)	algo sin la aprobación compartida de los elementos clave). Apego a las reglas	(cualquier puede hacer cualquier cosa, apenas la mayoría este de acuerdo) Seguir los lineamientos	democráticas o federales sobre la infraestructura compartida. Libertad de elección (cualquiera posible)
Cambio (tecnología común)	Orquestación dependiente.	Lenta, acuerdos comunes, compatibilidad con versiones previas.	Lenta, acuerdos comunes, compatibilidad con versiones previas.	Orquestación dependiente.
Adopción de cambio (contribución)	Orquestación dependiente.	Sin problemas (si cumplen lineamientos)	Sin problemas (si cumplen lineamientos)	Independiente de tecnología común

Tabla 18. Análisis de los tipos de ecosistemas de software (Fuente: traducido de (109))

Estudio de los ecosistemas de software

Los ES se han abordado desde diversas perspectivas, sin que hasta el momento haya alguna que se considere preponderante. La tabla 19 presenta un resumen de dichas perspectivas.

Autor	Propuesta de análisis
Jansen (110)	Perspectivas de nivel de ecosistema de software, nivel de proveedor de software y nivel de vendedor de software
Campbell (111)	Análisis desde tres visiones: visión de arquitectura, visión de negocio, visión social.
Manikas (112)	Análisis a partir de tres elementos: Software común, negocios, relaciones de conexión.
Christensen (113)	Propone una arquitectura del ecosistema basada en las estructuras: organizacional, de software y de negocios

Tabla 19. Perspectivas de análisis de ecosistemas de software (Fuente: Elaboración propia con datos de 114)

De las propuestas de análisis de un ecosistema de software, en la presente tesis se prefiere considerar el análisis desde la perspectiva de arquitectura del ecosistema ya que se considera que las tres estructuras propuestas por el autor son adecuadas y suficientes para poder describir un ecosistema.

Arquitectura del ecosistema de software

Respecto a la arquitectura de un ecosistema, Christensen ¹¹³ menciona que puede ser descrito a partir de tres estructuras:

- Estructura organizacional
- Estructura de negocios
- Estructura de software

Estructura organizacional.

Esta estructura define, precisamente, la organización de los actores del ecosistema, específicamente se describe:

- Los actores y los elementos de software que gobiernan la interacción y organización de todos los elementos del ecosistema.
- La orquestación del ecosistema, que puede ser ¹⁰⁶:
 - Monarquía. El ecosistema es orquestado por un actor
 - Federal. El ecosistema es orquestado por un conjunto de actores representativos.
 - Colectiva. La orquestación se logra a través de un proceso que involucra a todos los actores.
 - Anarquía. No existe una orquestación y cada actor actúa según sus necesidades.
- El conjunto de actores y elementos de software que componen el ecosistema y el límite de dicho ecosistema que ellos definen.
- La manera en que la estructura gobierna las interacciones y apoya la coordinación entre actores y elementos de software.
- El número de actores involucrados, la apertura del ecosistema hacia nuevos miembros, el grado en que los objetivos de los actores son cumplidos.
- La interacción de los actores identificando aquellos con roles que impulsen la interacción de los demás elementos.

Estructura de negocio.

Esta estructura comprende como los actores, crean, entregan y capturan valor. El valor se refiere al beneficio que dicho actor obtiene del ecosistema de software. Un elemento de software puede entregar valor por sí mismo o ser una fuente de creación de valor. Su importancia radica en que implica lo relativo al costo, ingresos y sustentabilidad del ecosistema de software.

En esta estructura se describe:

- Aspectos de administración de infraestructura.
 - Socio clave. Explica cómo se administra la infraestructura.
 - Recurso clave. Menciona los bienes más importantes tanto físicos como intelectuales.
 - Actividad clave. Indica las actividades más importantes del ecosistema.
- Aspectos de producto.
 - Proposición de valor. Indica que valor provee la organización al cliente.
- Aspectos de interfaz de cliente
 - Relación con el cliente. Indica que tipo de relación se establece con los clientes.
 - Segmento de cliente. Indica que tipo de clientes se encuentran en el ecosistema.
 - Canal. Menciona cuales son los medios para llegar a los clientes.
- Aspectos financieros

- Estructura de costos. Indica los costos que implica generar la proposición de valor.
- Flujo de ingresos. Describe los ingresos generados por la proposición de valor.

En esta estructura el modelo *Business Model Canvas* es utilizado precisamente para visualizar de una manera clara los componentes del modelo de negocio. La figura 13 muestra este esquema.

Socios clave	Actividades clave	Proposición de valor	Relación con clientes	Segmento de clientes
	Recursos clave		Canales	
Estructura de costos			Flujo de ingresos	

Figura 13. Business Model Canvas

En esta estructura el aspecto más importante es el medio de creación de valor del ecosistema. Se han descrito, como medios, para generar valor:

- Propietario. La creación de valor está basada de contribuciones, típicamente protegidas por derechos intelectuales
- *Open source*. Las contribuciones están abiertas, típicamente, a otros actores o público. El valor generado no siempre es del tipo económico
- Híbrida. El ecosistema soporta contribuciones de propietario y open source.

Estructura de software.

Esta estructura contiene los actores y elementos de software relacionados a la producción de aplicaciones en el ecosistema. Los actores son principalmente desarrolladores de la plataforma del ecosistema y las aplicaciones. Los elementos de código pueden comprender múltiples estructuras como módulos de código o componentes. Son importantes porque permiten conocer los atributos de calidad del sistema tales como modificabilidad, desempeño, disponibilidad y seguridad. La arquitectura del software está comprendida en esta estructura.

La plataforma compartida también queda descrita en esta estructura. Dicha plataforma, como se mencionó previamente da la característica y define el tipo de ecosistema del que se trata y puede ser: plataforma, protocolo, estándares e infraestructura

Relaciones entre las estructuras

Christensen propone la descripción de las relaciones entre las estructuras como lo muestra la figura 14. Establece que la estructura organizacional permite el manejo y administración de los procesos relacionados con los productos de software generados por la estructura de software. Esta

misma estructura organizacional obtiene valor a través de una estructura de negocio donde se establece la manera en que el valor es generado. A su vez, la estructura de negocio se establece en función del software generado por la estructura de software. Las estructuras de un ecosistema están fuertemente relacionadas de tal forma que no es posible analizarlas en forma aislada.

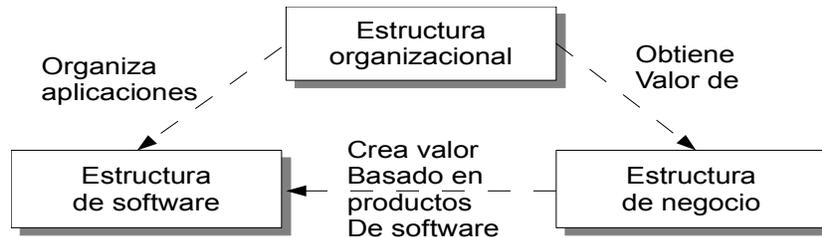


Figura 14. Relaciones principales entre estructuras (Fuente: traducido de Christensen et al, 2014 (97))

La tabla 20 muestra un resumen de las estructuras y sus elementos, relaciones y modelos propios de cada una de ellas.

Estructura	Elementos	Relaciones	Modelos
Estructura organizacional	Aplicaciones, plataforma, orquestados, usuarios, desarrolladores, proyectos, planes	Gobernado por, desarrollado por, mantenido por, conectado a	Estructura organizacional, relación organizacional e interacción, roles de la organización.
Estructura de negocios	Productos, servicios, clientes, recursos.	Canales, clientes, relación, flujo de ganancias	<i>Bussiness model canvas.</i>
Estructura de software	Módulos, funciones, servicios, nodos, desarrolladores	Depende de, utilizado por, operando en, desarrollado por	Descripción de arquitectura de software.

Tabla 20. Estructura de un ecosistema de software (Fuente: traducida de (113))

Actores en los ecosistemas

Manikas ¹¹², ha identificado a los actores de un ecosistema de software, más comúnmente reportados en la literatura. Tabla 21

Jansen ¹¹⁵ también identificó a los actores de un ecosistema como cualquier participante de dicho ecosistema y los clasifica en:

- desarrollador
- revendedor de valor agregado
- socio de servicio
- cliente

Considera, además, que cada uno de estos actores tiene la capacidad de agregar valor al

ecosistema a través de la modificación/crecimiento del código fuente, haciendo ventas para la organización o pagando directamente por el uso del software.

Actor	Otros nombres	Descripción.
Orquestador	Keystone, hub, shaper, administrador, propietario/dueño de la plataforma.	Compañía, departamento de una compañía, actor o conjunto de actores, comunidad o entidad independiente que es responsable del buen funcionamiento del SECO, facilitando la ejecución de la plataforma, creando y aplicando reglas, procesos, procedimientos de negocios, estableciendo y monitoreando estándares de calidad y orquestando las relaciones en el ecosistema.
Nicho	Participante, influencer, desarrollador/constructor/equipo componente	Actor del ecosistema que contribuye, típicamente, desarrollando o agregando componentes a la plataforma, produciendo funcionalidad. Complementa el trabajo del keystone al proveer de valor al ecosistema
Actor externo	Desarrollador (equipo) externo, comunidad/desarrollador tercero, entidad externa, participante	Es el actor que hace uso de las posibilidades del ecosistema y agrega valor al mismo. Es externo a la administración del SECO y tiene actividad limitada al interés del actor. Típicamente desarrolla sobre la plataforma o en forma paralela a ella, identifica errores, promueve el ecosistema y sus productos o propone mejoras. Es un actor miembro del ecosistema con participación o responsabilidad limitada o un observador de la evolución del ecosistema desde dentro.
Vendedor	Vendedor de software independiente, revendedor	Es una empresa o negocio que vende los productos del ecosistema a otros vendedores o usuario final. Los productos pueden ser una integración completa, componentes, licencias de uso o soporte al producto. Un vendedor que modifica los productos del ecosistema agregando funcionalidad o combinando componentes es llamado un revendedor de valor agregado.
Usuario final	-	Es la persona, compañía, entidad que compra u obtiene el producto del SECO a través de un actor de nicho o un vendedor.

Tabla 21. Tipos de actores en un ecosistema de software (Fuente: traducido de (112))

Todos los individuos u organizaciones que participan en el ecosistema se podrían clasificar dentro de alguno de los rubros anteriores.

Además del tipo de actores, es necesario identificar a los tipos de individuos susceptibles a ser clasificados como un actor del ecosistema. En un estudio ¹¹⁶ donde se identifican a los actores que participan en el proceso de adopción de sistemas de información en el ambiente hospitalario se propone una metodología basada en una aproximación estática y otra dinámica.

En dicho estudio, el autor identifica un actor como la organización o individuo que afecta o es afectado por la aplicación del sistema de información. De esta forma se propone que los actores pueden ser clasificados en:

- Receptores
- Proveedores
- De apoyo
- De control

Se establece que el proceso de identificación de actores debería ser dinámico, iterativo e interpretativo. Con lo anterior Mantzana ¹¹⁶ brinda una definición de un actor en un proceso de adopción de un sistema de información en el ámbito médico como:

“Un actor de salud involucrado en el proceso de adopción de un sistema de información puede ser definido como: cualquier humano y/u organización que acepta, provee, apoya o controla servicios de salud”.

De esta forma, en su estudio, Mantzana, identifica como actores a:

- Pacientes
- Familiares del paciente
- Médicos
- Personal auxiliar en hospitales
- Estudiantes de medicina
- Hospitales
- Departamentos médicos
- Administrativos
- Profesionales del derecho en salud
- Investigadores
- Proveedores
- Generadores de tecnología
- Compañías de seguros
- Gerentes de instituciones de salud
- Gobierno de instituciones de salud

- Autoridades de salud
- Autoridades a través de programas federales o institucionales de apoyo a la informática biomédica.

Vistos desde la perspectiva de ecosistemas de software, dichos actores serían parcial o totalmente las especies pertenecientes a dicho ecosistema.

La tabla 22 muestra una primera clasificación de este conjunto de actores dentro de los grupos que conforman un ecosistema. Los actores que podrían estar en más de un grupo, se repiten.

Grupo	Actores
Orquestador	Hospital, gerente de instituciones de salud, gobierno de instituciones de salud, autoridades de salud
Nicho	Proveedor, investigador, generador de tecnología
Actor externo	Paciente, familiar del paciente, estudiante de medicina, departamento médicos, administrativo, profesional del derecho en la salud, investigador, compañía de seguros
Vendedor	Generador de tecnología
Usuario final	Paciente, familiar del paciente, médico, personal auxiliar, hospital, departamento médico, administrativo, gerente de instituciones de salud, autoridades de salud

Tabla 22. Clasificación de actores en grupos conformantes de un ecosistema de software (Fuente: elaboración propia)

Como se puede apreciar, muchos actores se repiten en la clasificación de usuario final y actor externo, esto es así según a quien vaya dirigido el sistema de información ya que el mismo actor podría en un momento requerir la información, ser usuario final, y en otro solo ser un actor del ecosistema que podría sugerir mejoras, emitir recomendaciones o simplemente “observar” el desarrollo de la tecnología. Las clasificaciones de orquestador, nicho y vendedor son más específicas por lo que solo algunos actores se podrían encasillar en cada uno de estos rubros. Este bosquejo de clasificación no es definitivo ya que, en diversos ecosistemas, cada actor podría tener un rol diferente y por lo tanto cambiar el grupo y el papel que tiene en el ecosistema.

Diseño de un ecosistema de software

Investigaciones en el tema, indican que no se ha establecido una metodología para diseñar un ecosistema de software. Este tema aún se encuentra en desarrollo y existe poca investigación realizada sobre este proceso. No obstante, se ha propuesto una metodología, basada en la observación de ecosistemas existentes para el proceso de diseño de un ecosistema de software ¹¹⁴. En esta metodología

se establecen tres fases, figura 15.

1. Pre-análisis. En esta etapa se identifica la información general y las características del futuro ecosistema. Se identifica el dominio de aplicación del ecosistema. Se define el alcance del ecosistema y se indican las “fronteras” del ecosistema. Se identifican los “principios” del ecosistema. Se identifica, también, que aspectos del futuro ecosistema ya existen y cuales pueden formar parte del futuro ecosistema. En esta etapa se plantea si el ecosistema será centrado en actores, infraestructura o negocios.
2. Diseño. En esta etapa se define el tipo de ecosistema que se quiere: centrado en infraestructura, negocios o actores. Posteriormente, los pasos son prácticamente los mismos para cualquier ecosistema, solo difiere un poco el orden de las tareas
3. Evaluación y monitoreo. Se concibe el diseño y desarrollo de un ecosistema como un continuo compuesto de fases reiterativas. Para esto, el ecosistema debería estar monitoreado constantemente de tal forma que sea posible tomar acciones, por parte del orquestador, cuando un mal funcionamiento sea medido. En esta etapa, precisamente, se debe identificar que medidas se deben realizar para corroborar el funcionamiento de dicho ecosistema. Las acciones de monitoreo y evaluación deberían enfocarse en: a) intervenir en la operación del ecosistema con cambios, b) evaluar el efecto de estos cambios.

Los mismos autores de esta metodología mencionan que su propuesta es aún incipiente y se requiere más investigación en el tema, pero es ya una propuesta formal a partir de la cual se pueden desarrollar observaciones para contribuir a la investigación en este aspecto de los ecosistemas.

Diseño de ecosistema de software

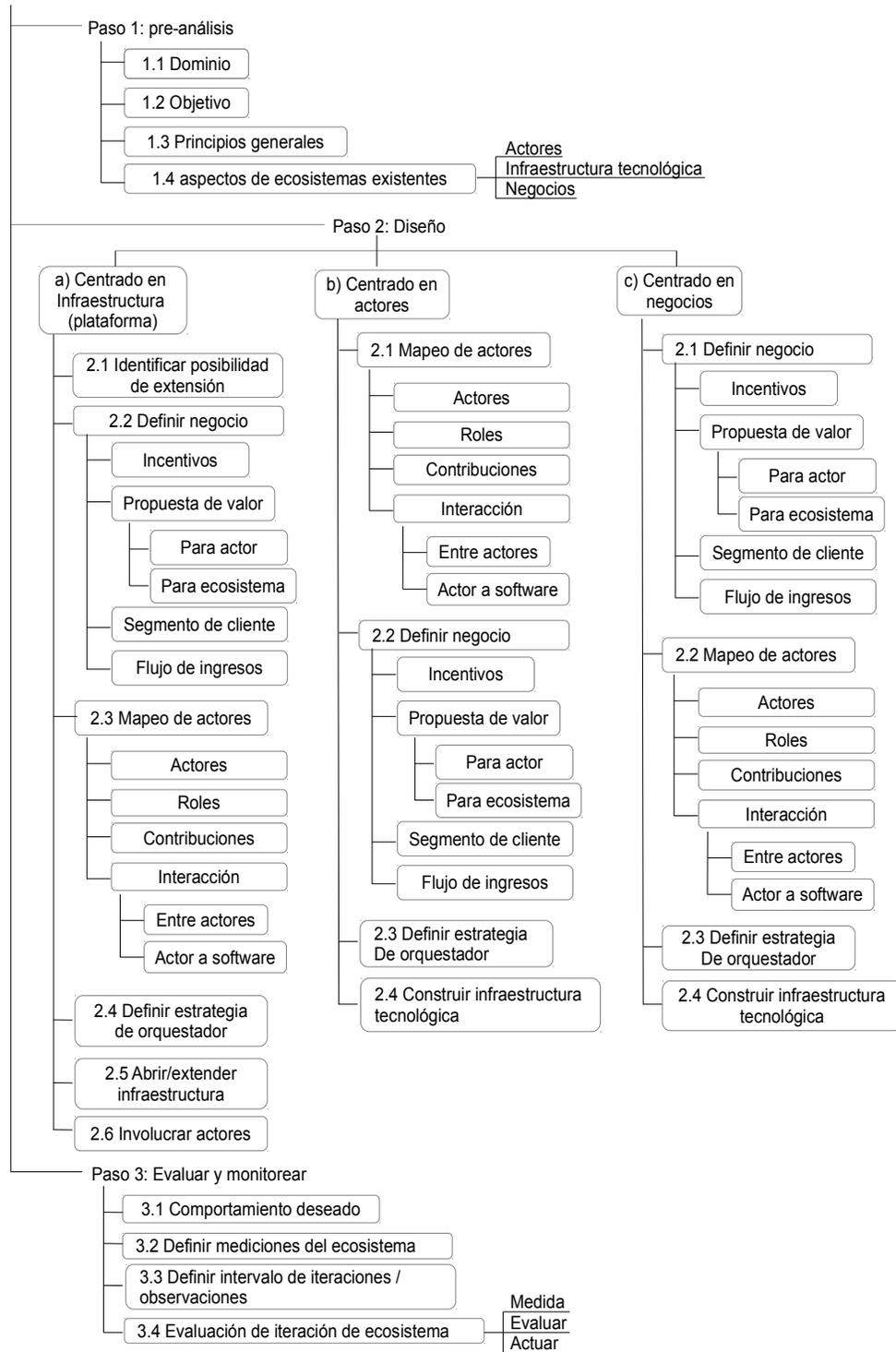


Figura 15. Pasos en el diseño de un ecosistema de software (Fuente: traducido de Manikas et al, 2016 (98))

Relevancia y experiencias del enfoque de ecosistemas

Con el enfoque de ecosistemas de software se han realizado distintos estudios, tal como se ha comentado y reportado en la literatura científica. En el campo de la salud, han sido aún pocas las investigaciones realizadas. Se mencionan a continuación las más relevantes de las que se tiene conocimiento.

Ecosistema de telesalud en Dinamarca

En un estudio, Manikas y Hansen ¹¹⁷ caracterizan el ecosistema de telesalud en Dinamarca partiendo de la identificación de a) conjunto de actores b) plataforma tecnológica común y c) conjunto de modelos de negocio de los actores. Los resultados de este trabajo de investigación permitieron establecer que:

- El Estado y las cinco principales regiones de salud son identificadas como orquestadores.
- El modelo de negocio es que los actores son financiados con recursos públicos.
- Falta la infraestructura tecnológica común utilizada por los actores.
- Se propone el estudio de la red de actores y aplicaciones para entender mejor el ecosistema.
- Se proponen dos tipos de actores en el ecosistema de telemedicina y se propone la caracterización de los actores y su actividad de acuerdo al nivel de contribución en el ecosistema.
- Se pudieron establecer características del ecosistema y sus actores en la región capital de Dinamarca lo que permitiría entenderlo a profundidad y proponer estrategias de mejora.

Sobre el mismo tema, otro grupo de investigación considera que determinar el ecosistema de software en el ámbito de la telesalud de Dinamarca ayudaría a mejorar las relaciones entre el gobierno y los actores que desarrollan software, además de permitir establecer la manera en la que se generaría valor para los miembros del ecosistema ¹¹⁸.

Ciencias de la vida

Con el fin de generar un ecosistema de software de aplicaciones para ciencias de la vida ¹⁰⁸, investigadores, generaron un taller en el cual se definieran las características del ecosistema y algunas aplicaciones a desarrollar. Se presentaron ponencias y se discutieron tópicos sobre la arquitectura del ecosistema clasificados en los tópicos de

- Arquitectura del ecosistema
- Sostenibilidad de la investigación del ecosistema
- Interoperabilidad y estandarización

Como resultado de este taller se considera que la creación del ecosistema ayudaría al desarrollo y utilización de aplicaciones informáticas en las ciencias de la vida además que la experiencia resultaría

útil para otros campos del conocimiento en los que se busque generar un ecosistema de software

Cambio de paradigma

Se ha mencionado el cambio de paradigmas en la manera de desarrollo de sistemas de información en la salud como un aspecto donde los ecosistemas de software han tenido importancia ¹¹⁹. La relevancia de la inclusión de nuevos paradigmas, provenientes de la ingeniería o el ámbito de los negocios, en el campo del desarrollo de la informática biomédica es que pueden contribuir a la generación de sistemas de información bajo nuevos enfoques que permitan un mejor resultado. Este cambio se ha observado en campos como el desarrollo de diversas aplicaciones relacionadas con el expediente clínico electrónico.

Otros trabajos

Diversos trabajos sobre los ecosistemas de software de varias plataformas se han realizado. Sin duda el trabajo de Manikas ¹⁰⁶ respecto al tema es el que mejor los documenta. No se abundará en estos trabajos por haber resaltado ya las contribuciones a lo largo del capítulo, sin embargo, no se omite su existencia e importancia.

Como se ha tratado de mostrar el panorama de los ecosistemas de software es amplio y aún con mucho trabajo de investigación pendiente por realizar. A pesar de que las investigaciones que se han realizado hasta ahora son pocas, por las características presentadas a lo largo del capítulo se considera que el enfoque, de los ecosistemas de software, es adecuado para intentar implementar sistemas complejos técnica y socialmente como lo son sistemas de informática biomédica y en específico, el expediente clínico electrónico. Por supuesto, su implementación requiere un amplio estudio, documentación y participación de las entidades conformantes del ecosistema. Trabajo cuyos cimientos se planteará en los siguientes capítulos.

Capítulo 4. Ecosistema de software del expediente clínico electrónico en México.

Introducción

En este capítulo se presenta un diagnóstico sobre el ecosistema de software del expediente clínico electrónico en el sistema nacional de salud en México. El diagnóstico se basa en la información obtenida de la investigación documental y entrevistas con diversos actores del sistema nacional de salud en el área de instituciones de salud, emprendedores y academia con distinto grado de participación y experiencia en el desarrollo, implantación y operación de expedientes.

Metodología

La recopilación de información sobre el ecosistema de software en el SNS mexicano, se dividió en dos etapas: trabajo documental y trabajo de campo. Estas etapas se realizaron en forma secuencial. Posterior a la obtención de información se analizó la información cualitativa recopilada. Para esto, se realizó una categorización del contenido de las entrevistas, se establecieron atributos y macrocategorías a partir de las cuales se agruparon las categorías. Se realizó el análisis de las mismas para obtener un modelo integrado.

Trabajo documental

La primera etapa, el trabajo documental, consistió en realizar búsquedas en bases de datos científicas con el fin de conocer los trabajos publicados respecto al expediente clínico electrónico. De igual manera en la web a través de herramientas de búsqueda se consultó la información referente a desarrollos existentes, en los sitios de los fabricantes y de los usuarios de la tecnología. También se asistió a foros especializados en tecnología médica con el fin de establecer relaciones con los actores identificados como relevantes en el campo

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos: Scopus, Web of Science (WoS), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Association for Computing Machinery (ACM), Cochrane, Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI), Scielo y Biblioteca Digital de Sistemas de Información en Salud (BDSIS) del Instituto Nacional de Salud Pública.

La tabla 23 muestra los parámetros de búsqueda utilizados en las bases de datos y los resultados cuantitativos obtenidos.

Base de datos	Criterios de búsqueda (query)	Artículos totales encontrados
Scopus	TITLE-ABS-KEY((emr OR electronic AND medical AND record OR ehrh OR electronic AND health AND record) AND (mexico AND not "New Mexico"))	7
Web of Science	TS=(EMR OR electronic medical record OR EHR OR electronic health record) AND TS=(Mexico NOT New Mexico)	21
IEEE	(((((electronic health record) OR personal health record) OR electronic medical record) AND mexico) NOT new mexico)	7
ACM	query: (+electronic +health +record +electronic +medical +record +personal +health +record)	79
Cochrane	"electronic health record" or "electronic medical record" or "peronal health record" or "electronic register"	87
NCBI	((electronic health record OR EHR OR electronic medical record OR EMR) AND Mexico NOT New Mexico)	311
Scielo	("Expediente Clínico Electrónico") OR ("ECE") OR ("Historia Médica Electrónica") OR ("Electronic Health Record") OR ("Electronic Medical Record") OR ("Personal Health Record") OR ("Registro Electrónico") OR ("Registros Electrónicos de Salud") OR ("Ficha Clínica Electrónica") OR ("Historia Clínica Electrónica") OR ("Historias Clínicas Electrónicas") OR ("Historia Médica Electrónica") OR ("Historias Médicas Electrónicas") OR ("Registro Clínico Electrónico") OR ("Registros Clínicos Electrónicos") OR ("Registro Electrónico de Salud") OR ("Registros Médicos Computarizados")	275
BDSIS	("Expediente Clínico Electrónico") OR ("ECE") OR ("Historia Médica Electrónica") OR ("Electronic Health Record") OR ("Electronic Medical Record") OR ("Personal Health Record") OR ("Registro Electrónico") OR ("Registros Electrónicos de Salud") OR ("Ficha Clínica Electrónica") OR ("Historia Clínica Electrónica") OR ("Historias Clínicas Electrónicas") OR ("Historia Médica Electrónica") OR ("Historias Médicas Electrónicas") OR ("Registro Clínico Electrónico") OR ("Registros Clínicos Electrónicos") OR ("Registro Electrónico de Salud") OR ("Registros Médicos Computarizados")	427

Tabla 23. Criterios de búsqueda de literatura científica.

Posteriormente se realizó una búsqueda en Google con los parámetros “Expediente clínico electrónico en México” con el fin de acceder a artículos publicados en revistas no indizadas.

Se obtuvieron un total de 1249 artículos con los criterios ya mencionados. A partir de este

conjunto de artículos se eliminaron los repetidos para posteriormente revisarlos individualmente. Se consideraron relevantes para esta investigación aquellos artículos que:

- Hacían referencia a desarrollo, teórico o práctico, del ECE en el SNS en México
- Documentaban o planteaban experiencias encaminadas al desarrollo del ECE en el país.

No se incluyeron aquellos artículos que hacían uso del expediente con otros objetivos de investigación clínica.

Tesis

Se realizó una búsqueda en las bases de datos de tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), INSP, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y a través de Google con la frase “expediente clínico electrónico México” en donde se discriminaron manualmente los resultados buscando trabajos que hicieran referencia a un aspecto del desarrollo del ECE en el país.

Empresas

Se buscó en la web utilizando los términos “expediente clínico electrónico en México” y “expediente clínico electrónico venta México”. Se revisaron las páginas encontradas que hicieran referencia a productos que se distribuyeran en el país y se analizó cada una de ellas buscando: nombre del producto, fabricante, normatividad con la que cumple y características reportadas del producto.

Educación

Sobre este punto se escribió un artículo publicado en la revista “Innovación Educativa” (Anexo VI. Productos de investigación obtenidos) En dicho artículo se puede conocer a detalle la metodología y resultados obtenidos, así que en esta sección se presentará solamente un resumen de la metodología.

Se consultó el “Anuario Estadístico de Educación Superior” de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) ¹²⁰ para el ciclo escolar 2016-2017 a fin de determinar las instituciones que imparten la carrera de medicina en el país. Para las especialidades médicas, se consultó el listado de especialidades médicas vigentes en 2018 del Sistema Nacional de Residencias Médicas ¹²¹.

En los programas de posgrado, se revisó el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de julio de 2018 ¹²². En el archivo obtenido, se utilizaron las palabras de búsqueda “bioinformática”, “informática”, “informática médica”, “salud”, “salud pública” para filtrar los programas de posgrado con estas denominaciones.

Sistemas operando en el país.

El INSP mantiene un registro del grado de avance en el proceso de utilización de los expedientes clínicos electrónicos operando en las secretarías estatales de salud. Se consultó este registro con el fin de tener un panorama sobre el avance en la implementación del ECE.

Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en la recopilación de información a través de entrevistas con diversos actores del SNS. Se buscó el espectro más amplio de actores pero a final de cuentas solo un pequeño grupo tuvo la disponibilidad de participar. Las personas que participaron en las entrevistas, en un principio se seleccionaron por su participación en trabajos de investigación publicados, por referencias encontradas o por recomendación directa de otros actores, sin embargo no todas respondieron las invitaciones realizadas o no fue posible finalmente establecer el vínculo para realizar la entrevista, así que el grupo final de actores no resultó el planteado originalmente. No obstante todos los participantes, se identifica que son actores con un papel importante en el ecosistema del ECE. Se aplicaron 17 entrevistas semiestructuradas (Anexo IV. Guía de entrevista) conformadas por 6 preguntas generales a todos los perfiles y otro grupo de preguntas específicas al perfil cubierto, que se clasificó de acuerdo a los perfiles indicados en la tabla 24.

Se proporcionó un formato de consentimiento informado a los actores entrevistados, en el cual se mencionaban los alcances de la investigación, objetivos, su papel y formato de manejo de información proporcionada (Anexo V. Consentimiento informado) este formato no pasó por la revisión de un comité de ética e investigación, sin embargo se redactó y desarrolló respetando las consideraciones éticas de la investigación.

No.	Tipo de actor	Rol desempeñado
1	Personal médico	Médico investigador
2	Personal médico	Médico investigador
3	Personal médico	Médico pasante
4	Personal médico	Médico investigador
5	Generador tecnología	Jefe de laboratorio
6	Generador tecnología	Jefe de proyecto
7	Generador tecnología	Jefe de proyecto
8	Personal médico / consultor / académico	Consultor
9	Generador tecnología	Generador tecnología
10	Académica	Consultor

11	Generador tecnología	Generador tecnología
12	Personal médico / generador de tecnología	Generador tecnología
13	Generador de tecnología	Generador tecnología
14	Emprendedor	Consultor
15	Personal médico	Jefe de proyecto
16	Generador de tecnología	Jefe de proyecto / Generador de tecnología
17	Generador de tecnología	Jefe de proyecto

Tabla 24: Roles de participantes en investigación

Resultados obtenidos.

Artículos científicos

Luego del proceso de revisión de los artículos, se encontraron 16 trabajos que cumplían con los criterios establecidos. La tabla 25 muestra las características de los artículos encontrados.

Autores, año	Nombre	Instituciones participantes en investigación	Tipo de trabajo	Observaciones
Lavariega et al, 2016 ¹²³	EEMI - An Electronic Health Record for Pediatricians: Adoption Barriers, Services and Use in Mexico.	ITESM	Desarrollo de ECE	Se proponen las características de un EHR pediátrico, el cual se desarrolló
Merino Casas et al, 2016 ¹²⁴	Percepción de la Utilidad del Expediente Clínico Electrónico en un Instituto Nacional de Salud.	Instituto Nacional de Rehabilitación	Estudio de campo	Estudio en el instituto donde se investiga como es percibido el ECE a través de entrevistas
Gutiérrez-Martínez et al, 2015 ¹²⁵	Business Model for the Security of a Large-Scale PACS, Compliance with ISO/27002:2013 Standard	Instituto Nacional de Rehabilitación	Propuesta	Modelo de negocio para procesamiento de imágenes. El procesamiento tiene impacto en el ECE
Martínez Monterrubio et, al, 2015 ¹²⁶	EMRlog Method for Computer Security for Electronic Medical Records with Logic and Data Mining.	ITESM, Tecnológico Nacional de México	Propuesta	Método para mejorar seguridad en sistemas bioinformáticos, tal como ECE. Se realizaron pruebas en campo para observar resultados.
Velázquez M,	Modelo de interoperabilidad	Universidad	Propuesta	Propone modelo para

V et al, 2015 ¹²⁷	de la historia clínica electrónica utilizando HL7-CDA basado en computación en la nube	Autónoma de Baja California		interoperabilidad del ECE basado en la NOM024 y acorde a CDA. Se reporta que implementaron el modelo en un sistema académico.
Ojeda et al, 2014 ¹²⁸	Establishing a Binational Student-Run Free-Clinic in Tijuana, Mexico: A Model for U.S.-Mexico Border States.	Universidad de California, San Diego Universidad Autónoma de Baja California	Estudio en campo.	Se utiliza un ECE libre para realizar el estudio. No se detallan mayores modificaciones
Ramos González Javier , 2014 ¹²⁹	Adopción del Expediente Clínico Electrónico en México: Revisión del Estado Actual	Universidad Iberoamericana	Estudio teórico	
García-Cuéllar et al, 2013 ¹³⁰	Web Tools 2.0 for Health Promotion in Mexico.	Instituto Nacional de Salud Pública	Estudio teórico	Estudio sobre diversas tecnologías informáticas disponibles en beneficio de la salud digital. Se mencionan tecnologías que podrían aplicarse al ECE.
Fuentes-Penna et al, 2013 ¹³¹	Propuesta de una arquitectura informática para integrar la información de los derecho habientes en un expediente clínico electrónico integral.	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Carmen	Propuesta	Se propone modelo de datos y módulos lógicos para un ECE basado en metodología ITIL No se implementó, solo se presenta modelo
Hernández-Ávila et al, 2012 ¹³²	Assessing the process of designing and implementing electronic health records in a statewide public health system: the case of Colima, Mexico	INSP, Secretaría de Salud Colima, Tulane University, University of North Carolina	Caso de estudio	Se mencionan motivaciones, limitaciones, oportunidades, barreras del desarrollo del ECE en Colima. Único caso documentado.
Sánchez-Mendiola et al, 2012 ¹³³	Development and implementation of a biomedical informatics course for medical students: challenges of a large-scale blended-learning program	UNAM	Caso de estudio	Caso de estudio de inclusión de materias de informática biomédica en la facultad de medicina de la UNAM. En dicho programa se incluye formación respecto al ECE.
Mariscal Avilés et al, 2012 ¹³⁴	E-Salud en México: antecedentes, objetivos, logros y retos	Universidad Autónoma del Estado de México	Estudio histórico	Presenta un panorama general del Sistema de Salud en México, la normatividad, historia y perspectivas del desarrollo del ECE hasta el año 2012
Corrales Estrada Martha, 2012 ¹³⁵	Factores críticos de éxito para la implementación del expediente Clínico electrónico.	EGADE Business School , ITESM	Estudio de campo	Investigación de campo en hospitales de Monterrey que determina diversos factores críticos de éxito para implementación del ECE
Valdez	Herramientas de seguridad	Hospital San Ángel	Estudio en	Estudio sobre beneficios del uso

Méndez, 2011 ¹³⁶	para el paciente: Experiencia en la implementación del expediente clínico electrónico	Inn Chapultepec.	campo	del ECE. Contribuye a demostrar ventajas del ECE contra solo expediente tradicional
Vázquez Leal et al, 2011 ¹³⁷	Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios.	Universidad Veracruzana	Propuesta	Se presentan las generalidades de un ECE para el sistema nacional de salud en México de acuerdo a las características existentes.
González Arroyo et al, 2006 ¹³⁸	Prototipo del expediente clínico informatizado en el primer nivel de atención	Universidad Veracruzana	Propuesta	Se implemento una propuesta de un ECE

Tabla 25. Artículos referentes a desarrollos tecnológicos del ECE en el SNS de México (Fuente: elaboración propia)

Empresas

La tabla 26 muestra un listado de las empresas que brindan soluciones tecnológicas para el ECE en el país.

Nombre	Fabricante / distribuidor	Tipo de desarrollo	Comentarios (estándares o normas a las que se apega)
Clinic Cloud ¹³⁹	Clinic Cloud. Empresa española con representación en México	Desarrollo en la nube para gestión online de clínicas de especialidades médicas. Cuenta con módulos de: citas, expediente clínicos, contabilidad, gestión de agendas	
Compuexpediente ¹⁴⁰	Compuexpediente. Empresa mexicana	Capacidad de utilizar firma electrónica. El expediente cuenta con: ficha de identificación, historia clínica, consentimiento informado, nota de enfermería, nota de egreso, nota post-operatoria, nota de evolución, agenda, nota pre-operatoria	Cumple con: NOM-024-SSA3-2012, NOM-004-SSA3-2012.
Consultorio Virtual ¹⁴¹	Software Médico. Empresa mexicana	Desarrollo standalone que tiene como características: dashboard, almacenamiento de datos de pacientes, documentos, imágenes y fotografías, catalogo CIE 10, asistentes, agenda de citas, pagos y cobros, reportes, administración	

Daktarisys ¹⁴²	Daktarisys. Empresa mexicana	Desarrollo web que incluye: estadísticas, citas, consultas, facturación electrónica, información y opiniones de usuarios.	Cumple: NOM-004-SSA3-2012
DAR – Práctica Médica Efectiva ¹⁴³	Práctica Médica Efectiva. Empresa mexicana, grupo de desarrollo de SIGHO	Herramienta con alojamiento web que se arrienda a los interesados. Presenta los módulos de: pacientes, consulta, agenda, caja.	
ECE Sigho 7 – práctica médica efectiva ¹⁴⁴	Práctica Médica Efectiva. Empresa mexicana, grupo de desarrollo de SIGHO	Desarrollo standalone que cuenta con módulos de: consulta, hospital, enfermería, auxiliares (imagenología, laboratorio, patología, banco de sangre), administrativo (caja/relaciones públicas, farmacia almacén), gerencial (tablero de control)	
Emed Expediente Clínico Electrónico ¹⁴⁵	MKS Tecnología. Empresa mexicana	Desarrollo web que presenta: registro de todos los pacientes, perfil de cada paciente, nota inicial, alergias, diagnósticos (CIE 10), historia clínica, consultas (SOAP), nota rápida, registro de medicamentos, consultas anteriores, estudios de pacientes, recetas de medicamentos y estudios, agenda, próximas consultas, consultas anteriores, reserva de espacios en agenda, directorio de médicos, app disponible para iPhone y iPad.	Cumple: NOM-024-SSA3-2012,
Elex Mi Expediente Electrónico ¹⁴⁶	Elex. Empresa mexicana	Desarrollo online que cuenta con: manejo de recetas, reportes, agenda de citas.	Cumple: NOM-168-SSA1-1998 Acreditando: NOM-024-SSA3-2010
Emedix ¹⁴⁷	Everest Software Solutions. Compañía mexicana	Desarrollo web que: soporta imágenes y laboratorio, CIE 9 y CIE 10, utiliza modelo de suscripción web	Cumple: NOM-024-SSA3-2010
Expediente Virtual ¹⁴⁸	Salud total. Grupo mexicano	Desarrollo en la nube que cuenta con: agenda, pacientes, consultorios, asistentes, facturación, servicios, reportes, pagos	Basado en: NOM-004-SSA3-2012
Expediente Clínico Electrónico Caisa ¹⁴⁹	Caisa. Empresa mexicana	Desarrollo web que permite: intercambio de información con laboratorio, imagen, banco de	Basado en: NOM-004-SSA3-201, NOM-024-SSA3-2012

		sangre, sistemas administrativos, cuenta con interfaz a PLM, basado en CIE 9 y 10, HL7, DICOM, XML. Cuenta con módulos adicionales de: control de agenda, control de hospital, almacén de materiales, farmacia.	
Expediente clínico – salud total ¹⁵⁰	Tecnologías Lozano. Empresa mexicana	Desarrollo online con características: diagnóstico en base a CIE, envío de historia clínica por correo electrónico, factura. Impresión de recetas.	
Evolution 3.0 ¹⁵¹	IDAMedic. Empresa mexicana	Desarrollo stand-alone y web, ofrece ambos productos con módulos de historia clínica (CIE10), notas evolución, reportes con imágenes, recetas, documentos	
Jagarmedical – Expediente Clínico Electrónico ¹⁵²	Jagarsoft. Empresa mexicana	Desarrollo standalone, se vende producto permanentemente. Es posible configurarlo y adaptarlo a un tipo de especialidad determinado.	
DataMedic ¹⁵³	Data Medic. Empresa mexicana	Desarrollo web que utiliza CIE-10.	Basado en: NOM-024-SSA3-2012
MediSel Expediente Clínico Electrónico ¹⁵⁴	MediSel. Empresa mexicana	Desarrollo en la nube	Cumple: NOM-004-SSA3-2012
Micromed ¹⁵⁵	Mediis. Grupo mexicano	Desarrollo standalone que cuenta con agenda de citas, impresión de recetas, se pueden configurar módulos adicionales según necesidades.	
MedicosPro ¹⁵⁶	MedicosPro. Empresa mexicana	Desarrollo web .	
Medical Manik ¹⁵⁷	Medical Manik	Software web que cuenta con recetas personalizadas, App's para iPad, iPhone y Android	Cumple: NOM-004-SSA3-2012
Mi Agenda Médica ¹⁵⁸	Mi Agenda Médica. Empresa mexicana	Sistema web que incluye: agenda médica, recordatorio de citas médicas, administración de pacientes, certificado SSL.	
Nimbo.x ¹⁵⁹	Ecaresoft. Empresa mexicana	Sistema web que presenta: agenda médica, historia clínica y notas de evolución (notas de consulta, historia clínica personalizable por especialidad, gráficas de signos vitales,	

		impresión de recetas y expedientes, envío de receta médica por email, estudios de gabinete y radiografías en la nube, búsqueda inteligente de diagnóstico, detección de pacientes duplicados), receta médica electrónica, reportes y métricas de uso, control de ingresos, business intelligence. Permite generación de SUIVE y Hoja Diaria de Pacientes para COFEPRIS	
Nubismed.com ¹⁶⁰	Software-medico. Empresa mexicana	Desarrollo de ECE en la nube que cuenta con módulos de; consultorios, médicos, asistentes, agenda, receta, ficha clínica, historia clínica, medicamentos, estudios de laboratorio, consultas, imágenes y documentos, vacunas.	
Telmex -SISA ¹⁶¹	TELMEX	Solución integral en la cual se pueden elegir módulos de: trabajo social, registro y agenda, consulta externa, urgencias, farmacia, quirófano, hospitalización. Además es posible solicitar servicios adicionales como licenciamiento, mesa de ayuda, gestión del cambio, capacitación, infraestructura de IT y TELECOM. Sistema registrado ante DGIS	
TIM EMR ¹⁶²	Timsa. Industria mexicana	Desarrollo web con características de: HL7, uso por personal de salud, pacientes, clientes, hospitales compatible con banco de sangre, laboratorio y otras del mismo fabricante.	
Virtumedik ¹⁶³	Neoteck. Empresa mexicana	Sistema web que cumple con CIE 10, además de contar con. App disponible para usuarios.	Cumple con: NOM-024-SSA3-2012

Tabla 26. Empresas que brindan solución al ECE en México

La Dirección General de Información en Salud reporta como Sistemas de Información de Registro Electrónico para la Salud, que han cubierto el proceso de certificación de la NOM-024-SSA3-2012, un total de 11 sistemas, de los cuales cuatro no son vigentes mientras que siete lo son. La tabla 27

presenta algunas características de los sistemas con certificación vigente ⁸⁶.

Razón social	SIRES	Alcance
Secretaría de Salud y Bienestar Social del Estado de Colima.	SAECCOL Versiones (Archivo 3.4, Consulta Externa 3.4, Director 4.5 y Administrador 1.0)	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Resúmenes Clínicos. • Solicitud, Registro y Manejo de identificadores de objeto (OID).
Dedalus Global Services México S. de R.L. de C.V.	Arianna Versión 4.1	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Resúmenes Clínicos. • Solicitud, Registro y Manejo de OID.
SAP México, S.A. de C.V.	SAP ERP-ISH Versión 6.0	Registro y Manejo de OID.
Everis México S. de R. L. de C.V.	EHCOS SUITE Versión 3.1,	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de información de egresos hospitalarios a la SS • Reporte de Información al subsistema de información de nacimientos
Teléfonos de México, S.A.B. de C.V.	Sistema de Información Médica de Atención Primaria (SIMAP) Versión 2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Resúmenes Clínicos. • Solicitud, Registro y Manejo de OID.
Ing. Luis Ismael Ruvalcaba López	Compu Expediente Versión 1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Resúmenes Clínicos (ERC). • Solicitud, Registro y Manejo de OID (OID).
Secretaría de Marina	Sistema de Control Hospitalario (SICOHOSP), V.3.0	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud, Registro y Manejo de OID. • Reporte de Información al Sistema Nominal sobre Información en Crónicas.

Tabla 27. SIRES con registro ante la DGIS (Fuente: modificado de (86))

Educación de informática biomédica en universidades

La tabla 28 presenta un resumen de los resultados obtenidos respecto a la educación de IB en universidades del país

Escuelas y facultades	Cantidad	Porcentaje
Escuelas y facultades donde se imparte la carrera de médico cirujano o similar.	162	100%
Escuelas que incluyen asignaturas relacionadas con informática biomédica o básica	71	43.8%
Escuelas donde al menos una asignatura corresponde a la informática biomédica	40	24.7%
Escuelas donde se imparte al menos una asignatura relacionada con la informática básica	31	19.1%
Escuelas donde se imparte más de un curso de IB en el programa de estudios ^b .	6	3.7%
Estados de la República donde se encuentran escuelas de medicina que imparten al menos una asignatura relacionada con la informática básica o biomédica e ^c .	24	77.4%
Estados de la República donde se encuentran escuelas que imparten asignaturas de IB ^c .	17	54.8%

Tabla 28: Educación en informática médica en México. Nota: a) No se incluyen las cinco escuelas de las que no se obtuvo información, b) Del total de escuelas donde se brinda educación relacionada a las TIC. c) Porcentaje del total de estados con instituciones que brinda educación en medicina. (fuente. Tomada de 164)

En la tabla 29, se presenta un panorama de la educación por entidad federativa además de que se han incluido el número de egresados.

Entidad federativa	Escuelas de medicina	Egresados totales de la entidad	Escuelas que incluyen IB en su currículo	Egresados de escuelas que imparten IB	Porcentaje de egresados que conocen IB respecto al total estatal	Porcentaje de egresados estatales con conocimiento de IB respecto al total nacional
AGS	2	197	0	0	0%	0%
BC	7	546	4	436	79.8%	2.8%
CAM	2	116	0	0	0%	0%
CHIS	11	471	5	164	34.8%	1.0%
CHIH	6	420	2	2	0.5%	0.01%
CDMX	17	4,025	7	2,466	61.2%	15.8%
COAH	4	166	3	143	86.1%	0.9%
COL	2	110	0	0	0%	0%
DGO	5	291	1	8	2.7%	0.05%
GTO	4	143	1	26	18.1%	0.1%
GRO	2	160	2	160	100%	1.0%
HGO	4	283	0	0	0%	0%

JAL	19	1,586	0	0	0%	0%
MEX	12	1,256	5	169	13.4%	1.0%
MICH	3	539	0	0	0%	0%
MOR	3	184	1	139	75.5%	0.9%
NAY	3	176	1	0	0%	0%
NL	4	912	0	0	0%	0%
OAX	3	362	1	124	34.2%	0.8%
PUE	8	455	0	0	0%	0%
QRO	4	180	0	0	0%	0%
QR	2	63	0	0	0%	0%
SLP	4	153	0	0	0%	0%
SIN	5	507	2	0	0%	0%
SON	4	185	1	0	0%	0%
TAB	7	301	1	0	0%	0%
TAMPS	10	767	2	194	25.2%	1.2%
TLAX	1	213	0	0	0%	0%
VER	4	479	0	0	0%	0%
YUC	3	255	0	0	0%	0%
ZAC	2	114	1	114	100%	0.7%
TOTAL	167	15,615	40	4,145	26.5%	

Tabla 29: Educación en IB por entidad federativa (Fuente. Tomada de (164))

Como se mencionó previamente los detalle de la investigación de educación e informática biomédica pueden consultarse en el artículo escrito al respecto.

Tesis

La tabla 30 presenta las tesis que se encontraron y que cumplieron con los criterios de búsqueda.

Año	Autor	Institución y grado	Título	Comentarios
2017	Mariana Mureddu Gilabert ⁹⁰	UNAM - doctorado	La regulación jurídica del expediente clínico electrónico	Solo disponible online.
2017	Israel Trejo Ortega ¹⁶⁵	UNAM, licenciatura	Expediente clínico electrónico	Solo disponible online
2016	Carolina Alexandra Arevalo Pincay ¹⁶⁶	IPN - especialidad	Sistema de información para el control de expedientes en una clínica	
2015	Berenice Escamilla Maldonado ¹⁶⁷	IPN - maestría	Modelo para mejorar el servicio de salud utilizando las	

			nuevas tecnologías de telecomunicaciones	
2014	Víctor Jalil Ochoa Gutiérrez ¹⁶⁸	IPN, maestría	Diseño y desarrollo del sistema para controlar y monitorizar a pacientes basado en los estándares HL7 e IEEE 11073 aplicados a biodispositivos móviles, para su uso en clínicas y hospitales mexicanos de primer nivel	
2014	Alanís Leal Mayra R. ¹⁶⁹	ITESM, maestría	Modelo de administración del cambio para la implementación de un expediente clínico electrónico: caso Tecsalud	
2014	Esteban Arrangoiz Arechavala ¹⁷⁰	UNAM - maestría	Interoperabilidad de bases de datos. Caso de Estudio: expediente clínico electrónico	Solo disponible online
2013	Diana Victoria] Bautista Sánchez, María Elba Herrera Nava , Carlos Uriel Jiménez Pereyra, Dulce María Milián García, Carelia Casandra Suastegui Espinosa. ¹⁷¹	UNAM, licenciatura	Sistema de información hospitalario	
2011	Isaí Quintas Ruiz ¹⁷²	ITESM, maestría	Factores críticos para el éxito de la implementación del expediente médico electrónico y sistemas de información médicos en la zona metropolitana de Monterrey	
2011	Jesús Alvarado Ramos ¹⁷³	Universidad de Morelos, maestría	Propuesta de modelo para un expediente clínico electrónico	
2011	Jarquín García Osman ¹⁷⁴	IPN, licenciatura	Historial clínico para el departamento de servicio médico de ESCOM	
2010	Castrejon Morales Daniel ¹⁷⁵	UAM-A, licenciatura	Expediente clínico electrónico. ECE	
2010	Elsa Guzmán Cervantes, David Eduardo Jiménez Hernández ¹⁷⁶	IPN, licenciatura	Propuesta de sistema integral para la estandarización de expedientes clínicos electrónicos de consulta externa vía internet	
2010	Tecayehuatl Negrete Norma Adriana ¹⁷⁷	IPN - licenciatura	Sistema administrativo de expediente médico por medio	

			de la tecnología RFID	
2004	Lyz Edemi Martínez Angulo ¹⁷⁸	Universidad Autónoma de Colima, maestría	Implementación de un sistema de información para el manejo de expedientes clínicos utilizando el estándar HL7 en el hospital regional universitario	
2003	Marisol Imelda Rodríguez Cervantes ¹⁷⁹	UAM-I, licenciatura	Expediente electrónico Red en UDC y UMD	

Tabla 30. Tesis referentes al desarrollo tecnológico de ECE en el país. Fuente: elaboración propia.

Entrevistas

Como se mencionó, se realizaron entrevistas a 17 actores del ecosistema actual del SNS, todos relacionados en mayor o menor grado con los sistemas de informática biomédica, Los resultados obtenidos de estas entrevistas se muestran en los siguientes apartados y corresponden a las categorías de:

- Estado del ecosistema actual del ECE
- Experiencia en el desarrollo de sistemas de ECE e informática biomédica en general
- Panorama del ecosistema del ECE en el futuro.

Estado del ecosistema actual del ECE

Para determinar el estado del ecosistema actual se obtuvieron los siguientes resultados.

¿Conoce el termino ecosistema de software?

4 personas respondieron que sí y 13 que no

¿Cuáles son los actores del ES que identifica?

Los entrevistados identifican los siguientes grupos de actores como parte del ecosistema:

- Unidades de informática o direcciones administrativas del centro de trabajo.
- Personal de salud, personal administrativo, ingenieros de desarrollo, abogados y normatividad
- Gobierno, usuarios, empresas desarrolladoras
- Equipo de hardware y software como tal
- Aspecto tecnológico (hardware y software), normatividad, factor humano

¿Cómo es el estado actual del ES del ECE?

- Desarticulado
- Sin impulso de autoridades

- Falto de interoperabilidad
- Inexistente
- Maduro técnicamente pero carente de recursos humanos y materiales
- Sin coordinación ni liderazgo
- Lento
- Desordenado
- Sobrepasado

¿Qué elementos del ES podrían fortalecerse y de qué manera?

- Fortalecer los departamentos de informática en las instituciones, a través del incremento de capital y personal para atención de necesidades.
- Buscar integración de los sistemas.
- Mejorar normatividad.
- Incrementar analítica de datos
- Incrementar participación de personal de salud.
- Difundir conocimiento para nuevos actores del ecosistema

¿Cómo considera a la legislación actual en materia de informática biomédica?

- Existe pero no siempre relacionada con la realidad del país
- No es conocida por todos los actores y se ignora por esta misma situación.
- Puede llegar a ser un obstáculo si no es vigente
- Básica, genérica y simple pero a pesar de su simpleza no es seguida por los actores.
- Pueden ser divergentes la normatividad federal y la local

¿Qué tanto impacto percibe de los programas federales de impulso al gobierno electrónico como la EDN, México Conectado u otros más?

- Si impactan, pero no hay un avance real en la practica
- No se observa impacto alguno
- Existe divergencia entre legislación local y federal
- Se identifica un gobierno de cambios radicales

Experiencia en el desarrollo de sistemas de ECE e informática biomédica en general

Cómo impactan los estándares nacionales e internacionales en el desarrollo de sistemas ECE

- Si impactan
- Son guías que no siempre son acatadas.

Qué elementos apoyan el desarrollo de los sistemas de informática biomédica

- Voluntad política
- Departamento de informática fuerte en el instituto que no solo se dedique a reparar computadoras si no a desarrollar sistemas necesarios.

- Existencia de un plan de estímulo y apoyo al desarrollo de sistemas de informática.
- Capacitación adecuada a usuarios.

Qué elementos obstaculizan el desarrollo de SIB

- Pocos recursos financieros y humanos.
- Departamento de informática insuficiente para cubrir necesidades de la institución de salud.
- Falta de comunicación entre actores
- Normatividad incompleta o conflicto de normatividad institucional-federal.

¿Ha participado la academia en el desarrollo de ECE? ¿De qué manera?

- Con la participación de investigadores como asesores en estos proyectos

¿Cómo ha sido la participación de la sociedad civil en el ECE?

- Un grupo dedicado a la aceleración de proyectos tecnológicos en el área de la salud ha apoyado, precisamente, fomentando y financiando la generación de soluciones tecnológica a problemas de salud.

¿Cómo se percibe la participación de emprendedores en el ECE?

- Participan pero se percibe cierto desconocimiento de normatividad y funcionamiento integral del SNS y los desarrollos están enfocados principalmente en el sector privado.

Panorama del ecosistema del ECE en el futuro.

¿Qué elementos del ES se podrían fortalecer a fin de fomentar la diversidad en el ecosistema?

- Fortalecer departamentos de informática de instituciones que brindan atención en salud.
- Incrementar análisis de datos y no solo el reporte de los mismos.
- Dividir normatividad del ECE en parte técnica y médica
- incrementar participación de personal de salud.
- Mejorar procesos
- Aplicar incentivos para fomentar desarrollo/adopción de ECE
- Incrementar organismos financiadores de proyectos ECE
- Difundir aspectos de normatividad, regulación e interoperabilidad entre los desarrolladores de sistemas ECE.
- Fomentar liderazgo institucional para desarrollo de ECE
- Participación de organismos que puedan presentar a inversionistas justificación de recursos necesarios para el desarrollo del ECE.
- Buscar la integración entre los actores.

¿Cómo percibe la posibilidad de crear un mercado virtual de aplicaciones, como GooglePlay o iStore, del sector salud?

- Bueno aunque debería pensarse bien si es conveniente en el caso de un ECE ya que los mecanismos de protección de datos personales deberían poder garantizar una verdadera confidencialidad de los mismos.
- Es una necesidad que el gobierno sea el orquestador de un ecosistema así y resguarde los datos antes que un organismo privado lo realice exponiendo la información de los usuarios a diversidad de usos.

Análisis de actores

A partir de la información recabada en las entrevistas, es posible obtener una aproximación al estado de diversos actores del SNS en el país. En los siguientes párrafos se presentan de la forma más concreta posible, las ideas que los entrevistados transmitieron, en muchos casos, son propuestas, observaciones, quejas o consejos, a partir de los cuales se pudo esbozar el ecosistema actual y establecer líneas de acción que se pueden seguir para establecer / fortalecer el ecosistema en el futuro. Es importante establecer que varias de las aportaciones, por sí solas, serían ya temas de análisis y requerirían de un estudio a profundidad para determinar su viabilidad y forma concreta de implementar, sin embargo, en este momento lo que se pretende es poner estas ideas a discusión de la comunidad interesada en el tema.

Las ideas se presentan agrupadas de acuerdo a las macro categorías identificadas y, cuando se consideró adecuado, se definieron subcategorías.

Instituciones de salud

Administración de sistemas

- Se identifican dos conjuntos de sistemas: administrativos y de informática. Los sistemas administrativos sí tienen a ser institucionales y con operación regida por la dirección de informática.
- Algunos departamentos de informática cuentan con su personal, a nivel técnico, que solo se encargan de vigilar el buen funcionamiento del equipo.
- Se identifica como prioridad para el desarrollo de proyectos satisfactorios contar con un departamento de informática perceptivo con las necesidades.
- Como ejemplo de posible éxito se comenta que el software generado por terceros sea propiedad de la dependencia que lo solicitó para que así en futuras versiones sea el personal de la misma dependencia quienes lo actualicen o den mantenimiento.
- El desarrollo modular que permita escalamientos posteriores es otro factor que se empieza a considerar como de éxito ya que así es posible que el sistema se vaya adecuando según haya capacidades y recursos para realizarlo.

Visión a largo plazo

- Se observa que para que exista un impulso de la informática biomédica debe existir un proyecto y visión para esto, además de recursos humanos y materiales suficientes pero lo anterior no siempre se logra conjuntar en las instituciones.
- Se recomienda una visión prospectiva en los proyectos planteados, no limitarse a solucionar el problema actual sino también determinar como podría evolucionar a fin de que la solución tecnológica pueda seguir siendo útil con el transcurso del tiempo.
- Falta una visión transdisciplinaria e interinstitucional en el desarrollo de los sistemas de IB. Se buscan resolver los problemas de una institución de salud pero no del paciente como elemento central del esquema de salud. Parte de la falta de esta visión tiene que ver con la normatividad y la cultura institucional que priva en el SNS. El gobierno puede impulsar facilitando que se establezcan convenios entre instituciones, buscando marcos de colaboración y facilitando la legislación para que se logre el beneficio del paciente por el de sobre las instituciones.

Interoperabilidad

- Es posible plantear un sistema, a nivel institucional, que capture la información de los sistemas ya funcionando y de esta manera no desaprovechar lo que ya existe, si no solo sistematizarlo, es decir una especie de “Sistema de extracción, tratamiento y carga, ETL” que reutilice lo existente y ayude al instituto a sistematizar la información.
- Se considera que un factor importante para que los sistemas no se compartan, desde el punto de vista técnico, radica en que los desarrolladores identifican que su sistema no es del todo eficiente o no cumple con las tareas que han prometido o bien, que lo hace pero luego de un cierto tratamiento o pasos especiales.
- El SECO en algunas instituciones está conformado por el departamento de informática el cual solo se hace cargo de manejar la red y de los equipos de cómputo que hayan sido adquiridos a través de este medio. Aquellos que fueron adquiridos por proyectos independientes no son responsabilidad del departamento.
- Se observa que los sistemas de informática biomédica en México son buenos pero son insuficientes y la principal carencia que tienen es que no operan entre ellos, no hay comunicación ni intercambio de información de ninguna forma, aunque tecnológicamente es posible no se realiza esta función por falta de políticas o voluntad.
- El valor que se observo en el empleo del ECE fue en la atención al paciente, que mejoró, en la posibilidad de compartir datos entre áreas de las clínicas como farmacia y laboratorios y en la referencia y contra referencia con el segundo nivel de atención.
- La regulación de la interoperabilidad se debería fortalecer para compartir un ECE entre las instituciones de salud. Dicha interoperabilidad se debería basar en estándares internacionales para garantizarla.

Capacitación

- Es importante considerar la capacitación del personal, en el caso de adopción de sistemas abiertos o cerrados. Debe haber expertos para poder “navegar” en el sistemas de acuerdo a sus características, de otra forma cuando las cosas fallen se tendrán que invertir recursos.
- Es importante contar con la certeza que habrá expertos en el campo en el cual se esta desarrollando el sistema, ya que de otra forma luego podría no ser posible su incorporación ya

que no se encuentran en el mercado.

- Respecto a la evaluación de sistemas de informática biomédica en los hospitales se considera que esto beneficiaría a todos y que el departamento de informática de una institución debería hacer este trabajo sin que genera malestar o impacto en las áreas médicas, al contrario, esto debería garantizar un mejor desempeño en su trabajo.
- Se menciona que la capacitación de los usuarios es fundamental, en sus horarios y lugar de trabajo. En caso que los usuarios no cuenten con conocimiento básico de tecnologías es necesario impartir este conocimiento si se quiere que el proyecto tenga éxito.
- Otro factor importante para el éxito es el compromiso de todos los involucrados. La formación de personal que conozca el sistema y pueda resolver problemas en el momento sin depender de un control central es también importante, así como una capacitación para personal recién contratado. La gestión del cambio también debe ser considerada sobre todo en el caso de personal acostumbradas a realizar el trabajo de una misma manera.

Financiamiento

- Dentro del ecosistema se identifica como parte fundamental en cualquier proyecto el aspecto técnico, el usuario final y el financiamiento, bien sea a través de donativos o de apoyo a un proyecto.
- La presencia de auditores externos, sobre todo, de organismos que financian el desarrollo es adecuado ya que pueden entender las tareas que se realizan y ayudar a su comprensión a otros niveles donde no siempre se alcanzan a percibir las ventajas que la informática puede traer al paciente.
- Se percibe que el personal de dirección de los centros de atención médica no alcanzan a visualizar que alrededor del 2% del presupuestos debería ser invertido en sistemas informáticos. Esta cultura de informatización no está aún difundida entre los tomadores de decisión ni el personal de atención al paciente. La política de uso de la IB es pobre en el país, a pesar que han existido diversos programas de impulso al gobierno electrónico no se han establecido políticas que incidan fuertemente al nivel de las clínicas de atención al paciente.

Usuarios

- A través de comités de trabajos en las distintas áreas donde incidirá el sistema informático y tomando en cuenta el mayor número posible de opiniones y necesidades de los usuarios es más probable que haya éxito en la adopción de los sistemas.
- En los sistemas de informática biomédica, el problema es el proceso, no el sistema en si. Si no se tienen unos procesos bien hechos, homologados basados en calidad, en la práctica, ponga lo que ponga no lo va a usar el personal de salud. Eso es fundamental, por eso en un proyecto de transformación institucional debe de ir primero el proceso de incorporación de las tecnologías, de otra forma se automatizarían ineficiencias.

Autoridades

- Los jefes de áreas jurídicas, sistemas y personal médico no siempre están alineados, ni persiguen los mismos objetivos, no siempre entienden que es lo que la otra persona busca y por lo tanto no es fácil que se coordinen y logren objetivos. Para lograr que se entiendan hace falta un interlocutor o que uno de ellos quiera realizar un proyecto y pueda convencer a las otras

personas involucradas.

- La decisión de desarrollar un ECE involucra no solo la voluntad del responsable, es necesario ajustar reglamentos generales e internos de los institutos que lo pretenden ejecutar.
- No se percibe que existe realmente un ecosistema en el desarrollo de sistemas de IB en el SNS en México, existen desarrollos aislados y poca colaboración por lo que hablar de la existencia de un ecosistema no sería la mejor descripción.
- Se percibe que existe un frecuente cambio de sistemas considerado sin sentido. Se presume que esto se realiza por corrupción de las autoridades quienes reciben supuestos beneficios de empresas que venden los sistemas de cómputo.
- Es necesario fortalecer a los departamentos de informática de las instituciones de salud, sería interesante ver que sucede si se les permitiera tener tareas de “investigación” y desarrollo más allá del mantenimiento del equipo de cómputo.
- Se identifica como problema la falta de delegación de responsabilidades del departamento de informática, ya que, con esto, se considera se podría facilitar el acceso a la información y así mejorar el trabajo de los proyectos y departamentos.

Infraestructura

- La conectividad a la red falla, es decir, no se cuenta con una conexión confiable en alto grado. En el caso del ECE, esto retrasa el tiempo de tratamiento de cada paciente. Lo anterior genera rumores y creencias, no siempre ciertas, como que esto se hace en forma intencionada a fin de que la prescripción de medicamentos no se haga en forma automatizada y luego sea posible disponer de estos con fines diversos, ya que anteriormente hubo una supuesta asignación.
- Se considera que la infraestructura es la carencia más grande para la adopción del ECE. En el aspecto humano se remarca la necesidad de capacitación constante y se considera que la normatividad es adecuada a partir de la NOM024.
- Un aspecto importante para que los proyectos de IB tengan éxito, es contar con infraestructura. Si fuera posible tener en cuenta las necesidades en infraestructura para sistemas de IB sería deseable que esta se instalara desde las primeras etapas de creación de un hospital, de esta manera es más fácil implementar soluciones posteriormente.

Personal médico

- Falta de capacitación. Existen sistemas instalados con una amplia variedad de funciones pero no se ha capacitado a los usuarios respecto a los beneficios y ventajas del uso de dichas capacidades.
- En el proceso de desarrollo y planificación de los sistemas de informática biomédica, no hay consulta de necesidades del personal de salud o al menos no se percibe que todo el personal sea tomado en cuenta.
- Idealmente, el personal médico le gustaría un único sistema integrado. Dadas las complicaciones de lo anterior, describen que si son varios sistemas para diversas tareas, se buscara también integrarlos desde una plataforma central, que además no fuera necesario desplazarse de un lugar a otro para acceder a ellos o que sean distintos según la tarea a realizar. Que no sean aplicaciones distintas sino módulos de la misma para así ahorrar recursos y no se haga lenta la atención al paciente.

- Los sistemas desarrollados deben ser “sensibles” a las necesidades del usuario, a su estilo de trabajo, a su tiempo disponible y estos deben ver realmente un beneficio para que continúen utilizándolos. El sistema se debe adaptar al usuario completamente y no en sentido contrario.
- Se debería buscar una informatización al 100% en los sistemas de salud, sin embargo, este concepto no está del todo entendido además que la normatividad es, actualmente, un impedimento para lograrlo.
- El proceso de implantación del ECE en las instituciones de salud en México podría ser relativamente alto sin embargo la adopción del mismo es baja, aunque no se tiene conocimiento de estudios realizados que hayan medido este proceso y se pueda conocer con precisión este factor.
- El proceso de adopción del ECE no se ha medido porque aún existen pocos sistemas y sobre todo poco tiempo que esta tecnología se ha comenzado a utilizar, es decir no existe aún una muestra representativa que se considere pueda mostrar lo que realmente está ocurriendo.
- En cualquier problema que se busque solucionar con sistemas de IB, el proceso y el elemento humano debe estar bien establecidos y relacionados, de otra manera el componente tecnológico está destinado al fracaso.
- En el ecosistema de desarrollo de SIB el personal de salud participa poco o nada, en parte porque ellos mismos no les interesa o no quieren debido a comodidad, desconocimiento o desinterés pero debería integrarse, a este sector.

Academia

- Los tiempos de la academia y políticos no son iguales, pocas veces compatibles, en algunas ocasiones la academia va más lento que la industria o más rápido. El tiempo de las obras que tenga que ver con cuestiones políticas se tienen que concluir en los periodos de gobierno ya que el proyecto no trasciende periodos de mandato aunque sean de instituciones federales. Debido a esto, es común que se prefiera la participación de empresas privadas que puedan responder en los tiempos requeridos.
- Hace falta dar a conocer los trabajos de los jóvenes en las universidades y en emprendimientos ya que existe desconocimiento de lo realizado hasta ahora en las instituciones de salud.
- Es necesaria la creación de un posgrado para apoyar la participación de la IB en el sector salud del país.
- Es necesario implementar educación en informática biomédica en la carrera de medicina y crear un posgrado, en esta materia, en el país, ya que estamos muy detrás en comparación de otros países de Latinoamérica y el mundo en educación en IB.
- Se percibe que el país está a 10 años de tener una masa crítica de profesionistas de la salud preparados para utilizar, diseñar y construir sistemas de informática biomédica. El trabajo de formación de masa crítica recae en la academia y aún existe camino por avanzar en este ámbito, existe poca coordinación y cooperación entre las universidades y facultades.
- La educación en informática biomédica es importante porque el personal de salud cambia su visión, comienza a entender no solo el reporte de datos sino el análisis de los mismos, conoce los sistemas necesarios para recopilar información, sus beneficios y oportunidades de mejora. Además de que cuando médicos con esta formación se insertan en el mercado laboral tienen ya la capacidad de generar estos proyectos y entender su utilidad.

Federación

Normatividad

- Se observa que la normatividad tiene un impacto negativo cuando esta requiere que los médicos o personal técnico realice labores que implican recursos técnicos o financieros mayores con los que cuenta el instituto, en teoría son funcionales pero en la realidad no siempre se cuentan con los medios para realizarlo.
- Se considera que aunque existe normatividad para el desarrollo de sistemas de informática biomédica, está en general es desconocida y no siempre es seguida ya que los sistemas pretenden solucionar algún problema y se deja a la normatividad de lado sin siquiera considerar si podría o no ayudar a la solución.
- Se plantea que la normatividad podría frenar el desarrollo de la IB ya que en algunos casos establece que se continúe con prácticas que tecnológicamente se podrían solucionar de otra forma.
- Se percibe a la normatividad mexicana como aún carente de consideraciones varias, en comparación, por ejemplo, con la FDA
- A pesar que la normatividad es global, los tramos de control entre los gobiernos federal y estatal no siempre permiten que los sistemas puedan interoperar, en ocasiones las diferencias entre partidos limitan lo anterior.
- Se percibe que la normatividad actualmente si impulsa el desarrollo de sistemas de IB.
- En cuanto a normatividad se debería atender el hecho de poder firmar digitalmente el 100% de los documentos que se generan en la atención de un paciente dentro de un hospital. Para ello la firma digital debería dejar de estar relacionada con el SAT.
- La normatividad en México presenta dos problemas: a) La misma normatividad no permite que los procesos puedan ser automatizados al 100% y b) la normatividad no es sancionada en caso de incumplimiento, aun cuando se mencione que tiene un carácter obligatorio.
- Con la normatividad actual es imposible llegar a un nivel de informatización 7 de la HIMSS, para pensar en llegar a este nivel, sería necesario: a) que la normatividad se cumpla, b) que la ley sea rigurosa en la ejecución de la misma y c) buscar mecanismos que permitan que la documentación sea digital.
- La normatividad se percibe como incipiente y básica pero que a pesar de ser básica no se cumple por lo que no ha podido haber avances más notorios en los sistemas de IB. Si el gobierno no impulsa la creación de normatividad, se podría buscar esto desde las redes de colaboración con la participación de académicos, industria, el propio gobierno y demás actores interesados en el avance de la IB.
- Se percibe que la normatividad no se cumple por desconocimiento de la misma por parte de los actores del sector salud. Este desconocimiento parte del hecho que muchos equipos de desarrolladores de soluciones no cuentan entre sus miembros con personal médico que realmente participe en la solución y solo se implementan soluciones sin considerar el contexto del personal e instituciones de salud en el país, es decir existe un desconocimiento del funcionamiento del SNS aún entre los desarrolladores de soluciones.
- Se percibe a la normatividad como un obstáculo para el avance de la IB ya que no está bien elaborada y se limita a algunos aspectos de los procesos que trata. La normatividad debería contener dos partes: una dirigida al personal técnico que describiera el funcionamiento tecnológico y otra al personal de salud o personal humano involucrado en la operación y no la

técnica.

- Se percibe que las recomendaciones emitidas por organismos de supervisión, al no ser vinculantes, no siempre tienen un impacto en los tomadores de decisión. A este respecto se recomienda que si se busca incidir realmente en la práctica médica es necesario incidir en las Normas Oficiales Mexicanas a fin de mejorar o cambiar alguna práctica.
- Cualquier desarrollo relacionado con el ECE debe tener prioridad en la cuestión de seguridad de los datos del paciente, además teniendo en cuenta que no siempre se cuenta con recursos para adquisición de licencias comerciales, por lo que las soluciones deberían buscar algún mecanismo de solventar lo anterior.

Interoperabilidad

- Se identifica la falta de interoperabilidad como problema por el cual el avance de la informática biomédica en México ha sido escaso.
- Se considera que los sistemas de informática biomédica están aún limitados por la falta de interoperabilidad entre los sistemas. Esta falta no es debida a estándares o lineamientos sino es percibida como falta de voluntad política para llevarla a cabo.
- El ECE podría ayudar a la portabilidad de salud pero para ello primero tendría que existir la interconectividad de los sistemas, impulsada por normatividad e instrumentada por las instituciones con protocolos y procedimientos claros y respetados respecto al intercambio de información.
- La portabilidad en el sector de salud público se ve lejana, sin embargo en el sistema privado es posible que se alcance antes, de hecho ya existen casos donde se opera de esta manera, el caso de este tipo de desarrollos podrían tomarse como base con las debidas adecuaciones respecto al volumen de personas que manejan.

Factor humano

- El desarrollo de la IB no es uniforme en el país, en los estados del norte el avance es mayor que en los estados del sur. Existe descoordinación y heterogeneidad en los sistemas que se han logrado desarrollar.
- Se percibe que no es un elemento la principal carencia del ecosistema sino relaciones entre los actores ya que no existe intercambio de información ni colaboración. Existe desconocimiento del funcionamiento del SNS entre los desarrolladores y la manera en que sus propuestas podrían integrarse al ecosistema de salud.
- Los sistemas de cómputo están desasociados con la práctica médica, no tomaron en cuenta las prácticas cuando fueron implementados y por eso, el personal médico no los utiliza de forma adecuada o completa.
- En la academia se observa un alejamiento de la realidad, se pueden enseñar las mejores prácticas y metodología, pero que no es posible implementar en el contexto del SNS del país por lo que no se logran desarrollar soluciones adecuadas.

Infraestructura

- Se considera que una desventaja de adquirir sistemas comerciales es que cada proveedor busca solo su interés y conveniencia. Cuando los desarrollos son hechos dentro de los ambientes estos se adecuan a las necesidades buscando el beneficio del instituto que lo utiliza.

- Para impulsar el proceso de desarrollo y adopción del ECE, las instancias federales encargadas de esto, podrían “regalar” un sistema básico a las instituciones de salud estatales. Este sistema cumpliría estándares y se apegaría a arquitecturas establecidas, de tal forma que diversos fabricantes de software pudieran, quienes estuvieran interesados, desarrollar extensiones que hicieran más completo el ECE, pero representando un gasto menor para la secretaria de salud estatal y de acuerdo a sus necesidades y realidades.

Autoridades

- Se identifica que un gran problema es la negociación y el querer compartir la información en el desarrollo de la informática biomédica en el país. No existe disposición para analizar las necesidades de los proyectos o las áreas de cada instituto.
- Hay algunos asuntos que podrían parecer menores pero no lo son para lograr la interconectividad, uno es la identificación de usuarios, que tendría que ser una especie de número de seguro social universal, actualmente instituciones, como el IMSS, van en ese camino pero tendría que adoptarse por los demás subsistemas de salud.
- No hay un ecosistema único en el SNS, los esfuerzos de implementar un ECE se han realizado de manera aislada y, por lo tanto, hay un número de ecosistemas casi tan grande como instituciones de salud.
- La IB ha tenido más penetración en el tercer nivel de atención, se debió haber iniciado en el primer nivel, donde actualmente falta mucho por hacer y menos avances ha habido. Se han realizado avances en el tercer nivel porque existe más control sobre los procesos y porque hay un mayor presupuesto al haber menos gente demandando servicio.
- El proceso de informatización de la salud es una realidad, se está dando y no se va a detener, se realizará a pesar de que el personal médico, administrativo o político se resista, así que es mejor estar preparado y aprovechar el impulso que existe a nivel mundial.
- Un obstáculo en el fortalecimiento de sistemas de IB es la manera política en que se gestiona la salud en México, cada periodo de seis años, se desechan proyectos y se reinventan los objetivos y estrategias. Para la operación de un ECE nacional habría que superar el sexenio.
- No se percibe un ecosistema de desarrollo del ECE. Se observa una disociación entre las empresas, la academia y el sector gubernamental.
- El desarrollo de la IB en el país es lento, somos una sociedad de consumo más que de generación propia de soluciones con los problemas, y bondades, que esto acarrea.
- Se considera pertinente ampliar la visión de modelos considerados como ejemplares respecto a la informática biomédica, no centrarse solo en los de un país o sistema de salud, si no ampliar el espectro y considerar nuevas opciones más cercanas cultural y administrativamente a México.
- Además, es necesario definir el modelo del SNS que se quiere en el país para que los sistemas informáticos sean acordes a dicho modelo, si se quiere un modelo centrado en la economía, preventivo, centrado en el paciente o que se quiere.

Industria

- La interfaz de usuario de los sistemas de cómputo debe ser sencilla, amable, que capture o tenga información que el usuario requiera y no se le pida llenar datos que no utiliza y no son claros. Se sugiere también que los cálculos u operaciones realizados en el ámbito médico los haga el sistema en forma automática. Se recomienda que los sistemas tengan interfaz sencilla de utilizar

e intuitiva.

- En algunos procesos se pide al médico que actualice información del paciente. Esta tarea la podría hacer alguien más como el personal de salud o en forma automática para el caso de información que se obtiene a través del cálculo a partir de datos de los pacientes, y de esta forma dejar tiempo al médico para la atención de los pacientes.
- Aunque en el país existen empresas que implantan sistemas de informática biomédica, estas son pequeñas y es difícil que logren una implantación en una institución de salud ya que estos procesos requieren una alta disponibilidad de recursos financieros, humanos y materiales con los que no cuentan.
- El ecosistema de emprendedores en tecnología en salud se percibe como fragmentado aún, con desarrollos repetidos por más de un emprendedor y nuevamente, sin relación clara con otros sistemas o hasta con la normatividad o forma real de operar del SNS.
- Entre los emprendedores existe la perspectiva de que ser proveedor de entidades gubernamentales es sumamente difícil, tardado y burocrático, así que optan por desarrollar soluciones dirigidas al sector privado.
- Los desarrollos de SIB deben tener en cuenta la experiencia del paciente para implementarlos, deben facilitar el trabajo del personal de salud y la percepción del paciente respecto a que estas herramientas mejoran su atención. También deben diseñarse sistemas que se adapten al contexto en el que trabajaran, a la cultura, usos y costumbres del personal que los utilizará y a la infraestructura disponible. En caso contrario son sistemas que se dirigen al fracaso.
- Se percibe como útil cambiar el modelo de negocio que ha prevalecido hasta ahora en las instituciones de salud y su relación con los proveedores y los pacientes. Las soluciones tecnológicas no siempre deben mejorar, podría ser este aspecto que habría que revisar no solo en la adquisición de nuevos sistemas sino en el pago de atención de los pacientes.
- En el ecosistema de emprendedores se percibe que falta el acompañamiento de especialistas para ayudar a generar un buen modelo de negocio a las propuestas y que funcionara como intermediario con las instituciones de salud además de como orientación para ayudarlos en la parte normativa del sistema propuesto.
- La participación de emprendedores en proyectos de instituciones grandes de salud está limitado por la presencia de grandes empresas quienes son las que desarrollan las soluciones utilizadas.
- La interacción entre estas grandes empresas y los emprendedores se da más en otro tipo de ambientes, como eventos de desarrollo o cuando se busca algún vínculo entre ambas con el fin de adquirir alguna propuesta o comercializarla. No es claro el modelo de interacción entre emprendedores y las grandes empresas, ya que depende de muchos factores. Las políticas de las empresas ya establecidas son la que más peso tienen en esta relación.

Sociedad civil

- Un observatorio tecnológico, que sería necesario precisar, podría ser una buena manera de impulsar los procesos de implantación y adopción de sistemas de informática biomédica en las instituciones de salud.
- Los laboratorios, observatorios, asociaciones civiles tienen como papel impulsar los procesos de desarrollo, adopción de los sistemas de IB a través de dar a conocer el mayor número de aristas del proceso a los involucrados en estos procesos para que puedan ver el problema de forma

integral.

- Un observatorio en necesidades de salud permitiría determinar cuáles necesidades se han identificado y que tipo de sistemas, si es que existen, podrían ayudar a solucionar el problema. Con esto sería posible generar sistemas útiles y enfocados a solucionar problemas específicos e identificados.

Integración de análisis

A partir de las categorías identificadas en las entrevistas y las relaciones entre las mismas se estableció un modelo, figura Error: Reference source not found, en el cual es posible ver gráficamente los elementos que intervienen en las relaciones o los atributos de cada entidad. Como se comentó previamente, en más de un caso, los atributos son por si mismos tópicos de estudio que requieren investigación más profunda con el fin de comprender mejor su papel en el ecosistema del ECE.

Capítulo 5. Ecosistema de Software del ECE en México: actualidad y propuesta

Introducción

En este capítulo, en la primera parte se analiza el panorama actual del ECE en el SNS a partir del cual se hace una primera propuesta del ecosistema existente. Dicho análisis se realiza como resultado de las entrevistas presentadas en el capítulo precedente y la información documental recopilada. En la segunda sección se presenta la propuesta de ecosistema que se considera podría ayudar en el desarrollo y utilización del ECE en el SNS.

No existe un solo ecosistema de software del ECE, ya que no se ha desarrollado una plataforma tecnológica única a nivel nacional. En el mejor de los casos se puede decir que existe un ecosistema por cada institución o por cada clínica, según sea la práctica pública o privada, sin embargo, en ninguno de los casos de los que se tuvo conocimiento se puede hablar de un ecosistema de software como tal ya que no existe una plataforma tecnológica a partir de la cual se generen desarrollos y se comience a generar un ecosistema con todos sus componentes.

Con el fin de presentar el panorama actual del ECE se clasificará en las mismas estructuras que la arquitectura de un ecosistema de software y de esta manera, en la propuesta que se realiza, se retoma esta clasificación para complementarla y se presenta de una forma más clara los aspectos que debieran ser reforzados.

Tipología

Actualmente en el SNS el desarrollo del ECE está orientado hacia un ecosistema del tipo “Basado en estándares” ya que es claro que, como lo ha planteado la DGIS hasta hoy, basta cumplir una NOM para integrarse al ecosistema, sobre todo en lo referente a interoperabilidad que es el principal interés de la norma.

La misma NOM establece que su cumplimiento debe realizarse por todas las instituciones de salud del país, sin embargo, en la práctica esto no ocurre y no existe sanción para las instituciones que no la cumplen.

De esta forma podemos decir que el ECE actualmente está “basado en estándares y no sancionado”.

Estructura organizacional

Se identifica que el ecosistema general está conformado por elementos mostrados en la tabla 31.

Rol	Actores
Orquestador	Según las definiciones de ecosistema, no es posible establecer un orquestador que cumpla con las funciones atribuidas a este actor. No existe una entidad responsable del funcionamiento del ES, sin embargo, la DGIS es la responsable de validar cuando los actores han generado un desarrollo que cumple con la NOM. No hay organismo que orqueste explícitamente las relaciones o sea responsable del funcionamiento del ES, sin embargo, considerando a la DGIS como la instancia más cercana a un orquestador, esta orquestaría a los actores es a través de una monarquía.
Nicho	En el ecosistema actual se identifica como nicho a los organismos que expiden y participan en la elaboración de normas o estándares de apoyo a la generación y uso , ya que actualmente es cómo funciona el ecosistema, específicamente a través de las Normas Oficiales Mexicanas o bien de normatividad internacional a la que se adhieren organismos nacionales en el proceso de desarrollo e implementación.
Actor externo	En el ecosistema actual existen diversos desarrolladores de un solo tipo. Empresas generadoras de tecnología. Como se describe en el capítulo 4, existen empresas que participan desarrollando, ofreciendo o integrando expedientes. Este mercado es dinámico por lo que resulta imposible establecer con precisión un número de estas, ya que además existen los emprendedores que participan desarrollando soluciones web o a través de aplicaciones móviles y otros que no están establecidas en el territorio nacional.
Vendedor	En el esquema actual no existen vendedores ya que no existe la plataforma del ECE, los vendedores son los mismos desarrolladores que colocan su producto en el mercado.
Usuario final	Los usuarios finales son las instituciones de salud, públicas o privadas, que implementan la utilización de los ECE, aunque por norma deberían ser todas las instituciones de salud, en la realidad esto no ocurre así.

Tabla 31. Elementos conformantes del ecosistema de software en el SNS

Secretaría de Salud.

La secretaría de salud es el ente regulador y orquestador de las políticas de salud en el país, no funciona de manera aislada, ya que las políticas se establecen en la Coordinación General de Salud. Sin embargo, es la SS el organismo encargado de verificar que las políticas concernientes a la salud en el país se ejecuten.

En materia de ECE, la dictaminación de políticas se ha realizado a través de la DGIS y en menor medida del CENETEC.

Dirección General de Información en Salud.

La DGIS, como se comenta, es el brazo ejecutivo de las políticas del ECE. Hasta ahora es el organismo que se ha encargado de coordinar la normatividad relacionada con el intercambio de información del expediente, además de que se encarga de recopilar, resguardar y procesar la información proveniente de todo el sistema nacional de salud. También se encarga de certificar a los desarrollos ECE que cumplen con la NOM de acuerdo al procedimiento dictado por la misma norma.

Sin embargo, no se ha encontrado un censo riguroso y amplio sobre el grado de avance en los procesos de implementación y adopción del ECE en las instituciones del SNS. Este trabajo, por la experiencia adquirida en el presente trabajo, debe realizarse por una instancia federal a fin de que las instituciones conformantes del SNS participen activamente y se obtenga información verídica.

Instituciones de salud.

Las instituciones de salud son los actores que de forma individual han optado por adoptar, a pesar de la obligatoriedad de la NOM, el uso del ECE en la práctica cotidiana. Cada institución de salud, según sus capacidades y políticas de dirección, ha decidido que ruta tomar para hacerse del ECE, de qué manera y qué importancia se le otorga a la adopción del expediente. De esta forma, en los casos consultados, se aprecian diversos escenarios existentes entre los que se incluyen:

Forma de los desarrollos:

- a) software comercial disponible en el mercado que es utilizado con la funcionalidad que posee y a la cual la institución se adapta.
- b) software desarrollado por profesionales “a la medida” cubriendo las necesidades demandadas por la institución de salud.
- c) software comercial disponible en el mercado con funcionalidad básica que permite adecuaciones acordes a las solicitadas por la institución que lo adquiere de acuerdo a un conjunto limitado o amplio de opciones.

Desarrollador:

- a) Empresa externa a la institución de salud
- b) Departamento de informática de la institución en la cual los empleados generan el sistema requerido.
- c) Combinación de empleados de la institución y organización externa.

Propietario final del expediente:

- a) Institución de salud, dueña del sistema final.
- b) Licenciamiento del sistema que continúa siendo propiedad de la empresa que lo desarrolló.

Como se ha mencionado, no existe, hasta la fecha, un registro nacional en el cual sea posible conocer la manera en que se han desarrollado los expedientes en cada una de las instituciones de salud, entonces la información recabada y reportada es más bien puntual y concerniente a un momento histórico particular.

Lo anterior en el sector público. En el sector privado se aprecia una mayor variedad en los expedientes existentes y en sus contextos de desarrollo e implementación. Si en el sector público no existe un registro, en el sector privado tampoco y se aprecia una mayor dificultad en lograr lo anterior.

Empresas desarrolladoras de sistemas de información.

Como se mostró en el capítulo previo, en el país existe una variedad de desarrollos comerciales de ECE y de empresas consultoras con capacidad de desarrollar este tipo de sistemas. Sin embargo se ha apreciado que existe, entre la mayoría de las empresas un problema en el cumplimiento de la norma, ya que los desarrollos no se apegan a ella ni ofrecen, tampoco, apego a estándares internacionales o al menos esta información no es reportada, como se supone debiera ser, en caso de realizarlo. Esto impediría la fácil y rápida integración de este tipo de desarrollos a un esquema de intercambio de información entre instituciones de salud que sería posible en el futuro, dejando a los propietarios de estos sistemas aislados y con expedientes muy básicos que solo cumplen la tarea de almacenar los datos de los pacientes sin una verdadera inclusión a un esquema de “informatización” de los servicios de salud que permita una evolución en las instituciones de salud.

Academia

La academia ha publicado pocos trabajos con temática de ECE en México, 16 como se reportó en el capítulo previo. Si bien es cierto que es un tema estudiado a nivel internacional y cuyos avances más importantes se han realizado en otras latitudes, esto no debiera ser motivo para que en el país no se fomente el estudio de la problemática del expediente y por lo tanto una mayor generación de trabajos de investigación. Se ha encontrado que, según refiere la literatura ²¹⁰ en el periodo 1991-2005 se publicaron en el mundo 1433 trabajos referente al ECE, si bien no se hace la diferencia entre cuales de estos trabajos estaban enfocados al desarrollo del mismo y no solo a su utilización clínica, permite tener un parámetro sobre el estado de la investigación en México, al comparar el total que representan las investigaciones en México en el ámbito mundial.

Por otro lado, se nota que hace falta una actualización en los programas de estudio de la carrera de medicina en diversas facultades y centros en los que se imparta esta licenciatura ya que, como se presentó en el capítulo previo, en la mayoría de las facultades no se incluye formación relacionada con la informática biomédica, limitando en gran manera la capacidad de los estudiantes de aprovechar plenamente estas tecnologías durante el ejercicio de la práctica médica y por lo tanto también, de impulsar la inclusión de estas herramientas en la práctica cotidiana. No obstante, el número de universidades que ofrecen esta formación se va incrementando, aún es necesario un mayor impulso. Es necesario, además, considerar que el beneficio de la enseñanza de la informática biomédica no se verá reflejada en el corto plazo, sino hasta que las generaciones de profesionales de la salud se gradúen y se ubiquen en el mercado laboral, por lo que aún pasaran varios años antes de tener un conjunto de profesionales de la salud capaces de generar soluciones tecnológicas para el sistema nacional de salud.

La academia también presenta actualmente una nula oferta de programas de posgrado enfocados a la informática biomédica. El personal en México que cuenta con educación formal en esta especialización se ha formado en el extranjero o bien en un programa de especialización en informática biomédica que existió en el pasado en la Fundación Arturo Rosenblueth pero que hoy no se imparte más. Actualmente, el ECE en la academia en México, es estudiado desde la perspectiva de los Sistemas de Información en Salud y no necesariamente desde el desarrollo del software.

Lo anterior contribuye a la existencia de pocos grupos de investigación en el área. Por lo tanto, los trabajos publicados en este campo son también pocos tanto en número como en temática abordada, tal como se presentó en el capítulo 4.

La escasa presencia de personal de salud especializados en informática biomédica tanto en las instituciones de salud como en la academia, es uno de los factores, identificados por los especialistas, que ha contribuido al bajo desarrollo de soluciones tecnológicas en el sector salud en general y en el ECE en particular.

Lo anterior ha fomentado un círculo vicioso en el que la baja formación de profesionistas de la salud con conocimiento de IB, deriva en poca investigación, pocos desarrollos industriales nacionales y poca demanda en los procesos de desarrollo/adopción de los mismos.

Emprendedores.

Los emprendedores han tenido un papel aún marginal en el desarrollo del ECE en México, en parte por las características propias de este tipo de proyectos, que implican fuertes inversiones en recursos financieros, materiales, humanos por parte de las empresas desarrolladoras de software, así como por la duración en los procesos de desarrollo e implementación del expediente y en parte porque el ecosistema de emprendedores en sistemas de cómputo y en especial de informática biomédica en el país es también incipiente.

El grupo de emprendedores ofrece soluciones de expedientes pequeños y limitados que no poseen la funcionalidad que sería deseable en los sistemas de expediente completos tales como los que están indicados en la NOM.

Este nicho de emprendedores podría ser explotado en mayor grado, sin embargo, la manera en que se desarrollan los sistemas de información en las instituciones de salud no lo permiten. La participación de este sector en el ecosistema del ECE es uno de los factores clave que se buscaría fomentar en el modelo de ecosistema a proponer.

Estructura de software

Al no existir una plataforma tecnológica del ECE, no es posible establecer claramente una

estructura de software, sin embargo, se identifican las siguientes características de acuerdo a la oferta de sistemas en: el mercado y la información disponible de las empresas que los desarrollan.

No existe un tipo único de arquitectura con la que operen los ECE's. Existen sistemas de escritorio con almacenamiento local, sistemas de escritorio con almacenamiento en la “nube” y sistemas web con almacenamiento disponible para uno o diversos usuarios con acceso a cualquier dispositivo que pueda desplegar una página html.

El aspecto sobre los lenguajes de programación utilizados o la base de datos si bien es importante por las capacidades buscadas, no tiene trascendencia operativa final, o no debería tenerla, para el usuario.

El desarrollo de los expedientes que implementen los estándares definidos por la NOM u otros internacionales también varía y existe diferencias en la forma en que se aborda este aspecto ya que la mayoría de los ECE disponibles en el mercado no se realizan tomando en cuenta estos lineamientos, sin embargo los expedientes certificados por la DGIS si se han desarrollado respetando los estándares y bajo los lineamientos que la misma norma establece por lo que se debería asegurar la capacidad de interoperabilidad.

Estructura de negocio

Respecto a la generación de valor para los elementos conformantes del ecosistema, sobre todo en lo concerniente a las empresas generadoras de tecnología, el esquema que se encontró es tradicional:

- Venta de licencia de uso del producto. Este esquema se da en los casos en que el ECE es una aplicación de escritorio cuyo programa ejecutable se entrega al usuario.
- Pago periódico por uso del producto. Utilizado en expedientes web en el que se permite el uso del sistema y el almacenamiento de datos a través del pago de una licencia temporal. Existen modalidades en las cuales el precio varía en función del número de usuarios del expediente o los módulos a los cuales se tiene acceso.

Las empresas que desarrollan el software a la medida cuentan con un esquema tradicional de pago por proyecto realizado, por supuesto acordes, en tiempo y recursos, a la magnitud del sistema requerido.

Las instituciones de salud adquieren valor con el uso del ECE en la automatización de sus procesos, cumplimiento de la norma/certificación y mejor utilización de recursos sin embargo, no está cuantificada la magnitud de valor ahorrado de esta manera.

De igual forma para el orquestador del ecosistema el valor generado debería ser la disponibilidad de información y por lo tanto el acceso a está en el momento en que se requiera. Sin embargo, esto, nuevamente no está cuantificado.

Para la academia, la generación de valor se da al poder realizar investigación en diversos

tópicos, cada vez más complejos, a partir de un conjunto de datos reales de una población y de esta manera proponer y comprobar modelos, teorías o describir fenómenos relacionados con la salud. Esto permite, por supuesto, la generación de conocimiento en forma de artículos científicos y la formación y fortalecimiento de grupos de trabajo orientados a la investigación en IB en fenómenos propios, en primera instancia, de nuestro sistema de salud.

El modelo de negocio depende de la empresa vendedora o desarrolladora de cada uno de los ECE. No se consideró pertinente para el alcance de la presente investigación profundizar en los modelos existentes en el mercado actualmente.

Ecosistema propuesto

La propuesta presentada sobre la organización de un ecosistema de software para el expediente clínico electrónico en el SNS mexicano, parte de la información recopilada en trabajo de campo y documental, presentada en las secciones y capítulos previos. No debería considerarse como una propuesta única e inamovible, pero sí como un primer acercamiento sobre el diseño del ecosistema del ECE a partir del cual podrían generarse nuevos desarrollos o modificaciones a los actores y sus relaciones tendientes a mejorar los procesos de desarrollo e implementación de los sistemas de expedientes, en primer lugar y sistemas de informática biomédica en general, posteriormente.

Estructura organizacional

Dada la fragmentación del SNS y en algunos casos, la diferencia real de recursos financieros, materiales y humanos entre actores, así como, la dificultad para lograr acuerdos y con el fin de acelerar la generación del ES se propone la orquestación sea del tipo monárquico, para, según como sea el desempeño de los actores, en una segunda etapa adoptar un tipo de orquestación colectiva.

El modelo monárquico de orquestación, parecería ser adecuado para un sistema como el mexicano, conformado por una diversidad de instituciones de salud públicas y privadas, compañías proveedoras de medicamentos y dispositivos médicos, aseguradoras y más, en la etapa de adopción con el fin de acelerar la implementación del ecosistema y que los lineamientos de acción surjan desde una única entidad.

Estos lineamientos no deberían ser dictados, de forma unánime sino teniendo en cuenta el contexto del ecosistema y la realidad de los actores involucrados, por lo que si bien la forma de orquestación sería monárquica, no en sí la manera de fondo en la que esta entidad debería actuar.

Una vez establecido el ecosistema cuando los actores estén familiarizados con su papel en el mismo, se propone un cambio del modelo de orquestación de monarquía a colectivo. En el modelo colectivo se busca la participación de todas las entidades participantes en el ecosistema en el proceso de orquestación. De esta forma se buscaría integrar la visión, necesidades y demás características de dichos actores en la orquestación del ecosistema, en un momento en el que algunos de los problemas

del proceso de establecimiento de dicho ecosistema estarían resueltos o en proceso de realizarse. Se opta por un modelo colectivo con el fin de considerar todas las perspectivas y no solamente algunas en particular. Como desventaja del modelo colectivo se considera el aspecto de la dificultad de lograr un consenso sin embargo este es un problema fácilmente superable.

Respecto a los participantes en el ecosistema se buscaría que estuvieran integrados los siguientes elementos:

- Dirección General de Información en Salud como orquestador
- Instituciones de salud. Publicas y privadas
- Empresas desarrolladoras de expedientes clínicos electrónicos.
- Investigadores interesados en el desarrollo del ECE

El ecosistema estaría basado en la interacción entre actores a través de componentes de software y estándares y lineamientos para el desarrollo de soluciones a problemas relacionados con los datos médicos de los ciudadanos todo orquestado por la entidad designada para tal propósito.

Con el fin de mantener la jurisdicción de cada institución de salud con los ciudadanos a los que atiende la información de expediente clínico sería resguardada por cada institución y esta sería la responsable de preservarla, tal como sucede actualmente, solo que ahora se buscaría que pudiera ser utilizada cuando así se considere conveniente, por otras instituciones dentro de un marco legal y técnico claro y funcional.

El establecimiento del ecosistema beneficiaría no solo al desarrollo y adopción sino a la interoperabilidad permitiendo así la atención de pacientes en cualquier institución de salud o bien la generación o consulta de información de dicho paciente a través de otros actores como laboratorios particulares o servicios de emergencia entre otros.

La información se compartiría entre entidades que la requirieran bajo el siguiente esquema.

1. Una entidad A solicitaría acceso a la información del ciudadano C que la resguarda la entidad B. El acceso de información solicitada es de acuerdo a un conjunto ya predefinido de datos que corresponden a los usos más frecuentes de información,
2. La entidad B entrega un conjunto de datos de acuerdo a la solicitud recibida.
3. La entidad A despliega la información recibida en sus sistemas de información cumpliendo el objetivo para el cual fue solicitada.
4. Cuando en la entidad A es modificada la información ya sea editando la información previamente existente o agregando nueva información, esto se notifica a la entidad B también con un formato específico y previamente definido.
5. La entidad B da acuse de la notificación de modificación e integra la nueva información a su base de datos realizando permanentemente el cambio a la información del paciente.

El formato de los mensajes de solicitud de información y modificación se definiría previamente respecto al tipo de información requerida por cada una de estas instrucciones y la manera en que es enviada dicha información.

La comunicación entre los actores se realizaría a través de la web utilizando mensajes cifrados, esto con el fin de no requerir infraestructura extra y no comprometer la seguridad de la información.

El orquestador basara el proceso de coordinación de participantes del ecosistema principalmente en la interacción a través de normas y estándares. Aunque este es principalmente el enfoque que se ha practicado hasta ahora, por el tipo de ecosistema se considera que continúa siendo una buena opción, aunque debiera ponerse especial atención al cumplimiento de dicha norma y a que su aplicabilidad sea realmente posible, acordes a la realidad de los actores involucrados.

Se plantea que, si bien la emisión de normas debe ser por los medios oficiales, es decir a través de normas oficiales mexicanas y guías de procedimientos, estas deberán redactarse a partir de acuerdos y consultas previamente realizadas y coordinadas por el orquestador con el fin de conocer la realidad de los actores y de esta manera establecer criterios alcanzables en la realidad. Entre los procedimientos que deben quedar perfectamente especificados se consideran:

- Protocolo de comunicación y trasmisión de información. Incluyendo los aspectos técnicos y legales.
- Estructura de datos en intercambio de información. Consideraciones técnicas y relación con datos reales tomados en procedimiento clínico.
- Procedimientos y formas de garantizar seguridad de información. Consideraciones técnicas, legales y procedimientos para acceso, resguardo y compartición de información de usuarios.
- Delimitación de responsabilidades en manejo de información personal, de acuerdo a las leyes vigentes. Aunque previamente se ha mencionado estos aspectos se hace énfasis en su inclusión.

Respecto a la apertura del ecosistema hacia nuevos actores. Se considera que esta apertura debiera fomentarse con el fin de aumentar al número de elementos conformantes del ecosistema y establecer una diversidad suficiente para asegurar la salud del ecosistema. La llegada de nuevos actores partiría del beneficio que les reporte su participación en el ecosistema y de la facilidad para su incursión. Respecto al beneficio, la generación de valor se tratará con detalle en la estructura de negocio, no obstante, este es uno de los aspectos principales a tener en cuenta en el desarrollo del ES. Sobre la facilidad para la inclusión de actores, en las normas y protocolos a emitir se incluiría detalladamente los procedimientos y forma de lograr dicha incursión.

Actor	Rol	Contribución
Dirección General de Información en Salud	Orquestador	Gestiona publicación y difusión de normas y estándares que regulen el funcionamiento del ecosistema. Gestiona incentivos destinados a fomentar el desarrollo del ECE entre las instituciones de salud.
<ul style="list-style-type: none"> • CENETEC, • Departamentos de informática de las instituciones de salud, • Universidades y centros de 	Nicho	Pueden agregar funcionalidad al ecosistema planteando nuevas soluciones y procedimientos para explotar datos del ECE.

investigación que trabajen en la materia.		
Cualquier empresa que desarrolle soluciones para el ECE.	Actor externo	Desarrollan aplicaciones que exploten los datos del ECE de acuerdo a criterios y estándares emitidos por el orquestador.
Las mismas empresas que desarrollaron los sistemas o tiendas especializadas o en línea en el caso de sw comercial.	Vendedor	Distribuye las soluciones entre los usuarios finales, bajo esquemas de generación de valor permitidos por el orquestador.
IMSS, ISSSTE, SEDENA, PEMEX, Secretarías de Salud estatales, hospitales privados y cualquier institución de salud pública, privada o laboratorios de análisis clínicos.	Usuario final	Realiza proceso de captura, explotación, almacenamiento e intercambio de información. Mantienen a resguardo la información de los pacientes y establecen la infraestructura para garantizar su adecuado manejo y preservación.
Observatorio ciudadano	Actor externo	Verificar el buen uso de los datos personales. Agregar transparencia a la generación y uso de recursos económicos. Generar propuestas sobre necesidades que pueden resolverse con la automatización de procesos, a nivel hospitalario, institucional o nacional.

Tabla 32. Mapeo de actores del SECO del ECE

Relación de A1 (vertical a A2 (horizontal))	DGIS	Nicho	Actor externo	Vendedor	Usuario final
DGIS		Invita a generar propuestas de valor. Certifica contribuciones realizadas	Certifica soluciones. Emite estándares protocolos y normas para generación de soluciones	-----	Realiza seguimiento general de ecosistema desde la perspectiva de usuario final
Nicho	Acata señalamientos de propuestas de valor. Siguiendo procedimiento de certificación		Consulta soluciones desarrolladas para realizar nuevas propuestas de valor	Establece vínculos para conocer situación de mercado	Conoce requisitos, necesidades y percepción del ecosistema.
Actor externo	Conoce reglamentación y estándares emitidos.	Contribuye con información sobre novedades en soluciones		Detalla funcionalidad de soluciones. Establece vínculos	Da seguimiento a soluciones implementadas referente a

	Conoce procedimiento de certificación y lo sigue	desarrolladas		para conocer mejor necesidades de mercado	satisfacción de cliente y cumplimiento de estándares
Vendedor	-----	Establece alianzas para obtener mejores beneficios en distribución de soluciones	Adquiere productos para su distribución en el mercado		Distribuye productos. Realiza instalación y primer seguimiento de productos
Usuario final	Contribuye en retroalimentación referente a entandares	Manifiesta percepción de ecosistema	Manifiesta percepción de productos desarrollados	Adquiere soluciones. Se informa sobre capacidades reales y alcances de propuesta de valor	

Tabla 33. Mapeo de interacciones entre actores del SECO del ECE

A partir de las entrevistas realizadas se percibe que uno de los grandes problemas en el proceso de desarrollo y adopción del ECE radica en la voluntad de los involucrados y no en la carencia de recursos tecnológicos o económicos como a veces se supone. De esta forma, la estrategia del orquestador debería consistir principalmente en establecer canales de negociación y comunicación para conocer los intereses y necesidades de los actores y poder establecer una agenda de participación activa de los mismos en el proceso de adopción del ECE.

Para lograr esto el orquestador debería tener un acercamiento con los actores, conocerlos a fondo y poder determinar, si es que no es explicito, cual es la generación de valor importante para cada actor. De esta manera sería recomendable se buscará maximizar dicha generación de valor para que los actores participaran de manera interesada en los procesos de adopción del ECE en sus instituciones. Aunque podría resultar difícil conciliar los intereses de todos los actores, esto no tendría por qué resultar en un problema mayor, ya que de antemano es de esperarse que no todos los intereses sean compatibles, por lo tanto resultaría conveniente buscar la conciliación de generación de valor del mayor número de actores pero verificando que estos no perjudiquen los mecanismos de generación de valor de otros actores, es decir, buscar la “democratización” de la generación de valor en el sentido del beneficio de la mayoría.

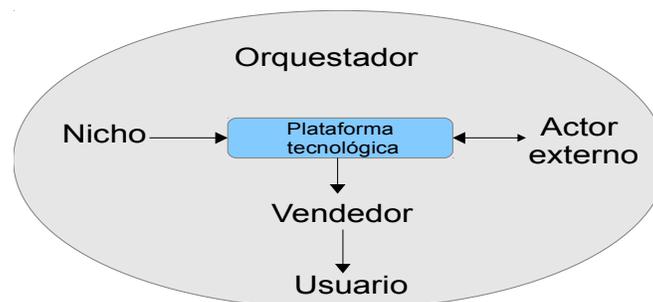


Figura 17: Relaciones entre actores del ecosistema.

Respecto a la pertenencia al sector público o privado, que tendría cada uno de los tipos de actores, el orquestador es un actor del sector público, los nichos, actores externos, vendedores y usuarios podrían ser públicos o privados, y de hecho para que el ecosistema tuviera diversidad deberían existir actores de los dos ámbitos, no existe restricción al sector en el cual deberían estar. De esta forma el estado, el sector público debe proveer la infraestructura crítica necesaria para la plataforma tecnología, emitir normatividad, protocolos y reglamentos para operación del ECE en el SNS tanto en el ámbito individual como en un posible intercambio de información. Los nichos también pueden pertenecer al sector público, a través de departamentos de informática de instituciones de salud o equipos de investigación de instituciones educativas o al sector privado a través de empresas desarrolladores de software.

De igual forma, en los actores externos puede existir presencia del sector público a través de grupos de investigación, organismos que observen o midan el desarrollo de los SIB o del sector privado con empresas que realicen estas tareas. Adicionalmente, en este grupo sería posible encontrar al sector social a través de su presencia en observatorios tecnológicos.

En cuanto a los vendedores, también es posible encontrar al sector público cuando las mismas instituciones que desarrollaron soluciones las comercialicen o del sector privado a través de integradores de soluciones, consultorias de software, los mismos creadores o intermediarios que solo comercialicen los productos generados.

Los usuarios, finalmente, también pueden ser públicos o privados ya que, en principio debería ser cualquier institución de salud un posible cliente.

Sector público	Sector privado
<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de proporcionar infraestructura necesaria para funcionamiento de ECE: energía eléctrica, conectividad a Internet, equipo de cómputo, etc. • Establece o regula la plataforma tecnológica del ECE y facilita componentes de software para la integración de soluciones desarrolladas por nichos. • Responsable de emitir normas para los usuarios del expediente tanto de operación como de desarrollo para la plataforma tecnológica • Encargado de fomentar investigación pública en temas relacionados con IB en sector académico y de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expandir la plataforma tecnológica desarrollando complementos y módulos a la misma de acuerdo a lineamientos establecidos. • Realizar nuevos desarrollos de acuerdo a normatividad impulsada por orquestador. • Observar desarrollo del ecosistema y realizar sugerencias cuando sean detectadas oportunidades de mejora. • Comercializar e integrar las soluciones brindadas por otros nichos hacia los clientes del ecosistema.

Tabla 34: Principales funciones de elementos pertenecientes al sector público y privado en el ecosistema del ECE.

Estructura de software

Debido a que el ecosistema estará basado en estándares no se buscará construir una plataforma común que pueda ser expandida por los demás miembros del ecosistema, no obstante, se considera la construcción de herramientas que faciliten la implementación de código que interactúe fácilmente con el resto del ecosistema a partir de los sistemas ya existentes y operando en algunas de las instituciones de salud.

La tabla 35 presenta un resumen de las herramientas que conformarían la estructura de software:

Elemento	Tipo	Descripción
Librerías de interoperabilidad	Interfaz de programación de aplicaciones (API)	La librería consiste en un conjunto de procedimientos que permitirían a las instituciones de salud implementar los métodos necesarios para acceder a la información del ECE. Las librerías son desarrolladas, directa o indirectamente, y mantenidas por el orquestador y deberían estar disponibles en los lenguajes de programación en que las instituciones de salud han desarrollado sus sistemas, sin que esto significara un problema.
Protocolo de comunicación	Protocolo de comunicación	Establece el flujo de información entre los actores en el proceso de intercambio de información tanto técnicamente como la manera en que la comunicación se organiza y el rol de cada uno de los actores en las situaciones que se puedan presentar.
Diseño de sistemas	Arquitectura	Detalla los requisitos técnicos de operación y seguridad que debería

de expediente interoperable.		implementar el sistema de ECE con el fin de garantizar la compatibilidad con el resto del ecosistema, de utilizar adecuadamente la API y facilitar el intercambio de información. Es un documento sobre todo técnico utilizado por los arquitectos e ingenieros en el procesos de planeación del ECE.
------------------------------	--	---

Tabla 35. Herramientas conformantes de la estructura de software

Librerías

Rutinas para:

- Búsqueda de usuario en instituciones de salud
- Generación de documentos de intercambio de información
- Solicitar envío de información de usuario
- Envío de documento de intercambio de información.
- Notificación de recepción de mensaje
- Notificación de modificación de información

Protocolo

- Establece el orden y procedimiento en los que los mensajes se enviaran, es decir el flujo de la información y los criterios de envío de mensajes.

Como resultado de la presente tesis respecto al fortalecimiento del ecosistema de software en lo correspondiente a la integración de los ECE en el SNS, se propuso en 2017 una arquitectura de software encaminada a esto ¹⁸⁰. En dicho trabajo se comentan las características que deben considerarse en los sistemas para lograr la integración. En el se puede consultar este trabajo.

Por otro lado, se considera que la tecnología “Blockchain” debe ser analizada con el fin determinar y proponer soluciones al proceso de integración de una manera que incluya un manejo distinto de los datos de los pacientes, tal como lo propone la práctica de dicha tecnología. Su uso a nivel internacional, está aún discutiéndose pero se cree que es capaz de brindar soluciones viables al intercambio de información en los ECE, por lo que es necesario fortalecer la investigación en este campo.

Estructura de negocio

Incentivos para actores

El principal incentivo es la generación de valor monetario, para los actores externos. Para la academia e instituciones civiles que se involucren lo será el obtener material para futuras investigaciones relacionadas.

Propuesta de valor: para actor y para ecosistema

Generación de valor. No se busca una novedad en la generación de valor en el aspecto económico. Los actores externos y vendedores obtendrán su ganancia por la renta o venta de su propuesta de solución a los usuarios finales. Para los actores de la sociedad civil y academia la

generación de valor se dará de forma indirecta con la explotación de información generada a partir de investigaciones que serían posibles por la existencia de registros siempre dentro del marco legal pertinente de utilización de información médica.

- Inclusión de actores. Para facilitar la inclusión de actores se propone lo siguiente:
 - Generación, por parte del orquestador, de una API que permita la generación fácil y homogénea de soluciones tecnológicas que se vayan a utilizar en alguna etapa de proceso de almacenamiento, intercambio o consulta de información.
 - Generación de estímulos por los procesos de integración al ecosistema del ECE dirigido a las instituciones de salud que cumplan con un conjunto de acciones previamente identificadas, tendientes a realmente ampliar la adopción del ECE en dichas instituciones.
 - Generación de estímulos a nichos cuando cumplan un conjunto de lineamientos tendientes al incremento de contribuciones al ecosistema bien sea por agregar ellos mismos funcionalidad al ecosistema o por facilitar que elementos externos lo hagan.
 - Simplificar al máximo los procedimientos burocráticos para unirse al SECO.
- Coordinación de miembros del ecosistema. La coordinación se podría ver auxiliada a partir de un esquema detallado sobre el tráfico y flujo de información entre las instituciones de salud. Un portal con la información disponible desagregada a diversos niveles según el perfil del usuario que lo consulte podría ser actualizado en tiempo real con información siempre actualizada sobre el intercambio de la información en salud. Es importante mencionar que esta es una herramienta auxiliar para la coordinación, la base de la adecuada coordinación partiría de la forma en que esta información es empleada.
- Abrir / extender infraestructura. La infraestructura se tendría que buscar extender a través de programas federales de impulso al gobierno digital, que los recursos se canalicen a las instituciones que lo requieran y así ayudar a su integración al ecosistema. O bien a través de un estímulo especial para incrementar la infraestructura informática hospitalaria, sin embargo, dadas las restricciones presupuestales actuales, esta opción se considera difícil.
- Involucrar actores. El involucramiento de los actores tiene dos vertientes:
 - por un lado, los actores ya establecidos a los que es necesario involucrar en la toma de decisiones y participación como entes activos en el ecosistema, esto se podría lograr a través del programa de estímulos por adopción y participación activa en el ECE.
 - Participación de nuevos actores los que se pueden interesar en participar en caso que la generación de valor sea posible para estos nuevos actores. Esta posibilidad parte de la igualdad en las reglas de competencia y posibilidad de desarrollo de productos, donde la única limitante sea el esfuerzo, experiencia y características del producto desarrollado que está en competencia con las demás propuestas existentes.

La estructura de negocio también incluye la utilización del modelo de negocio, cuyos componentes a su vez, son:

Socios clave. Este rubro incluiría a proveedores de infraestructura como almacenamiento online, internet, comunicaciones, etc. También a proveedores de licencias o equipo de cómputo con el que no

se cuenta pero que se tiene programado adquirir. También deberían considerarse, en caso que existan, empresas que se subcontratan para alguna etapa del proceso de desarrollo y adopción.

Actividades clave. Las actividades clave son consideradas aquellas que son procedimientos estandarizados y que es posible y conveniente automatizar por el número de veces que se repiten, así como aquellos procedimientos a partir de cuyo resultado se ejecutan otros más, es decir que son claves. Ejemplos de esto es generar documento de intercambio de información y buscar a pacientes en el SNS respectivamente.

Otra actividad clave es la capacitación al personal de salud, esta, sin embargo, no es clave para ser automatizada, pero si es una actividad necesaria para el proceso completo de operación adecuada del expediente.

Recursos clave. Se identifica como recursos clave aquellos indispensables para que el ECE pueda ser colocado, como un producto, a los clientes. Se identifica a los sistemas de comunicación, conexión a internet de servidores, servidores donde se almacena la información y equipo de cómputo como los recursos clave

Nuevamente, el recurso humano a través de personas capacitadas para explotar las capacidades del ECE es necesario para la adecuada utilización de la tecnología. De hecho, su adecuada presencia es fundamental en el proceso de operación del expediente.

Proposición de valor. Integración de los expedientes clínicos electrónicos existentes a través de la adopción de una arquitectura, estándares y con ayuda de una API que facilite el trabajo. El objetivo es facilitar la integración de los expedientes ya existentes en el SNS. Debido a que no existe un expediente único y se propone que el ecosistema sea basado en estándares, esto mismo sería la propuesta en el modelo de negocio: un estándar, arquitectura y API que, luego de haber determinado con exactitud las características de los expedientes de las diversas instituciones faciliten la integración de los actores al ecosistema del expediente clínico.

Relación con clientes. La relación se establecerá a partir del cumplimiento de los estándares y la utilización de la API. Se establecerían canales de comunicación aprovechando la tecnología de cómputo, a través de sitio web, correo electrónico, videotutoriales y cuentas en redes sociales para asesoría y resolución de dudas, además de una línea telefónica, videoayuda y asesoría presencial en caso de requerirse. El apoyo técnico de entendimiento con lo dictado por la norma se considera es a lo que se le debería dar la mayor importancia en la relación con los “clientes”.

Canales. Los canales de distribución serán:

Para la arquitectura. En el sitio web del orquestador, además de su difusión en foros especializados, así como en canales oficiales

Para el estándar. Por los canales oficiales en los que se notifica y publican las normas oficiales.

Para la API, el sitio web del orquestador, en “market place” de propietarios de sistemas operativos para dispositivos móviles que instalen software de esta forma y de manera presencial con la asesoría de personal capacitado.

Segmento de clientes. A quien está dirigido el ECE es a las instituciones de salud, todas en primera instancia con el fin de dar cumplimiento a la normatividad mexicana y bajo el principio de escalabilidad de los sistemas de información. Tanto privadas como públicas y desde clínicas pequeñas hasta instituciones nacionales. Además a laboratorios, farmacias y todos los negocios que participan en la procuración de salud a la población en el país incluyendo los mismos pacientes. Cada uno de estos clientes tendría acceso a cierta parte del producto final, precisamente, de acuerdo a su perfil. Prácticamente la totalidad de instituciones de salud y otros actores involucrados en la procuración de salud del SNS es un “cliente” potencial.

Flujo de ingresos. No se considera que habrá ingresos por la integración ya que no está contemplado cobrar a los clientes por la arquitectura y la API. Lo anterior con el fin de lograr mayor impacto en los clientes y sea más fácil adaptarse a este esquema. Sin embargo, de algún lugar tienen que obtenerse los recursos con los que operará el sistema. El medio natural es el presupuesto de la propia institución sin embargo, se busca que este no sea el principal medio de mantenimiento de este proyecto con el fin de no alterar y modificar el presupuesto de cada institución. Los recursos podrían fluir de un programa de impulso al ECE específicos, ya sea a nivel federal, estatal, o institucional. Otra variante es obtener recursos de los agentes externos interesados en ser parte del ecosistema. Según el tipo exacto de agente externo estaría interesado por ingresar. Se podría mencionar su producto a cambio de una paga. Este esquema debería garantizar que los intereses comerciales no estén encima del interés del usuario.

Estructura de costos. La estructura está determinada con exactitud por los gastos necesarios para generar el ECE, lo cual involucra los costos de los recursos, las actividades, las relaciones con los socios y en sí, propiamente el costo de generar la solución. En el caso de estudio, aunque es importante conocer los costos reales del proyecto, debido a la liberación de los estándares en forma gratuita no se percibe que sea una actividad fundamental el obtener un modelo de la estructura de costos, no obstante, es útil contar con esta herramienta.

Socios clave.	Actividades clave.	Proposición de valor.	Relación con clientes.	Segmento de clientes.
	Recursos claves		Canales.	
Estructura de costos.			Flujo de ingresos.	

Tabla 36. Bussiness Canvas Model

El ecosistema propuesto es un primer acercamiento hacia el establecimiento de un ecosistema de software del expediente clínico electrónico, si bien las estructuras presentadas están en construcción aún, las mismas muestran el panorama general del estado actual y una ruta hacia donde pueden dirigirse los esfuerzos para la implementación del expediente de acuerdo con el enfoque de ecosistemas de software.

Capítulo 6. Conclusiones

A lo largo del actual trabajo se ha presentado un panorama del ECE en el SNS mexicano, desde los aspectos teóricos necesarios para entender hasta las opiniones que han expresado profesionistas relacionados con el desarrollo o utilización del mismo. Gracias a esto ha sido posible identificar y agrupar a los actores conformantes del SECO en tres rubros: a) elemento tecnológico, b) normatividad y c) elemento humano.

Se plantearon objetivos específicos para la tesis al inicio de la misma. A continuación se mencionará lo que se concluye en cada uno de estos puntos.

Describir las características del expediente clínico electrónico utilizado en diversas instituciones del sistema nacional de salud.

Se planteó, inicialmente, el objetivo de investigar y determinar las características de los expedientes utilizados en diversas instituciones de salud, al comenzar a realizar la investigación se observó y determinó que si bien las características del expediente son importantes y por supuesto que necesitan ser estudiadas, lo es más la interacción entre los actores que participan en el desarrollo y operación del mismo, así que debido a cuestión de tiempo y acceso a la información técnica de los expedientes se optó por dejar un estudio completo sobre este punto pendiente y concentrar los esfuerzos en las relaciones entre los actores del ecosistema.

Determinar el estado de avance en las etapas de desarrollo y adopción del expediente clínico electrónico en el sistema nacional de salud.

El avance en la implementación del ECE en las secretarías de salud de las entidades federativas, fue reportado en el capítulo 2. En este objetivo, se determinó que, nuevamente, por sí mismo, requiere trabajo y tiempo para su satisfactoria conclusión. Debido a esto, se quedó con los resultados que se encontraron en la literatura sobre este aspecto.

Encontrar elementos comunes en los ecosistemas existentes a partir de los cuales se puedan proponer estrategias de desarrollo y operación replicables.

En el análisis de los ecosistemas particulares que se realizó se pudieron determinar las siguientes situaciones presentes en más de un caso por lo que a partir de estas, se pueden proponer estrategias para solventarlas. Los elementos están clasificados en los rubros de: elemento tecnológico, factor humano y normatividad.

Elemento tecnológico

La infraestructura se considera que es insuficiente, específicamente el equipo de cómputo y conexión adecuada a Internet no son satisfactorios.

Respecto a los sistemas de informática biomédica, cuando se desarrollan nuevos sistemas que vendrán a sustituir otros anteriores, resulta necesario recuperar la información ya almacenada en los sistemas existente, como se hace en otros sistemas de salud. Esta información se debería recuperar de forma automatizada, sin que exista ninguna necesidad de solicitarla al personal médico o a los pacientes. Esto se puede lograr a través de un sistema de “Extracción, transformación y carga (ETL)” específico para cada uno de los sistemas que se sustituirán. Esta solución tecnológica ya se utiliza en el trabajo con expedientes electrónicos en otros sistemas de salud ^{184 -186} y podría profundizarse en su estudio e implementación para el caso de México. Un sistema así, debería funcionar previo a la utilización de los nuevos sistemas o incluso durante la operación cotidiana.

Se observa una mayor presencia de la IB en el tercer nivel de atención sin embargo se considera que es en el primer nivel donde se requiere y tendría mayor impacto en la población, por lo que se debe incrementar el número de sistemas operando en este nivel. El hecho de que ocurra lo anterior se ha explicado por la carencia de infraestructura en el primer nivel y por el hecho de que a mayor número de clínicas, más costo en la integración de los SIB en este nivel.

Los SIB actualmente se enfocan más a la generación de reportes, apenas empiezan a incluir herramientas para análisis de información. Estas posibilidades son poco conocidas entre el personal de salud por lo que resulta necesario entender y explicar los beneficios y oportunidades que llevaría el análisis de los datos en salud así como empezar a diseñar sistemas que permitan esta tarea. Lo anterior se debe explicar a profundidad al personal de salud y administrativo. El uso de los expedientes electrónicos en el análisis de información es un tópico que se ha estudiado a nivel mundial y que se realiza ya en otras latitudes y cuya investigación aún se requiere proseguir ¹⁸⁷⁻¹⁹².

Factor humano

Existe desconocimiento, por parte del personal de salud, de los sistemas informáticos instalados en sus instituciones así como de sus capacidades y beneficios que pueden obtener de los mismos en el desarrollo de sus labores. Este desconocimiento es resultado de la poca difusión de dichos sistemas por parte de los puestos directivos como del escaso interés del personal de salud. Este desinterés, sin embargo, no es gratuito, sino que es fortalecido por la poca consulta y consideración de necesidades del personal de salud en el diseño y operación de dichos sistemas. En ocasiones los sistemas y sus características llegan a ser percibidos como una imposición de la dirección general y no como herramientas de beneficio para su trabajo y el SNS en si.

Por otro lado, la cuestión política también esta presente. La diferencia de partido político gobernante en los niveles federal, estatal o sectorial ha afectado el desarrollo de la IB debido a cuestiones de falta de colaboración entre los mismos. En este mismo sentido, los jefes de área jurídica, sistemas y personal médico no siempre persiguen el mismo objetivo en todos los casos, por lo que no se observa una alineación, no entienden lo que la otra persona busca y no es fácil lograr coordinación y el alcance de objetivos en beneficio de la institución y los pacientes.

Normatividad

En el aspecto de normatividad, se detecta que, falta liderazgo en la secretaría de salud federal lo cual es manifiesto en la inexistencia de alguna institución que este dedicada a la coordinación de la IB, ya que aunque hay algunos organismos que actualmente cubren ciertos aspectos, como CENETEC, aún se considera necesario un organismo específico para tal fin.

La normatividad no siempre es conocida por desarrolladores, emprendedores o en general por el personal que se encarga de la creación de SIB, de hecho ni por el mismo personal médico es bien conocida o comprendida como sería deseable. Además de lo anterior, cuando la normatividad no se cumple, hablando de la referente a los SIB, no existe sanción en todos los casos por lo que no se fomenta su cumplimiento.

La misma regulación, presumiblemente de manera no intencionada, no permite que se alcance un nivel de informatización del 100% del SNS, sobre todo en lo referente al uso de la firma electrónica y firma convencional, sus limitaciones y documentos soporte que las instituciones de salud deben tener. Además, en ocasiones, se solicita en reglamentos, que los hospitales cuentan con infraestructura o recursos materiales que no siempre están presentes en las instituciones. Trabajos de investigación del tema han comenzado a establecer ya lo que podría mejorarse en esta materia a nivel nacional⁹⁰ o en el ámbito internacional en temas de seguridad y manejo de la información principalmente^{193 - 195}.

Generar estrategias y recomendaciones para los actores que fortalezcan el ecosistema de software del expediente clínico electrónico.

Elemento tecnológico

La falta de recursos financieros para adoptar un sistema ECE, puede tratarse buscando implementar un expediente modular. Esto ha resultado adecuado en instituciones con recursos limitados ya que es posible ir agregando módulos según como se tengan recursos y de acuerdo a las necesidades que se quieran cubrir. Tanto instituciones de salud como desarrolladores podrían tener en cuenta lo anterior para pedir y ofrecer productos con estas características. Se podría explorar la factibilidad de generar un ECE básico en la SS, que pueda ser “regalado” a las instituciones de salud que cumpla con un mínimo de funciones y tenga la información básica necesaria y que pueda ser expandido con módulos extras desarrollados por empresas interesadas en el tema. De esta manera, las instituciones pueden expandir el ECE de acuerdo a sus capacidades y necesidades a la vez que se fomenta el desarrollo y fortalece el ecosistema de software del expediente.

Para tener un conocimiento vigente sobre el avance del ECE en México, se debería medir el proceso de implantación del ECE en las instituciones de salud del país en forma sistemática y, a fin de obtener información, desde la SS ya que hasta ahora la información que existe esta dispersa o incompleta.

Factor humano

Se deben superar problemas como: falta de comunicación entre actores del ecosistema. Esto no es fácil ni mucho menos se puede dar una “receta” para lograrlo sin embargo, es detectado como una parte fundamental para la integración del ecosistema. Para lograr una mejor comunicación se deben abrir canales adecuados y mecanismos que permitan la comunicación, esto se ve más como un problema de voluntad que técnico o legal, además que es necesario establecer una terminología común que facilite el entendimiento entre los actores ¹⁹⁶

Los desarrolladores no siempre dan seguimiento de estándares internacionales o bien, se emplean protocolos propietarios en los desarrollos. El empleo de protocolos propietarios y no seguimiento a estándares internacionales se trata con aspectos normativos y sancionando el no cumplimiento de la misma y sobre todo, informando a los desarrolladores y usuarios actuales, los beneficios de la adopción de estándares internacionales ¹⁹⁷.

La capacitación al personal de salud en alfabetización tecnológica es fundamental y necesaria en cualquier proyecto que pretenda instalar SIB. Se debe considerar el tiempo y recursos a invertir en este rubro.

Es recomendable la presencia de auditores externos en proyectos como el ECE, especialmente de aquellos que financian el desarrollo ya que pueden comunicar a otros actores las bondades y necesidades del ECE en las instituciones de salud.

Un interlocutor en el proyecto puede servir de intermediario entre todas las partes participantes. Dicho interlocutor debería conocer todas las áreas involucradas para tener la capacidad de comunicar y resolver efectivamente cualquier inquietud o duda..

Para la formación de los futuros investigadores y creación de grupos de investigación interesados en tópicos de IB, se considera necesaria la creación de un posgrado en el cual los interesados puedan recibir educación formal en esta materia, además de que sea el lugar donde se comiencen a gestar proyectos de investigación. Este posgrado aunque es competencia de las instituciones educativas, también puede ser apoyado desde instancias federales para facilitar su desarrollo. Diversos trabajos en la literatura comentan la relación entre el ECE y la educación ^{198 -200}.

Se debe explorar la creación de un observatorio ciudadano que participe en los procesos de desarrollo y adopción de SIB en general y el ECE en particular. Aspectos como la seguridad de los datos de los ciudadanos, uso adecuado de los mismos, participación de entidades privadas con acceso a datos personales, manejo de fondos y agenda de desarrollo de SIB deben tomar en cuenta a la sociedad civil y esta debe tener un papel más activo en la atención a su salud.

Se debe buscar la reactivación o generación de una asociación donde participen los desarrolladores de tecnología de ECE, instituciones de salud, académicos, sociedad civil, entidades regulares o cualquier otra persona interesada en el desarrollo de los SIB. En este foro plantea exista intercambio de ideas, experiencias, definición de proyectos y en general cualquier discusión que involucre a los SIB. Actualmente existe la Asociación Mexicana de Informática Médica, AMIM, sin

embargo no fue posible establecer comunicación con ellos y conocer su perspectiva.

Normatividad

Es necesario crear mecanismos para dar a conocer su importancia, repercusiones y sanciones entre las personas encargadas de desarrollar los sistemas informáticos en primer lugar y entre los usuarios también.

Los incentivos económicos pueden funcionar como estímulos para la adopción de ECE. Estos estímulos estarían dirigidos a las instituciones de salud, públicas o privadas, que se interesaran en el proceso de adopción. Estos estímulos se pueden dar como disminuciones de cargas tributarias o en programas que recursos financieros, materiales o inclusive humanos a las instituciones de salud que generen programas para los procesos de desarrollo del ECE.

La legislación debe actualizarse acorde a los avances tecnológicos que la afecten, de otra forma no existen incentivos para poder alcanzar niveles más altos de informatización del sector salud.

Se debe de incrementar la investigación en IB en el país. Para esto, se deben generar programas de apoyo a estas líneas de investigación a fin de incrementar el número de investigadores interesados en esta temática. Corresponde a las instituciones de educación abrir espacios para profesionistas en esta área e incrementar de esta manera la masa crítica en el área que permita se retroalimente el interés en tópicos de IB.

La normatividad que regula los SIB, a fin de que sea útil para los involucrados, debe incluir una parte dirigida al personal de salud, en donde se mencione la información requerida, tiempos y formas de entrega y utilidad de la misma y otra cuyo objetivo sean los desarrolladores y que mencionen los aspectos técnicos con que deben cumplir los sistemas para generar datos útiles para las instancias que los solicitan.

Proponer una plataforma tecnológica que coadyuve al fortalecimiento del ecosistema del expediente clínico electrónico.

Se concluye que una plataforma tecnológica por si sola no puede ayudar al fortalecimiento del ecosistema ya que es necesario el fortalecimiento como tal, del mismo en todos sus aspectos no solo uno, ya que de ocurrir esto, se estaría nuevamente, abordando solamente un aspecto. En etapas iniciales del trabajo, se propusieron ideas que permitirían apoyar el intercambio de información en un sistema de salud como el mexicano y aunque estas ideas se consideran adecuadas, y luego del desarrollo del trabajo, no son suficientes por si solas para el desarrollo del ecosistema por lo que se optó por tratar de entender mejor todos los aspectos y no solo el tecnológico. Las propuestas mencionadas fueron presentados en el Congreso de Tecnología Humanitaria Mexicana (MHTC) y se publicaron en las memorias del mismo (Anexo VI).

En el desarrollo del trabajo se presentaron limitaciones que restringieron el mismo. La más importante fue el acceso a la información en las instituciones de salud ya que fue limitado, no se pudo tener un acceso a un conjunto más amplio de instituciones ya que no fue aceptada la propuesta de

trabajo o bien no hubo respuesta de dichas instituciones a la petición de información. En otros casos, aunque se logro tener acceso, los responsables de brindar información no se mostraron abiertos a compartirla y esta fue limitada.

Otra limitación presente fue la variedad de instituciones de las que se obtuvo información, predominaron los hospitales de la Ciudad de México y personal médico laborando en la misma ciudad.

Aunque se busco contactar con la AMIM en repetidas ocasiones y por diversos medios no fue posible establecer contacto alguno. Con investigadores con trabajos publicados y reportados en esta tesis tampoco fue posible establecer comunicación.

La mayoría de las opiniones, coincide en que el elemento tecnológico es una importante carencia actual en el SNS que sin embargo, podría “fácilmente” ser subsanado ya que sería necesario solo capital para construir y dotar a las instituciones de salud de los elementos tecnológicos de los que actualmente no dispone. La disponibilidad de recursos financieros, para adquirir la infraestructura, por supuesto no es trivial pero se considera es posible acceder más fácilmente que los otros rubros.

Respecto al elemento regulatorio también hubo distintas posiciones sobre el grado de avance de un marco legal del ECE ya que hubo actores del ecosistema opinan que el marco regulatorio actual es suficiente y adecuado mientras que otros no lo consideran así e indican que este es uno de los aspectos a fortalecer.

En cuanto al elemento humano, los actores coinciden en que es el elemento más importante en el ecosistema ya que son los usuarios finales de los sistemas, además de los proveedores de la información. En México el factor humano es aún insuficiente, tanto en el nivel de personal de salud como de desarrolladores de tecnología en informática biomédica. Nuevamente, una oportunidad se encuentra disponible en este aspecto a fin de fortalecer el ecosistema de software.

Entre las características del ecosistema actual del ECE sobresale el hecho de que no esta conformado, o no se percibe como tal, un ecosistema nacional único y mucho menos existe un consenso entre los actores de qué es, qué debería hacer y porqué sería bueno, o no, la existencia explicita y conocida de dicho ecosistema.

La construcción y fortalecimiento de un ecosistema de software del expediente clínico electrónico involucra acciones de todos los actores bien sea con la ejecución de acciones o con el fomento de relaciones con otros elementos pertenecientes a dicho ecosistema. Estas acciones, podrían no haber sido realizadas antes por desconocimiento o por falta de voluntad. Cuando esto ocurre por desconocimiento es que un trabajo como el presente puede servir para orientar sobre las acciones a seguir con tal de lograr el objetivo.

Se han presentado diversos aspectos donde es necesario profundizar en investigación para proponer soluciones adecuadas al contexto nacional. En este trabajo se busco precisamente eso, el establecer la dirección hacia la cual es necesario enfocar los esfuerzos próximos en el área de informática médica en general y en especial del ECE. Por otro lado se considera que la recapitulación de los elementos que rodean al expediente y que existe hasta el momento, es también una aportación

valiosa ya que puede servir como punto de inicio para futuras investigaciones en alguno de dichos aspectos.

Resaltan algunas líneas hacia donde se considera especialmente importante dirigir las próximas investigaciones y ahondar para fortalecer el ecosistema. Una es la relacionada a la inclusión de tópicos de informática médica en los planes de estudio de las carreras de medicina y la creación de un posgrado en la materia. El establecer una política nacional de impulso a la informática biomédica a través de la creación o designación de un organismo que dirija esta área así como los impulsos que desde esta institución se puedan realizar para fomentar el ECE es otra área de interés. La propuesta de mecanismos en los cuales las instituciones de salud cumplan voluntariamente con la normatividad en materia de sistemas de información es otra más y aspectos tecnológicos, como blockchain para el ECE, cuya aplicación en la salud es un tema que esta en pleno desarrollo ²⁰¹⁻²⁰⁶.

No se debe olvidar que los sistemas de informática biomédica tienen como fin último, de forma directa o indirecta, lograr una mejor atención al paciente. Por ello resulta necesario remarcar en este capítulo cuales son los beneficios que tiene en los pacientes la utilización del ECE y que se han reportado en la literatura científica ¹⁸¹⁻¹⁸³.

- La legibilidad de los tratamientos y medicamentos prescritos es uno de los beneficios que tiene para los pacientes el uso de un ECE.
- La verificación automática de medicamentos prescritos es otra ventaja del expediente electrónico, al ser posible que el sistema detecte incompatibilidad entre medicamentos, alergias u otra situación que pueda dañar al paciente.
- El almacenamiento de estudios y por lo tanto el evitar duplicarlos con su respectiva pérdida de tiempo y recursos es otra de las ventajas claras para los pacientes.
- El empoderamiento del paciente y el incremento en su participación en el cuidado de la salud es otra ventaja que el ECE presenta. Los pacientes podrían decidir con quien y que información están dispuestos a compartir y con sistemas más amplios el mismo paciente podría ser capaz de tener una mayor información sobre su estado de salud.
- La información que pueda contener el ECE permitiría, al tener un registro de males y enfermedades previos, lograr un mejor diagnóstico.
- Los resultados de estudios de laboratorio están disponibles y se puede detectar fácilmente algún valor anormal y actuar en consecuencia.
- Se facilita la comunicación entre paciente y médico, o al menos está es más accesible.

Dos de los aspectos que se ha medido como indicador del funcionamiento adecuado de un sistema de salud es la expectativa de vida de la población de un país y el gasto que se realiza en dicha sociedad en materia de salud. En este rubro, resulta interesante hacer notar el caso de Estados Unidos que aún cuando tiene uno de los mayores gastos en salud, en términos de porcentaje de PIB y si bien, la expectativa de vida de su población es alta, no es mayor que otros países que tienen incluso un gasto menor en salud. Lo anterior lo refleja un ejercicio comparativo ²⁰⁷ de datos de países miembros de la OCDE. En dicho análisis se resalta el caso de Estados Unidos e Israel. Se indica que los Estados Unidos, en 2013 tenían una esperanza de vida de 78.9 años, mientras que en Israel era de 82 años. En cuanto al porcentaje de PIB destinado a salud en Estados Unidos se destinó 17.4% mientras que en Israel el 7.81%. Aunque existen diversos factores que influyen en la diferencia entre el gasto ejercido

en salud y la esperanza de vida, en el caso de Israel, un reporte del Observatorio Europeo de Políticas y Sistemas de Salud ²⁰⁸ indica como factor del buen desempeño de su sistema de salud la existencia en las instituciones de salud del país de sofisticados sistemas de información que incluyen expedientes clínicos electrónicos y datos de niveles de actividad, servicios brindados y calidad de atención. Además indican que existen sistemas para compartir datos entre proveedores y registros nacionales para condiciones como cáncer, diabetes y enfermedades infecciosas. Habría que tener más elementos para establecer una correlación directa y cuantitativa entre la utilización de ECE's e intercambio de información, gasto en salud y calidad de vida de la población, pero parece ser que habría datos sobre el beneficio para la población de la utilización adecuada del expediente clínico electrónico y su esperanza de vida.

En el presente trabajo se presentó una primera descripción integradora del ecosistema del ECE y se realizaron algunas propuestas, es importante, sin embargo, tener en cuenta que las propuestas concretas tecnológicas deben tener en cuenta los avances que son ya una realidad en el desarrollo de sistemas informáticos actualmente y que no se pueden ignorar, de esta manera el “Big Data”, el uso de inteligencia artificial, la tecnología blockchain y el almacenamiento y procesamiento “en la nube” deben ser tomados en soluciones concretas. No era el objetivo de esta tesis determinar las tecnologías exactas a utilizar pero es importante no olvidarlas ²⁰⁹.

En el umbral de un cambio de gobierno y tal vez de forma de régimen, frente a los cambios en el esquema del SNS que ya han sido anunciados y se comienzan a instrumentar, ante una diversidad de problemas en salud que aquejan a los mexicanos y con la posibilidad y necesidad de modificar y adecuar al presente el esquema del sistema nacional de salud, los estudios que aporten conocimiento sobre como ha funcionado alguno de los aspectos del ejercicio de la salud pública en el país y propongan cambios pueden ser valiosos y deberían ser tomados en cuenta. El presente trabajo, considero, se enmarca en este ámbito ya que presenta un panorama sobre el expediente clínico que si bien, ha sido ampliamente documentado en el mundo, en México se ha hecho poca investigación sobre el tema.

Anexos

Acrónimos y abreviaturas

ACM	Association for Computing Machinery
AMIA	American Medical Informatics Association
ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
API	Interfaz de programación de aplicaciones (application programming interface)
CENETEC	Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud
CDA	Clinical Document Architecture
CDR	Clinical data repository
CLUES	Clave única de establecimiento de salud
CINVESTAV	Centro de Investigación y Estudios Avanzados
CMR	Computerized medical record
CNPSS	Comisión Nacional de Protección Social en Salud.
CNSF	Comisión Nacional de Seguros y Finanzas.
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAPO	Consejo Nacional de Población
Cos	Comunidades saludables
CS	Caravanas de salud
CGS	Consejo de Salubridad General
CPR	Computerized patient record
DeCS	Descriptor en Ciencias de la Salud
DF	Distrito Federal
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
DGED	Dirección General de Evaluación del Desempeño
DGIS	Dirección General de Información en Salud
DMR	Digital medical record
ECE	Expediente clínico electrónico

ECR	Electronic client record
EDN	Estrategía Digital Nacional
EGDI	E-Government Development Index
EHCR	Electronic health care record
EHR	Electronic Health Record
EMR	Electronic Medical Record
EPR	Electronic Patient Record
ES	Ecosistema de software
HIMSS	Healthcare Information and Management Systems Society
HITECH Act	Health Information Technology for Economic and Clinical Health Act
HL7	Health Level Seven
IB	Informática biomédica
ICEHR	Electronic health record for integrated care
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
IMSS.	Instituto Mexicano del Seguro Social
IMSS-O	Programa Instituto Mexicano del Seguro Social Oportunidades
IoM	Institute of Medicine
IPN	Instituto Politécnico Nacional
ISES	Instituciones de Seguros Especializadas en Salud.
ISO	International Organization for Standardization
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
LGS	Ley General de Salud
NAHIT	National Alliance for Health Information Technology
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NEHTA	National e-Health Transition Authority
NHS	National Health System
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OMS	Organización Mundial de la Salud

ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAHO	Panamerican Health Organization, <i>ver OPS</i>
PCEHR	Registro electrónico de salud personalmente controlado
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PHR	Personal health record
PIB	Producto interno bruto
PNPC	Programa nacional de posgrados de calidad
R12	Ramo 12 (salud)
RES	Registro electrónico en salud
RHIO	Regional Health Information Organization
RNC	Registro Nacional de Cáncer
RHNM	Registro Histopatológico de Neoplasias Malignas
SECO	Software ecosystem
SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional
SEMAR	Secretaría de Marina
SESA	Servicios Estatales de Salud
SIB	Sistema de informática biomédica
SNS	Sistema nacional de salud
SINAIS	Sistema Nacional de Información en Salud
SIRES	Sistema de Información de Registro Electrónico para la Salud
SIS	Sistemas de información en salud
SPS	Seguro popular de salud
SSA	Secretaría de Salud, <i>ver SS</i>
SS	Secretaría de Salud
TI	Tecnologías de la información
TIC	Tecnología de Información y Comunicaciones
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
VHR	virtual health record
WHO	World Health Organization, <i>ver OMS</i>
WoS	Web of science

Anexo I. Sistemas de información en salud en México

Sistema	Creador	Descripción	Mejora /limitante	Referencia
Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES)	DGIS	Integrar la información de los establecimientos destinados al Sector Salud a nivel nacional que permita conocer su ubicación, Sector e Instituciones de pertenencia, así como tipo de establecimiento.	Garantizar la actualización de los datos asociados a los establecimientos ya registrados, al depender del solicitante	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_clues.html
Subsistema de Lesiones y Causas de Violencia (LESIONES Y VIOLENCIA)	DGIS	Generar información de la atención por lesiones y violencia, brindada por las unidades médicas, que permita evaluar la situación de la salud y la demanda de atención por causas externas, para la administración y planeación de los servicios de salud.	Homologar plazos de acopio e información captada con las instituciones del SNS.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_lesiones.html
Padrón General de Salud (PGS)	DGIS	Integrar la información básica referente a las personas que interactúan con el sector salud en México (afiliados, usuarios, profesionales de la salud, etc.) Enfocado a mantener su identidad única y las referencias con las diferentes Instituciones del Sector.	Beneficiarios sin CURP. Inclusión de padecimientos específicos y variables adicionales Interoperabilidad con otros subsistemas del SINAIS.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_pgs.html
Subsistema Automatizado de Egresos Hospitalarios (SAEH)	DGIS	Generar la información de la atención brindada durante la estancia del paciente en el área de Hospitalización, que permita evaluar la situación de la salud y la demanda de atención hospitalaria, para la administración y planeación de los servicios de salud.	Homologar plazos de acopio Información captada con las instituciones del SNS.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_sae.html
Subsistema Epidemiológico y Estadístico de Defunciones (SEED)	DGIS	Integrar información de mortalidad del país con la oportunidad y calidad que el sector salud requiere, a fin de constituir un marco para la vigilancia epidemiológica y evaluación de los servicios, así como apoyar en la consolidación de la estadística oficial.	Subregistro importante para muertes fetales.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_seed.html
Subsistema de Cuentas en Salud a nivel federal y	DGIS	Integrar la información de los recursos financieros, públicos y privados, que se invierten y	Integración de información en formato Excel, lo que amplía los tiempos de recepción, validación e	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_sicuentas

estatal (SICUENTAS)		consumen en la producción de salud. Genera información sobre los flujos financieros y crea la información necesaria para el análisis del gasto en salud, contribuyendo con insumos para la evaluación del desempeño del sistema de salud y la rendición de cuentas.	integración de la información.	html
Subsistema de Información sobre Nacimientos (SINAC)	de DGIS	Integrar información de los nacidos vivos ocurridos en el país y de las condiciones de su nacimiento, a fin de apoyar la protección de los derechos de los niños y la planeación, asignación de recursos y evaluación de los programas dirigidos a la población materno-infantil.	Captación de nacidos vivos con nacimiento ocurrido fuera de la unidad médica.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_sinac.html
Subsistema de Información de Equipamiento, Recursos Humanos e Infraestructura para la Salud (SINERHIAS)	de DGIS	Integrar información respecto al equipo médico, recursos humanos, físicos y materiales funcionales con los que cuentan las unidades médicas en operación.	La estructura informática de la herramienta, la cual está integrada por más de 15 mil tablas y no cuenta con validadores de registro, dificultando su actualización y manejo de Base de Datos.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_sinerhias.html
Subsistema de Prestación de Servicios (SIS)	de DGIS	Generar la información de los servicios otorgados en las unidades médicas de la Secretaría de Salud, que proporcione los insumos para la administración y planeación de los servicios de salud.	Homologar plazos de acopio e información captada con las instituciones del SNS. Optimizar las variables y el acopio de la información.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_sis.html
Subsistema Automatizado de Urgencias Médicas (URGENCIAS)	DGIS	Generar información de la atención brindada durante la estancia del paciente en el área de Urgencias, que permita evaluar la situación de la salud y la demanda de atención en admisión continua, para la administración y planeación de los servicios de salud.	Homologar plazos de acopio. Información captada con las instituciones del SNS.	http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_urgencias.html
POBLACIÓN Y COBERTURA	DGIS	Concentra información de población en cuanto a volumen, estructura y distribución en el territorio nacional (CONAPO) así como datos de la población derechohabiente, no derechohabiente, afiliada por institución y con seguro médico privado.		

<p>Sistema Nominal en Salud. SINOS</p>	<p>CNPS S</p>	<p>Estrategia de prevención creada con la finalidad de detectar oportunamente aquellos padecimientos que pueden poner en riesgo la salud de cada uno de los afiliados al Seguro Popular y beneficiarios del Programa de Desarrollo Humano Oportunidades, en función de la edad, sexo y evento de vida.</p>	<p>http://saludzac.gob.mx/site/index.php/2015-06-10-15-45-13/2015-06-10-15-49-21/sistema-nominal-en-salud-sinos.html</p>
<p>Subsistema de Registro de Emergencias Obstétricas. SREO</p>	<p>de DGIS de</p>	<p>Mecanismo mediante el cual se cubre el compromiso de llevar un control de los eventos derivados de la operación del Convenio General de Colaboración Interinstitucional para la Atención de la Emergencia Obstétrica CGCIAEO, registrando la información de las pacientes atendidas, de los servicios requeridos o prestados y, en su caso, de las pacientes trasladadas o referidas, a fin de monitorear y dar seguimiento a cada uno de los mismos, y conservar elementos para evaluar la calidad, la cobertura y la oportunidad de la atención.</p>	<p>http://www.ccinshae.salud.gob.mx/descargas/Atencion_de_la_Emergencia_Obstetrica.pdf</p>

Table 37. Sistemas de Información en Salud en el Sistema Nacional de Salud en México. Elaboración propia

Anexo II. Programas federales en México de impulso a la adopción de las TIC

Programa	Origen	Descripción	Objetivo	Situación
Programa Precisa. 2000	Presidencia de la República	Puerta de acceso a toda la información generado por el gobierno federal. Luego migro a un directorio de dependencias federales con presencia en internet.	Fomentar transparencia de información federal.	No vigente
Estrategia para implementar e-gobierno. 2001	Oficina de la Presidencia	Promover una mayor eficiencia y efectividad en la gestión gubernamental, mediante la intensificación del uso de Internet como herramienta de trabajo dentro de las dependencias de la administración federal. Consistió de: a) creación de infraestructura tecnológica, b) administración del conocimiento y colaboración digital. c) Rediseño de procesos con tecnologías de información. d) Conformación de servicios y trámites electrónicos.	Sentar las bases para la incorporación de e-gobierno en el país.	No vigente
Sistema Nacional e-México, SNeM, 2002	Gobierno federal.	Política pública cuya finalidad fue la integración y articulación de los intereses de los distintos niveles de gobierno de diversas dependencias públicas a nivel nacional, de los operadores de redes de telecomunicaciones, de organizaciones públicas vinculadas a las tecnologías de la información y las comunicaciones, así como de diversas instituciones a fin de ampliar la cobertura de servicios básicos como educación, salud, economía, gobierno y ciencia, tecnología e industria y otros servicios a la comunidad.	a) Promover la conectividad y generación de contenidos digitales vía internet, b)Capacitar en el uso de las nuevas tecnologías de la información y difusión del conocimiento en las comunidades, c) Poner a disposición de la población, la información referente a los servicios que presta el gobierno en los distintos niveles	Vigente
Comisión Intersecretarial para el Desarrollo del Gobierno Electrónico, 2005	Gobierno Federal	Esfuerzo en el que vinculaba a las tecnologías de información y comunicaciones con el ejercicio de gobierno. Permitió sentar las bases para un avance en el marco legal para lograr lo anterior inexistente hasta ese momento.	Priorizar el uso de las tecnologías de la información y comunicación para la creación del e-gobierno	
Regulación para expediente médico electrónico, 2007	Secretaría de Salud	La SSA propuso los componentes para el modelo de interoperabilidad a implementarse entre 2007 y 2012. En 2011 se creó un documento sobre el uso, implementación y requerimientos del registro médico electrónico.	Establecer bases para creación de expediente médico electrónico.	Concluido

México conectado	Gobierno Federal.	Es un proyecto del Gobierno de la República que contribuye a garantizar el derecho constitucional de acceso al servicio de Internet de banda ancha. Para lograr dicho objetivo, México Conectado despliega redes de telecomunicaciones que proveen conectividad en los sitios y espacios públicos tales como escuelas, centros de salud, bibliotecas, centros comunitarios o parques, en los tres ámbitos de gobierno: federal, estatal y municipal.	Proveer conectividad de banda ancha en todo el país.	Activo
Estrategia Digital Nacional	Gobierno Federal.	Programa que conjunta las acciones del Gobierno de la República para lograr que el acceso y uso de las tecnologías de información y comunicación maximicen su impacto económico, social y político en beneficio de la calidad de vida de todos los mexicanos.	Ampliar el uso de las TIC en: a) transformación gubernamental, b) economía digital, c) educación de calidad, d) salud universal y efectiva, e) Innovación cívica y participación ciudadana.	Activo.

Table 38. Principales programas de impulso al uso de TIC en gobierno federal en el área de la salud. (Fuente: elaboración propia con datos de (150,151))

Anexo III: Reglamentación existente en México relacionada con la informática biomédica.

Ley	Descripción	Referencia	Injerencia
Ley General de Salud	Reglamenta el derecho a la protección de la salud que tiene toda persona en los términos del artículo 4o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general.	http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/legis/lgs/LEY_GENERAL_DE_SALUD.pdf	Nacional
NOM-004-SSA3-2012 Del expediente clínico	Establece con precisión los criterios científicos, éticos, tecnológicos y administrativos obligatorios en la elaboración, integración, uso, manejo, archivo, conservación, propiedad, titularidad y confidencialidad del expediente clínico .	http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272787	Nacional
NOM-017-SSA2-2012 Para la vigilancia epidemiológica.	Establece los criterios, especificaciones y directrices de operación del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, para la recolección sistemática, continua, oportuna y confiable de información relevante y necesaria sobre las condiciones de salud de la población y sus determinantes .	http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5288225&fecha=19/02/2013	Nacional
NOM-024-SSA3-2012. Sistemas de información de registro electrónico para la salud intercambio de información en salud.	Regular los Sistemas de Información de Registro Electrónico para la Salud, así como establecer los mecanismos para que los Prestadores de Servicios de Salud del Sistema Nacional de Salud registren, intercambien y consoliden información	http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280847&fecha=30/11/2012	Nacional. Establece los lineamientos para el intercambio de información entre los sistemas de información en salud, no ahonda en detalles técnicos solo establece que deberán cumplirse ciertos estándares que se mencionan pero no se precisan.
NOM-035-SSA3-2012. En materia de información en salud.	Esta norma tiene por objeto establecer los criterios y procedimientos que se deben seguir para producir, captar, integrar, procesar, sistematizar, evaluar y divulgar la Información en Salud	http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280848&fecha=30/11/2012	Nacional. Esta norma indica todos los sistemas de información en salud, la información que recaban y características de esta así como tiempos de entrega.
Ley del IMSS, 2001	Establece las atribuciones y forma de operación del Instituto Mexicano del	http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/LSS.pdf	Nacional

	Seguro Social y define que es el organismo encargado de brindar Seguridad Social		
Ley del ISSSTE, 2007	Establece las facultades, organización y forma de operar del Instituto que brinda seguridad social a los empleados de entidades gubernamentales que la misma ley menciona.	http://normateca.issste.gob.mx/webdocs/X2/201306051356069344.pdf?id=133945	Nacional
Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares	Se establece la protección de los datos personales en posesión de los particulares, con la finalidad de regular su tratamiento legítimo, controlado e informado, a efecto de garantizar la privacidad y el derecho a la autodeterminación informativa de las personas.	http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPDPPP.pdf	Nacional

Tabla 39. Reglamentación existente en México relacionada con el desarrollo de sistemas de informática biomédica (Fuente: elaboración propia basado en (113))

Anexo IV. Guía de entrevista

Guía de entrevista de primer acercamiento

Guía introductoria general

Muchas gracias por reunirse conmigo. Mi nombre es Israel Huerta Ibarra, soy alumno de doctorado del programa Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad del Centro de Investigación y Estudios Avanzados, CINVESTAV, de la Ciudad de México.

Como parte de mi tesis de doctorado, estoy realizando una investigación sobre el ecosistema de software de las instituciones de salud del sistema nacional de salud en México.

Estoy interesado en conocer acerca de algunas cuestiones que me ayuden a entender mejor el ambiente de desarrollo y operación del expediente clínico electrónico.

Su participación en esta entrevista me ayudará para tales propósitos. Tengo un formato de consentimiento que contiene información que lo ayudará a decidir si acepta ser parte de este estudio. Este formato explica los alcances de la investigación, los procedimientos, la confidencialidad y privacidad de la información, así como los términos de su participación.

Este trabajo plantea dos preguntas principales que se contempla serán respondidas al finalizar el mismo.

- ¿Cuáles son los elementos que participan en el proceso de desarrollo y operación del expediente clínico electrónico en diversas instituciones del sistema nacional de salud.
- ¿Cuáles serían las perspectivas de mejora en el desarrollo e implementación del expediente clínico electrónico en las instituciones conformantes del sistema de salud mexicano?

Estos resultados serán utilizados para: 1) Conocer el ambiente de desarrollo y operación del expediente clínico electrónico, 2) Realizar recomendaciones para mejorar el desarrollo de futuros sistemas a las personas u organismos identificados como claves y 3) Sugerir la adaptación e implementación de dichas recomendaciones en otras diversas, así como darlos a conocer en la literatura científica del tema.

Por favor lea cuidadosamente este formato de consentimiento informado. Yo esperaré y responderé cualquier pregunta que usted pueda tener.

[Entregar el formato de consentimiento informado]

[Responder las preguntas]

[Verificar si la persona aceptó ser grabada]

[Si la persona aceptó ser grabada]: Encenderé la grabadora durante la entrevista.]

[Verificar si la casilla de consentimiento informado ha sido marcada]

¿Usted tiene alguna pregunta antes de comenzar con la entrevista?

Si usted tiene alguna pregunta durante la entrevista, por favor, no dude en hacérmela.

Preguntas generales a todos los perfiles

1. ¿Podría mencionar su nombre completo, funciones en su “trabajo” y experiencia en el desarrollo o asesoría en proyectos de informática biomédica?
2. ¿Conoce el termino *ecosistemas de software*? ¿Podría describir el ecosistema que usted ha encontrado en el sector salud en los proyectos en que ha participado o tenido conocimiento?
3. En su opinión que elementos sobran o faltan en el ecosistema de desarrollo de informática biomédica en el el SNS?
4. ¿Cómo observa el grado de avance del ecosistema de informática biomédica en México? ¿Cuáles son sus fortalezas y debilidades?
5. ¿Cómo influye en México y realmente la normatividad en el desarrollo de sistemas de informática biomédica?
6. ¿Qué impacto tienen los planes federales de impulso del gobierno digital en el ecosistema de informática biomédica en el país?

Preguntas específicas

Preguntas para Gerentes (directores informática) de instituciones de salud

1. ¿Cuáles son los actores que usted identifica como participantes en el desarrollo de un sistema de informática biomédica?
2. ¿Qué impacto tienen organismos sectoriales externos en la emisión de normas, arquitecturas o recomendaciones para el desarrollo de sistemas de informática biomédica? ¿Cómo fueron incorporadas estos elementos en el desarrollo del sistema?
3. ¿Cuál es el papel del usuario final en el desarrollo de sistemas? ¿Cómo son recopiladas las necesidades de los mismos en el modelo de generación de sistemas?
4. ¿Cuáles actores que actualmente no participan o no existen en el desarrollo de sistemas de informática biomédica cree usted que podrían contribuir y con qué?
5. ¿Por qué su participación se prefirió al de una empresa consultora en la generación de los sistemas de informática biomédica?
6. ¿Cómo se enteraron, las autoridades de los institutos donde ha dirigido proyectos, de su investigación y aporte al área de la informática biomédica?
7. ¿Qué tal fácil es para una dependencia de un Centro de Investigación participar en un proceso de generación de tecnología de otro organismo. ¿Qué barreras y estímulos existen para la participación?
8. En los proyectos en que ha participado ¿Ha habido alguna ventaja de ser parte de un centro de investigación? ¿Ha habido colaboración con departamentos, investigadores o alumnos? ¿Porqué?
9. ¿A través de qué medios usted se entera de los avances que hay en el campo de la informática biomédica?

Preguntas de la entrevista a personal de salud (usuarios de sistema)

1. ¿Podría hablarme usted de los sistemas de informática biomédica en el Instituto y su experiencia con ellos?
2. ¿Con cuáles de los sistemas que menciono tiene usted relación más frecuente? ¿Por qué? ¿Cómo lo utiliza exactamente?
3. ¿Usted u otros miembros de su institución tuvieron que ver con el diseño e implementación del Sistema? Si fue así, ¿Cómo?
4. ¿Cómo ha mejorado el sistema el desempeño en su trabajo? ¿Cuál ha sido el beneficio para usted y su área?
5. Considera que el Sistema beneficia al paciente ¿En qué forma?
6. ¿Conoce usted cuáles fueron los elementos que participaron en el proceso de desarrollo e implementación del sistema? ¿A cuántos elementos podría identificar?
7. ¿Sabe usted como es el flujo de la información que se genera y almacena en el sistema?

Preguntas de la entrevista a personal que desarrolla sistemas de información en salud (generadores de tecnología)

1. ¿Podría hablarme usted de los sistemas de informática biomédica que existen en el Hospital y su experiencia con ellos?
2. ¿Podría usted comentarme el proceso que implica el desarrollo de un sistema de informática biomédica en el Hospital?
3. ¿Cuál es el papel del usuario final en el desarrollo de sistemas? ¿Cómo son recopiladas las necesidades de los mismos en el modelo de generación de sistemas?
4. ¿Cómo interviene el departamento de informática del Hospital en la generación de sistemas? ¿Existen lineamientos o normas que se deban seguir?
5. ¿Qué proveedores participan en el desarrollo de los sistemas de información del Hospital? ¿Cómo es la relación que se establece con ellos?
6. ¿Qué actores, en forma general, usted logra identificar en el proceso de desarrollo de un sistema de informática biomédica?
7. ¿Cómo considera que podría mejorarse el proceso de desarrollo de los sistemas de informática biomédica en el Hospital?
8. ¿Qué actores que actualmente no participan o no existen en el desarrollo de sistemas de informática biomédica cree usted que podrían contribuir y con qué?

Preguntas de la entrevista a personal arquitecto de proyectos de sistemas de información en salud (arquitectos de tecnología)

1. ¿Podría hablarme sobre los sistemas de información en el Instituto y su relación con ellos?
2. ¿Cuál es el proceso de diseño de arquitectura de un sistema de información? ¿Quiénes intervienen y de qué forma?
3. ¿Cómo se determinan los objetivos, alcances y limitaciones del sistema de cómputo?
4. ¿Cómo se determina la infraestructura (instalaciones y equipo de cómputo) necesarias para el sistema a implantar?
5. ¿Cómo se determina que software que será utilizado en el sistema tanto para desarrollo como para operación (sistema operativo, lenguaje, base de datos)?

6. En el proceso de generación de sistemas ¿Cuáles actores intervienen?
7. De estos actores ¿Cuáles consideraría como primordiales en el sentido de que su falta llevaría al sistema a serios problemas? ¿Quiénes son los usuarios finales?
8. ¿Cómo se toman en cuenta las características de los otros actores, personal médico, pacientes, departamento de informática, proveedores, en el establecimiento de la estructura general.

Preguntas a pacientes y familiares (no aplican las preguntas generales)

1. ¿Sabe usted como la informática es utilizada para brindar atención médica en el Instituto a usted y demás pacientes?
2. ¿Considera usted que el uso de la informática por parte del personal de salud podría mejorar su experiencia en el Instituto? ¿De qué forma?
3. ¿Qué tan inmerso percibe el uso de la informática biomédica en los procedimientos que ha tenido desde su ingreso al Instituto?

Preguntas para profesionales del derecho en salud

1. ¿Cómo percibe la regulación actual en el desarrollo de sistemas de informática biomédica?
2. ¿Cómo es la regulación actual en relación a protección de datos del paciente respecto a su generación y resguardo desde sistemas de informática biomédica?
3. ¿Cuál es su papel en la generación de sistemas de informática biomédica en el Instituto? ¿Cómo interviene en el diseño de los sistemas respecto a la normatividad?
4. ¿Cómo se asegura el instituto que las normas vigentes son seguidas por los sistemas de informática biomédica desarrollados?
5. ¿Cómo se podría favorecer, a través de la regulación, el desarrollo en cantidad y calidad de sistemas de informática biomédica que beneficien a los pacientes, mejoren la eficiencia en uso de los recursos físicos y humanos en el Instituto.
6. ¿Cuáles son los aspectos poco considerados hasta ahora en la regulación para la generación de sistemas de informática biomédica en el país?

Preguntas para Investigadores de instituciones públicas o privadas

1. ¿Cuál es su campo de estudio en relación con la informática biomédica?
2. ¿En qué otros proyectos ha participado en relación con la informática biomédica?
3. ¿Cuál fue su participación en el desarrollo de los sistemas de informática biomédica en el Instituto?
4. ¿Por qué su participación se prefirió al de una empresa consultora?
5. ¿Cómo se enteraron, las autoridades del Instituto, de su investigación y aporte al área de la informática biomédica?

Preguntas para Proveedores de servicios o bienes

1. ¿Cómo logro convertirse en proveedor del Instituto de este proyecto? ¿Cómo se entero de la necesidad de su servicio?
2. Desde su perspectiva ¿Qué se podría mejorar en el proceso para convertirse en proveedor?

3. ¿Los servicios que ofrece se adecuan según las necesidades y capacidades del Instituto o es un plan “estándar”? ¿Cómo se determina la adaptación?

Preguntas para Compañías de seguros

1. ¿Cómo participa la compañía en relación a los sistemas de información del Instituto? Es decir ustedes de alguna forma reciben información o generan algo que sea utilizado por el Instituto?
2. ¿Qué considera que se podría hacer para que la información generada por la empresa ayude al paciente a tener una mejor experiencia cuando recibe atención?

Guion de cierre

Esta entrevista ha terminado. Muchas gracias por tomarse el tiempo para concederme esta entrevista. Su conocimiento y experiencia en los servicios de salud son muy útiles para que nosotros podamos entender el ecosistema digital de los sistemas de informática biomédica.

¿Quisiera ver la transcripción de su entrevista después de que se haya transcrito?

[Si la persona desea ver la transcripción]: Nosotros empezaremos a trabajar en la transcripción, después que las entrevistas sean completadas. Le enviaremos un mail con la transcripción de su entrevista, una vez esté terminada. ¿Cuál es su dirección de correo electrónico? [Anotar].

Gracias otra vez por ayudar con este estudio. Seguimos en contacto.

Anexo V. Consentimiento informado

Consentimiento informado

Investigador principal: Israel Huerta Ibarra (Centro de Investigación y Estudios Avanzados, CINVESTAV)

Título del estudio: Ecosistema de software del expediente clínico electrónico en instituciones del sistema nacional de salud en México: perspectivas de mejora en el desarrollo y operación

Sitio de ejecución: Ciudad de México, México

Introducción

Usted está invitado a participar en una investigación sobre el Ecosistema de software del expediente clínico electrónico (ECE) en el sistema nacional de salud (SNS) en México. Este estudio es parte de la tesis de doctorado que estoy desarrollando en el Cinvestav.

¿Por qué se realiza este estudio?

Los resultados del estudio serán utilizados para: 1) Conocer el ambiente de desarrollo y operación del ECE en el SNS, 2) Realizar recomendaciones para mejorar el desarrollo de futuros sistemas a las personas u organismos identificados como claves y 3) Sugerir la adaptación e implementación de dichas recomendaciones en otros Institutos, así como darlos a conocer en la literatura científica del tema.

¿Cuál es el procedimiento del estudio? ¿Qué preguntas me harán?

Si usted acepta ser parte de este estudio, será indagado sobre aspectos relacionados con el ecosistema de desarrollo del ECE, su experiencia con ellos y opiniones de los mismos.

Si usted acepta ser parte de este estudio, La entrevista será llevada a cabo en un espacio privado, ya sea en su institución u otra locación donde usted tendrá la garantía de expresarse libremente. Nosotros agradecemos la honestidad y franqueza de sus opiniones. La entrevista será iniciada una vez usted firme este consentimiento.

Usted es una de las personas que han sido identificadas para ser entrevistadas en este estudio.

El tiempo estimado de la entrevista es de aproximadamente 50 minutos.

La entrevista será audio grabada de modo que pueda ser transcrita posteriormente.

Es posible que usted sea contactado posteriormente para una entrevista de seguimiento. Si esta entrevista de seguimiento fuera necesaria, lo contactaremos con antelación.

¿Cuáles son los riesgos o inconvenientes del estudio?

Nosotros creemos que no existen riesgos asociados con esta investigación; sin embargo, un posible inconveniente podría ser el tiempo que se tome para completar el estudio. Un abuso de la

confidencialidad no es considerado un riesgo en este estudio, debido a los procedimientos establecidos para asegurar la confidencialidad.

¿Cuáles son los beneficios de este estudio?

Directamente usted no tendrá beneficios por su participación en este estudio, sin embargo, su participación en el estudio puede contribuir al entendimiento del ecosistema digital del ECE en el SNS.

¿Recibirá pago por su participación?

Usted no recibirá ningún pago por participar en este estudio.

¿Tiene algún costo su participación?

Su participación en el estudio no tiene ningún costo.

¿Cómo será protegida mi información personal?

Los siguientes procedimientos serán utilizados para proteger la confidencialidad de sus datos. El investigador mantendrá los registros del estudio (incluyendo los códigos de sus datos) localizados en un lugar seguro. Los registros de la investigación serán etiquetados con un código único. Una llave maestra con el vínculo de los nombres y códigos se mantendrá en un lugar separado y seguro. Todos los archivos electrónicos (por ejemplo, base de datos, hojas de cálculo, etc.) que contengan información de identificación será protegida con una contraseña. Cualquier computador que contenga archivos de este tipo también será protegido con contraseñas para evitar el acceso de usuarios no autorizados. Sólo los miembros del equipo de investigación tendrán acceso a dichas contraseñas. Los datos que se compartan con los demás se codificarán, como se mencionó anteriormente, para proteger su identidad. La información que se publique o presente no podrá contener ningún tipo de identificación. Los códigos, la grabación de la entrevista y otros datos descritos en este párrafo se mantendrán de acuerdo con las disposiciones de seguridad de este apartado hasta que sean destruidos por los investigadores.

¿Puedo declinar de la participación en el estudio y cuáles son mis derechos?

Usted no tiene que participar en este estudio si no lo desea. Si usted acepta ser parte de este estudio, pero después cambia de opinión, usted puede abandonar la entrevista en cualquier momento. Esto no representará penalidades ni consecuencias de ningún tipo para usted si usted decide que no quiere participar. Adicionalmente, no está obligado a responder alguna(s) de la(s) pregunta(s) si no lo desea.

¿A quién puedo contactar si tengo alguna pregunta relacionada con el estudio?

Tome el tiempo que necesite antes de decidir su participación en el estudio. Estaremos disponibles para responder cualquier pregunta sobre esta investigación, si quiere expresar sus preocupaciones o quejas o tiene algún problema relacionado con la misma, puede dirigirse a alguno de los siguientes investigadores:

Israel Huerta Ibarra: ihuertai@cinvestav.mx

Consentimiento de audio/videograbación

Este estudio implica la audiograbación y/o videograbación de su participación. Ni su nombre ni otra información de su identificación se asociará con las grabaciones o transcripciones creadas a partir de ellas. Sólo los investigadores podrán ver/escuchar las grabaciones.

Por favor elija la opción deseada

Acepto la grabación de mi entrevista.

No acepto la grabación de mi entrevista.

Acepto que la grabación de mi entrevista sea transcrita.

No acepto que la grabación de mi entrevista sea transcrita.

Las grabaciones serán transcritas por el investigador. Las transcripciones podrán ser reproducidas parcial o totalmente en presentaciones o producciones escritas que resulten de este estudio. Ni su nombre ni ninguna otra información de identificación serán utilizadas (por ejemplo su voz o imagen).

Acepto el uso de la transcripción de mi entrevista para presentaciones y productos escritos que resulten del estudio, siempre y cuando ni mi nombre ni otra información acerca de mi identificación sea asociada.

No acepto que se use la transcripción de mi entrevista para presentaciones y productos escritos que resulten del estudio.

Los permisos anteriores están vigentes hasta el 2020. Antes de esta fecha las cintas serán destruidas.

Nombre y firma del participante

Fecha

Documentación del consentimiento:

He leído los términos del consentimiento informado y he decidido participar en el proyecto de investigación descrito. La propuesta general, los términos de la participación, los posibles riesgos e inconvenientes me han sido explicados a entera satisfacción. Entiendo que puedo declinar de la entrevista en cualquier momento. Mi firma más abajo indica que he recibido una copia de este formato.

Firma del entrevistado

Fecha

Persona que obtiene el consentimiento

Fecha

Anexo VI. Productos de investigación obtenidos

Congresos

En el IEEE Mexican Humanitarian Technology Conference se presentó una propuesta para la integración de los ECE en un sistema de salud fragmentado, como el caso mexicano, se discuten aspectos generales de la arquitectura propuesta para lograr lo anterior. Este es un primer trabajo que se presentó en una etapa en la que aún se estaban integrando elementos de análisis en la presente tesis. Este trabajo se considera debe ser estudiado y ampliado.

Huerta-Ibarra, I; Palacio-Mejía, L.S.; Suaste-Gómez, E.; “Software ecosystem of electronic medical record to facilitate the exchange of inter institutional information: Case study in a fragmented Health System”; 2017 IEEE Mexican Humanitarian Technology Conference (MHTC); 2017, IEEE Conferences

Artículo en revista arbitrada

Este trabajo se centró en el estado de la enseñanza de la informática biomédica en las escuelas de medicina del país. Se presentaron datos sobre el número de escuelas, egresados y cursos impartidos en las escuelas por entidad federativa. Se realizan propuestas para fortalecer la educación y características de un posgrado en esta materia.

Huerta-Ibarra I. “Enseñanza de la informática biomédica en las escuelas de medicina de México: situación y propuestas de mejora”. Innovación Educativa. 2019;19 (95).

El texto de ambos trabajos se incluye al final del presente escrito.

Referencias

1. World Health Organization. Monitoring the Building Blocks of Health Systems: A Handbook of Indicators and their Measurement Strategies. WHO. 2010. 1-92 p.
2. Frenk J, Gómez Dantés O. para entender El sistema de salud de México. Primera. México, DF.: Nostra Ediciones; 2008.
3. OECD. OECD Reviews of Health Systems: Mexico 2016 [Internet]. OECD reviews of health systems. Paris; 2016. Recuperado a partir de: http://dx.doi.org/10.1787/9789264248908-en%5Cn%5Cnhttp://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/oecd-reviews-of-health-systems-mexico-2016_9789264230491-en
4. Soto E. L a. Rasgos Generales del Sistema De Salud en México. En: La salud pública y la medicina [Internet]. 2014. p. 18. Recuperado a partir de: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/planunico/spii/antologia2012/15.pdf>
5. INEGI. Derechohabiencia y uso de servicios de salud [Internet]. Salud, discapacidad y seguridad social. 2016 [citado el 1 de abril de 2017]. Recuperado a partir de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=msoc01&s=est&c=35118>
6. PAHO. Perfil del sistema de servicios de salud México. Organización Panamericana de la Salud. 2002.
7. Gómez Dantés O, Sesma S, Becerril VM, Knaul FM, Arreola H, Frenk J. Sistema de Salud de México. Salud Pública Mex [Internet]. 2011;53(2):S220–32. Recuperado a partir de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53s2/17.pdf>
8. OECD. Estadísticas de la OCDE sobre la salud 2014 [Internet]. 2014. Recuperado a partir de: www.oecd.org/mexico.
9. DGIS. Estadísticas básicas. <http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/difusion/sabiasque.html>. 2016.
10. INEGI. Recursos para la salud [Internet]. Sociedad - Salud, discapacidad y seguridad social. 2016. Recuperado a partir de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19004>
11. Secretaria de Salud. Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) [Internet]. 2010. Recuperado a partir de: <http://www.sinais.salud.gob.mx/estadisticasportema.html>
12. CONAPO, Bases de datos de Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050

Recuperado a partir de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/diccionario-de-las-bases-de-datos-de-proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050?idiom=es>

13. DGIS, CLUES

Recuperado a partir de: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s_clues.html

14. DGIS, SIS

Recuperado a partir de: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s_sis.html

15. DGIS, SINAC

Recuperado a partir de: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s_sinac.html

16. DGIS, SEED

Recuperado a partir de: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s_seed.html

17. Programa Sectorial de Salud 2013-2018. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 México; 2013.

18. CENETEC. Acerca de CENETEC-Salud [Internet]. 2015 [citado el 1 de julio de 2016].

Recuperado a partir de: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/conocenos/conocenos.html>

19. COFEPRIS. ¿Qué es COFEPRIS? [Internet]. 2014 [citado el 1 de julio de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.cofepris.gob.mx/cofepris/Paginas/VisionYMision.aspx>

20. Murayama C, Ruesga SM. Hacia un Sistema Nacional Público de Salud en México. 1a ed. México: UNAM, Senado de la República; 2016.

21. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud [Internet]. 2015.

Recuperado a partir de: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142_120718.pdf

22. NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico. Diario. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272787

23. NORMA Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, Para la vigilancia epidemiológica.

Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5288225&fecha=19/02/2013

24. NOM-024-SSA3-2012. Sistemas de información de registro electrónico para la salud intercambio de información en salud.

25. NORMA Oficial Mexicana NOM-035-SSA3-2012, En materia de información en salud.

Recupearado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280848&fecha=30/11/2012

26. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. CONSTITUCIÓN Política de los Estados Unidos Mexicanos 2018. Recuperado a partir de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm>
27. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal [Internet]. 2018. Recuperado a partir de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/153_150618.pdf
28. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley del Seguro Social [Internet]. México; 2018. Recuperado a partir de: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/doc/92_220618.doc
29. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) [Internet]. México; 2018. Recuperado a partir de: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISSSTE_220618.pdf
30. Rubi L. Expectativa de un nuevo hospital con tecnología de información como base. [Internet]. Ciudad de México: Vínculo TIC Salud; 2016. Recuperado a partir de: <http://vinculotic.com/eventos-2016/presentaciones-pdf-video-ticsalud-2016/>
31. Vázquez-Martínez LA. SAMIH... Un reto, una realidad [Internet]. Ciudad de México: Vínculo TIC Salud; 2016. Recuperado a partir de: https://issuu.com/vinculotic/docs/samih_presentacion_tic
38. AMIA. Definition of Biomedical Informatics [Internet]. American Medical Informatics Association. 2017. Recuperado a partir de: <https://www.amia.org/biomedical-informatics-core-competencies>
39. Beale T. Health Information Systems Manifesto [Internet]. 2001. Recuperado a partir de: www.deepthought.com.au
40. Blaya JA, Fraser HSF, Holt B. E-health technologies show promise in developing countries. *Health Aff.* 2010;29(2):244–51.
41. Khan NN. A study of health informatics scenario in Pune. *Int Conf Emerg Trends Eng Technol ICETET.* 2012;180–4.
42. Paré G, Ph D, Sicotte C, Jaana M, Girouard D, Pare G, et al. Prioritizing Clinical Information System Project Risk Factors: A Delphi Study. 41st Annu Hawaii Int Conf Syst Sci (HICSS 2008) [Internet]. 2008;242. Recuperado a partir de: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4438946%5Cnpapers3://publication/doi/10.1109/HICSS.2008.354>

43. Zarour K, Zarour N, Charrel PJ. Towards enhancing interoperability in medical information systems. Proc 6th Int Symp Heal Informatics Bioinformatics, HIBIT 2011. 2011;16–21.
44. Zhang Z, Wang B, Ahmed F, Ramakrishnan I V., Zhao R, Viccellio A, et al. The five Ws for information visualization with application to healthcare informatics. IEEE Trans Vis Comput Graph. 2013;19(11):1895–910.
45. Hersh W, Margolis A, Quirós F, Otero P. Building A Health Informatics Workforce In Developing Countries. Heal Aff. 2010;29(2):275–8.
46. Yuan X, Xu J, Wang H, Edoh K. Developing an interdisciplinary health informatics security and privacy program. Proc - Front Educ Conf FIE. 2013;1618–22.
47. Berg M. Implementing information systems in health care organizations: myths and challenges. Int J Med Inform [Internet]. 2001;64(2–3):143–56. Recuperado a partir de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11734382>
48. Tomasi E, Facchini LA, Maia MDFS. Health information technology in primary health care in developing countries: a literature review. Bull World Health Organ [Internet]. 2004;82(11):867–74. Recuperado a partir de: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2623061&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
49. Oak MR. A review on barriers to implementing health informatics in developing countries. J Health Inform Dev Ctries [Internet]. 2007;1(1):19–22. Recuperado a partir de: <http://www.jhdc.org/index.php/jhdc/article/view/4/37>
50. Mengiste S. Analysing the Challenges of IS implementation in public health institutions of a developing country: the need for flexible strategies. J Health Inform Dev Ctries [Internet]. 2010;4(1):1–17. Recuperado a partir de: <http://jhdc.org/index.php/jhdc/article/viewArticle/39>
51. Alkraihi AI, Jackson TW, Murray I. The Role of Health Data Standards in Developing Countries. J Health Inform Dev Ctries. 2012;6(2):454–66.
52. PAHO. Conversaciones sobre eSalud [Internet]. PAHO, OMS, editores. Washington, DC: PAHO; 2014. 485 p. Recuperado a partir de: <http://bit.ly/conversaciones-pdf>
53. Dzenowagis J. Global Vision, Local Insight: Report for the WSIS. World Health Organization. 2005.
54. World Health Organization, International Telecommunication Union. National eHealth Strategy Toolkit. World Health Assembly Resolution and ITU World Telecom Development Conference Resolution. 2012.
55. Barriuso J. Integración del hogar dentro del sistema de salud [Internet]. Durango, México:

CENETEC; 2016. Recuperado a partir de: <http://cenetec.mx/congreso-telesalud/wp-content/uploads/2016/02/J.Barriuso-Ponencia-Integración-del-Hogar-dentro-del-Sistema-de-Salud.pdf>

56. Palacio-Mejía LS, Hernández-Ávila JE, Villalobos A, Cortés-Ortiz MA, Agudelo-Botero M, Plaza B. Sistemas de información en salud en la región mesoamericana. *Salud Publica Mex* [Internet]. 2011;53(3):368–74. Recuperado a partir de: <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=002649>
57. Haux R. Health information systems - Past, present, future. *Int J Med Inform.* 2006;75(3–4 SPEC. ISS.):268–81.
58. Siau K. Health care informatics. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2003;7(1):1–7.
59. Suaste E. *Ingeniería Biomédica: Antecedentes, Desarrollo y Desenlaces en México*. 1ra. México, DF.; 1998.
60. Walker J, Pan E, Johnston D, Adler-Milstein J, Bates DW, Middleton B. The value of health care information exchange and interoperability. *Health Aff (Millwood)*. 2005;Suppl Web:10–8.
61. Allende-López A, Fajardo-Gutiérrez A. Historia del registro de cáncer en México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* [Internet]. 2011;49(1):S27–32. Recuperado a partir de: http://revistamedica.imss.gob.mx/index.php?option=com_multicategories&view=article&id=1495:historia-registro-cancer-mexico&catid=569:registro-de-cancer&Itemid=700
62. República G de la. Reglamento del Registro Nacional de Cáncer. [Internet]. México: Diario Oficial de la Federación 17/07/2018; 2018. Recuperado a partir de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5531692&fecha=17/07/2018
63. UN - Department of Economic and Social Affairs. United Nations E_Government Survey 2014 [Internet]. New York; 2014. Recuperado a partir de: www.unpan.org/e-government
64. Estrategia Digital Nacional [Internet]. Mexico; 2013. Recuperado a partir de: <http://cdn.mexicodigital.gob.mx/EstrategiaDigital.pdf>
65. SCT. Sobre México Conectado [Internet]. Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento. 2012. Recuperado a partir de: http://mexicoconectado.gob.mx/sobre_mexico_conectado.php?id=66
66. SCT. México Conectado. Estadísticas [Internet]. Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento. 2012. Recuperado a partir de: http://mexicoconectado.gob.mx/carousel.php?id=80&cat=80&id_carrusel=2

67. Alcalde S. 10 cosas sobre el derecho a la protección de datos personales en el sector salud [Internet]. Durango, México: CENETEC; 2016. Recuperado a partir de: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://cenetec.mx/congreso-telesalud/wp-content/uploads/2016/02/Samantha-Alcalde-10-cosas-el-derecho-a-la-protección-de-datos-personales-en-sector-salud-INA-22jul16.pdf&hl=en>
68. Wahoff J-H, de Albuquerque JP, Rolf A. The Mikropolis Model: A Framework for Transdisciplinary Research of Information Systems in Society. En: Dwivedi YK, Wade MR, Schneberger SL, editores. Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society, Vol 2 [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2012. p. 367–86. Recuperado a partir de: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9707-4_18
69. Balsiger PW. Supradisciplinary research practices: history, objectives and rationale. *Futures*. 2004;36:407–21.
70. Gibbons M. The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies [Internet]. SAGE Publications; 1994. Recuperado a partir de: https://books.google.com.mx/books?id=KS_caFqMFoMC
71. Kroeze JH, van Zyl I. Transdisciplinarity in Information Systems: Extended Reflections. En: Twentieth Americas Conference on Information Systems, Savannah, 2014 [Internet]. Savannah; 2014. p. 1–10. Recuperado a partir de: <http://hdl.handle.net/10500/14627>
72. Weber EP, Khademian AM. Wicked Problems, Knowledge Challenges, and Collaborative Capacity Builders in Network Settings. *Public Adm Rev* [Internet]. 2008;68(2):334–49. Recuperado a partir de: <http://www.jstor.org/stable/25145606>
73. Sánchez Mendiola M, Martínez Franco AI. *Informática Biomédica*. 2a ed. México, DF.: UNAM, Elsevier; 2014.
74. World Health Organization. Management of patient information [Internet]. Global Observatory for eHealth series. Switzerland; 2012. Recuperado a partir de: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/76794/1/9789241504645_eng.pdf
75. BIREME. DeCS - Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. 2018. Recuperado a partir de: <http://decs.bvs.br/E/decsweb2018.htm>
76. ISO. ISO/TR 20514:2005 Health informatics — Electronic health record — Definition, scope and context [Internet]. Switzerland; 2005. Recuperado a partir de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:20514:ed-1:v1:en>
77. PAHO. Registros Médicos Electrónicos en América Latina y el Caribe [Internet]. Washington, D.C.: PAHO, OMS; 2016. Recuperado a partir de:

<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/28209>

78. Amatayakul M. EHR versus EMR: what's in a name? *Healthc Financ Manage* [Internet]. 2009;63(3):24. Recuperado a partir de: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77953078415&partnerID=40&md5=81ed5f86c59cb61c55446c72b0736f33>
79. Ed-informatics.org. EMR vs EHR vs PHR [Internet]. [citado el 1 de abril de 2017]. Recuperado a partir de: <http://ed-informatics.org/healthcare-it-in-a-nutshell-2/emr-vs-ehr-vs-phr/>
80. Boonstra A, Versluis A, Vos JFJ. Implementing electronic health records in hospitals: a systematic literature review. *BMC Health Serv Res*. 2014;14(370):1–24.
81. Kushniruk AW, Bates DW, Bainbridge M, Househ MS, Borycki EM. National efforts to improve health information system safety in Canada, the United States of America and England. *Int J Med Inform* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2013;82:e149–60. Recuperado a partir de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2012.12.006>
82. Leal Vázquez H, Martínez Campos R, Blázquez Domínguez C, Castañeda Sheissa R. Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios. *Rev Medica Univ Veracruzana* [Internet]. 2011;11(1):44–53. Recuperado a partir de: https://www.uv.mx/rm/num_antteriores/revmedica_vol11_num1/articulos/expediente.pdf
83. CENETEC. Equipos Médicos Integrados al Expediente Clínico Electrónico. 1a ed. México, DF.: Secretaría de Salud; 2012. 46 p.
84. PwC. Megashifts. Impulso al sector salud [Internet]. México; 2013. Recuperado a partir de: pwc.com/mx/doing-business-salud
85. NOM. NOM-024-SSA3-2012: Sistemas de información de registro electrónico para la salud. Intercambio de información en salud. NOM-024-SSA3-2012 México: Diario Oficial de la Federación. 30/11/2012; 2012 p. 1–17.
86. DGIS. Sires Certificados en la NOM-024-SSA3-2012 [Internet]. 2017 [citado el 10 de noviembre de 2017]. Recuperado a partir de: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/sires_certificacion_gobmx.html
87. Isdefe. Hacia la transformación digital de América Latina: las infraestructuras y los servicios TIC en la región [Internet]. CAF, editor. 2013. Recuperado a partir de: publicaciones.caf.com
88. Lozano González J. Integración del Sector Salud Situación General del Expediente Clínico Electrónico [Internet]. México, DF.: 4ta. Semana Internacional de Integración del Sector Salud; 2011. Recuperado a partir de: <http://www.dgis.salud.gob.mx/descargas/pdf/4rnis-ece-01.pdf>
89. INSP. Cobertura del Expediente Clínico Electrónico en el Sistema Nacional de Salud. 2015.

90. Mureddu Gilabert M. La Regulación jurídica del expediente clínico electrónico [Internet]. Universidad Nacional Autónoma de México; 2017. Recuperado a partir de: <http://132.248.9.195/ptd2017/marzo/508018046/Index.html>
91. Kim Y, Jung K, Park Y, Shin D, Cho SY, Yoon D, et al. Rate of electronic health record adoption in South Korea: A nation-wide survey. *Int J Med Inform* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2017;101:100–7. Recuperado a partir de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.02.009>
92. Stone CP. A Glimpse at EHR Implementation Around the World: The Lessons the US Can Learn [Internet]. 2014. Recuperado a partir de: http://www.e-healthpolicy.org/docs/A_Glimpse_at_EHR_Implementation_Around_the_World1_ChrisStone.pdf
93. Bowden T, Coiera E. Comparing New Zealand’s “Middle Out” health information technology strategy with other OECD nations. *Int J Med Inform* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2013;82:e87–95. Recuperado a partir de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2012.12.002>
94. Ratliff R. Connected Health: The Drive to Integrated Healthcare Delivery [Internet]. 2012. Recuperado a partir de: www.accenture.com/connectedhealthstudy
95. Garrety K, Mcloughlin I, Dalley A, Wilson R, Yu P. National electronic health record systems as “wicked projects”: The Australian experience. *Inf Polity*. 2016;21:367–81.
96. HIMSS Analytics Annual European eHealth Survey [Internet]. 2017. Recuperado a partir de: <https://www.himss.eu/himss-analytics-annual-european-ehealth-survey>
97. Zelmer J, Ronchi E, Hypponen H, Lupianez-Villanueva F, Codagnone C, Nohr C, et al. International health IT benchmarking: learning from cross-country comparisons. *J Am Med Informatics Assoc*. 2017;24(2):371–9.
98. HIMSS. Electronic Medical Record Adoption Model [Internet]. HIMSS Analytics. 2018. Recuperado a partir de: <https://www.himssanalytics.org/emram>
99. Weber-Jahnke JH, Price M, Williams J. Software Engineering in Health Care: Is It Really Different? And How to Gain Impact. En: *Proceedings of the 5th International Workshop on Software Engineering in Health Care*. IEEE; 2013. p. 1–4.
100. Campbell E, Sittig DF, Ash JS, Guappone KP, Dykstra RH. Types of Unintended Consequences Related to Computerized Provider Order Entry. *JAMIA*. 2006;13(5):547–56.
101. Bosch J, Bosch-Sijtsema PM. Softwares Product Lines, Global Development and Ecosystems: Collaboration in Software Engineerin. En: *Mistrik I, Grundy J, van der Hoek A, Whitehead J, editores. Collaborative Software Engineering*. 1a ed. Springer; 2010. p. 77–92.

102. Li W, Badr Y, Biennier F. Digital Ecosystems: Challenges and Prospects. Proc Int Conf Manag Emergent Digit Ecosyst (MEDES '12). 2012;117–22.
103. Hanssen GK. Theoretical foundations of software ecosystems. Proc IWSECO. 2012;(7465):6–17.
104. Lima T, Santos RP dos, Oliveira J, Werner C. The importance of socio-technical resources for software ecosystems management. J Innov Digit Ecosyst [Internet]. Elsevier B.V.; 2016;3(2):98–113. Recuperado a partir de: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352664516300190>
105. Serebrenik A, Mens T. Challenges in Software Ecosystems Research. Proc 2015 Eur Conf Softw Archit Work. 2015;
106. Manikas K. Revisiting software ecosystems Research: A longitudinal literature study. J Syst Softw. Elsevier Inc.; 2016;117:84–103.
107. Dhungana D, Groher I, Schludermann E, Biffel S. Software Ecosystems vs . Natural Ecosystems : Learning from the Ingenious Mind of Nature. Proc 4th Eur Conf Softw Archit Companion Vol (ECSA '10). 2010;96–102.
108. Tekinerdogan B, Scholten H. Software Ecosystems for the Life Sciences Application Domains. ACM SIGSOFT Softw Eng Notes. 2015;40(6):1–6.
109. Knodel J, Manikas K. Towards a Typification of Software Ecosystems. En: Fernandes JM, Machado RJ, Wnuk K, editores. 6th International Conference, ICSOB 2015. Braga, Portugal: Springer; 2015. p. 60–5.
110. Jansen S, Finkelstein A, Brinkkemper S. A Sense of Community: A Research Agenda for Software Ecosystems. En: ICSE'09. Vancouver, Canada: IEEE; 2009. p. 187–90.
111. Campbell PRJ, Ahmed F. A Three-Dimensional View of Software Ecosystems. En: ECSA 2010. ACM; 2010. p. 81–4.
112. Manikas K, Hansen KM. Software ecosystems – A systematic literature review. J Syst Softw [Internet]. Elsevier Inc.; 2013;86:1294–306. Recuperado a partir de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2012.12.026>
113. Christensen HB, Hansen KM, Kyng M, Manikas K. Analysis and design of software ecosystem architectures - Towards the 4S telemedicine ecosystem. Inf Softw Technol. 2014;56:1476–92.
114. Manikas K, Hämäläinen M, Tyrväinen P. Designing, Developing, and Implementing Software Ecosystems: Towards a Step-wise Guide. En: Jansen S, Alves C, Bosch J, editores. IWSECO 2016 [Internet]. 2016. p. 70–9. Recuperado a partir de: <http://ceur-ws.org/Vol-1808/IWSECO16-paper5-Manikas-p70-79.pdf%0AAll>

115. Jansen S, Brinkkemper S, Souer J, Luinenburg L. Shades of gray: Opening up a software producing organization with the open software enterprise model. *J Syst Softw* [Internet]. Elsevier Inc.; 2012;85(7):1495–510. Recuperado a partir de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2011.12.007>
116. Mantzana V, Themistocleous M, Irani Z, Morabito V. Identifying healthcare actors involved in the adoption of information systems. *Eur J Inf Syst.* 2007;16(December 2006):91–102.
117. Hansen KM, Konstantinos Manikas. Characterizing the Danish Telemedicine Ecosystem: Making Sense of Actor Relationships. En: *Fifth International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems.* 2013. p. 211–8.
118. Hansen KM, Ingstrup M, Kyng M, Wolff Olsen J. Towards a Software Ecosystem of Healthcare Services. En: *Infrastructures for Healthcare 2011.* Copenhagen: IT University of Copenhagen, University of Copenhagen; 2011.
119. Serbanati LD, Radu S. Paradigm Shifts in Health Informatics. En: *International Conference on Health Informatics (HEALTHINF).* 2013. p. 256–62.
120. ANUIES. Anuarios Estadísticos de Educación Superior 2016-2017, nivel licenciatura [Internet]. 2018 [citado el 1 de agosto de 2018]. Recuperado a partir de: http://www.anuies.mx/gestor/data/personal/anuies05/anoario/ANUARIO_EDUCACION_SUPERIOR-LICENCIATURA_2016-2017.zip
121. DGCES. SEDES Y SUBSEDES [Internet]. 2018 [citado el 10 de marzo de 2018]. Recuperado a partir de: <http://dgces.salud.gob.mx/becarios/sedesSubsedes.php>
122. CONACYT. Datos estadísticos - bases de datos abiertas [Internet]. Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad - Julio 2018. 2018 [citado el 31 de agosto de 2018]. Recuperado a partir de: http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/DATOS_ESTADISTICOS_DESPLEGABLE.php
123. Lavariega JC, Garza R, Gómez LG, Lara-Díaz VJ, Silva-Cavazos MJ. EEMI - An Electronic Health Record for Pediatricians: Adoption Barriers, Services and Use in Mexico. *Int J Healthc Inf Syst Informatics.* 2016;3:57–69.
124. Merino Casas MJ, Ruiz Zavala JH, Demanos Romero A, Martínez Franco AI, Martínez González AA, Vives Varela T, et al. Percepción de la Utilidad del Expediente Clínico Electrónico en un Instituto Nacional de Salud. *Rev CONAMED* [Internet]. 2016;21(4):186–91. Recuperado a partir de: <http://www.dgdi-conamed.salud.gob.mx/ojs-conamed/index.php/revconamed/article/view/517/804>
125. Gutiérrez-Martínez J, Núñez-Gaona MA, Aguirre-Meneses H. Business Model for the Security

- of a Large-Scale PACS, Compliance with ISO/27002:2013 Standard. *J Digit Imaging*. 2015;28:481–91.
126. Martínez Monterrubio SM, Frausto Solís J, Monroy Borja R. EMRlog Method for Computer Security for Electronic Medical Records with Logic and Data Mining. *Biomed Res Int* [Internet]. 2015;2015. Recuperado a partir de: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/542016>
 127. Velázquez M VR, Vázquez Briseño M, Nieto H. JI, Sánchez L. J de D. Modelo de interoperabilidad de la historia clínica electrónica utilizando HL7-CDA basado en computación en la nube. *Res Comput Sci*. 2015;108:37–44.
 128. Ojeda VD, Eppstein A, Lozada R, Vargas-Ojeda AC, Strathdee S, Goodman D, et al. Establishing A Binational Student-Run Free-Clinic In Tijuana, Mexico: A Model for U.S.-Mexico Border States. *J Immigr Minor Heal*. 2014;16(3):546–8.
 129. Ramos González J. Adopción del Expediente Clínico Electrónico en México: Revisión del Estado Actual. En: Ramos M, Solares P, Romero E, editores. *Tópicos Selectos de Ingeniería: Gobierno de Tecnología de Información* [Internet]. Primera. Sucre: ECORFAN; 2014. p. 99–113. Recuperado a partir de: http://www.ecorfan.org/bolivia/series/Topicos Selectos de Ingenieria_I/Series_Topicos selectos de Ingenieria_I.pdf
 130. García-Cuéllar MM, Ochoa-Tello L, Atrián-Salazar ML, Palacio-Mejía LS, Hernández-Ávila JE, González-González EL. Web Tools 2.0 for Health Promotion in Mexico. *J Appl Res Technol* [Internet]. 2013;11(5):708–13. Recuperado a partir de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47429697010%0AHow>
 131. Fuentes-Penna A, Ruiz-Vanoye J. Propuesta de una arquitectura informática para integrar la información de los derecho-habientes en un expediente clínico electrónico integral. *MHSalud* [Internet]. 2013;10(1):1–14. Recuperado a partir de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237028799002>
 132. Hernández-Ávila J, Palacio-Mejía L, Lara-Esqueda A, Silvestre E, Agudelo-Botero M, Diana M, et al. Assessing the process of designing and implementing electronic health records in a statewide public health system: the case of Colima, Mexico. *J Am Med Inf Assoc*. 2012;0(0):1–7.
 133. Sánchez-Mendiola M, Martínez-Franco AI, Rosales-Vega A, Villamar-Chulin J, Gatica-Lara F, García-Durán R, et al. Development and implementation of a biomedical informatics course for medical students: challenges of a large-scale blended-learning program. *J Am Med Inf Assoc*. 2013;20:381–7.
 134. Mariscal Aviles J, Gil-García JR, Ramírez-Hernández F. e-Salud en México: antecedentes, objetivos, logros y retos. *Espac Públicos*. 2002;15(34):65–94.

135. Corrales Estrada M. Factores críticos de éxito para la implementación del expediente clínico electrónico. En: Fonseca Paredes MF, editor. Retos de las Ciencias Administrativas desde las Economías Emergentes: Evolución de Sociedades [Internet]. Monterrey, N.L. Mexico: ITESM; 2012. p. PF598. Recuperado a partir de: <http://www.audytax.mx/wp-content/uploads/2014/08/ACACIA-XVI.pdf>
136. Valdez Méndez D. Herramientas de seguridad para el paciente: Experiencia en la implementación del expediente clínico electrónico. *Cir Gen.* 2011;33(3):146–50.
137. Vázquez Leal H, Martínez Campos R, Blázquez Domínguez C, Roberto CS. Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios. *Rev Med UV.* 2011; (228).
138. Luzania Valerio MS, González Arroyo M del P. Prototipo del expediente clínico informatizado en el primer nivel de atención. Prototipo del Exped clínico Informatiz en el Prim Niv atención [Internet]. 2006;2(4):13–21. Recuperado a partir de: <http://132.248.9.34/hevila/Altepepaktli/2006/vol2/no4/2.pdf>
139. Clinic Cloud [Internet]. Recuperado a partir de: <https://clinic-cloud.com/software-de-gestion-online-de-clinicas-y-expediente-medico-clinico-electronico/>
140. Compuexpediente [Internet]. Recuperado a partir de: <http://www.compuexpediente.com>
141. Consultorio Virtual [Internet]. Recuperado a partir de: <http://www.consultorio-virtual.com/software-medico/>
142. Daktarisys [Internet]. Recuperado a partir de: <https://daktarisys.com>
143. DAR [Internet]. Recuperado a partir de: <http://practicamedicaefectiva.com/productos-dar.html>
144. SIGHO 7 [Internet]. Recuperado a partir de: <http://practicamedicaefectiva.com/productos-sigho.html>
145. EMED [Internet]. Recuperado a partir de: <https://www.emed.mx/>
146. ELEX [Internet]. Recuperado a partir de: <http://elex.com.mx/>
147. eMedix [Internet]. Recuperado a partir de: <https://www.emedix.com.mx>
148. Expediente Virtual [Internet]. [citado el 20 de julio de 2011]. Recuperado a partir de: <http://expedientevirtual.com/>
149. Caisa [Internet]. Recuperado a partir de: http://www.caisa.com.mx/prods_detalle.php?ID=4
150. Salud Total [Internet]. Recuperado a partir de: <https://www.saludtotal.mx/expediente-clinico-electronico.php>

151. Evolution [Internet]. Recuperado a partir de: <https://www.idamedic.com>
152. Jagarmedical [Internet]. Recuperado a partir de: <http://www.jagarsoft.com/historia-clinica.php>
153. DataMedic [Internet]. Recuperado a partir de: <http://legalmedic.mx/ece.html>
154. Medisel [Internet]. Recuperado a partir de: <https://expedienteclinico.mx/>
155. MicroMed [Internet]. Recuperado a partir de: <http://www.mediis.com.mx/micromedd/>
156. MedicosPro [Internet]. Recuperado a partir de: <https://medicospro.com/es/que-es-medicospro/>
157. Medical Manik [Internet]. Recuperado a partir de: <http://medicalmanik.com/wordpress/>
158. Mi agenda médica [Internet]. Recuperado a partir de: <http://miagendamedica.com.mx/index.php>
159. Nimbo X [Internet]. Recuperado a partir de: <https://www.nimbo-x.com/>
160. Nubismed [Internet]. Recuperado a partir de: <http://nubismed.com/>
161. TELMEX [Internet]. Recuperado a partir de: <http://telmex.com/web/empresas/expediente-clinico-electronico#cont1-tab>
162. TIM EMR [Internet]. Recuperado a partir de: <http://www.timemr.com/>
163. Virtumedik [Internet]. Recuperado a partir de: <http://www.virtumedik.com>
164. Huerta-Ibarra I. Enseñanza de la informática biomédica en las escuelas de medicina de México: situación y propuestas de mejora. Innovación Educ [Internet]. 2019;19(79). Recuperado a partir de: Por publicar
165. Trejo Ortega I. Expediente clínico electrónico [Internet]. Universidad Nacional Autónoma de México; 2017. Recuperado a partir de: <http://132.248.9.195/ptd2017/abril/098524415/Index.html>
166. Arevalo Pincay C. Sistema de Información para el Control de Expedientes en una Clínica. Instituto Politécnico Nacional; 2016.
167. Escamilla Maldonado B. Modelo para mejorar el servicio de salud utilizando las nuevas tecnologías de telecomunicaciones. Instituto Politécnico Nacional; 2015.
168. Ochoa Gutiérrez VJ. Diseño y desarrollo del sistema para controlar y monitorizar a pacientes basado en los estándares HL7 e IEEE 11073 aplicados a biodispositivos móviles, para su uso en clínicas y hospitales mexicanos de primer nivel. Instituto Politécnico Nacional; 2014.
169. Alanis Leal MR. Modelo de Administración del cambio para la Implementación de un Expediente Clínico Electrónico: Caso TecSalud [Internet]. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey; 2014. Recuperado a partir de:

<http://hdl.handle.net/11285/621208>

170. Arrangoiz Arechavala E. Interoperabilidad de bases de datos. Caso de estudio: expediente clínico electrónico. [Internet]. Universidad Nacional Autónoma de México; 2014. Recuperado a partir de: <http://132.248.9.195/ptd2014/junio/401054503/Index.html>
171. Bautista Sánchez D, Herrera Nava M, Jiménez Pereyra C, Milián García D, Suastegui Espinosa C. Sistema de Información Hospitalario. Universidad Nacional Autónoma de México; 2013.
172. Quintas Ruiz I. Factores Críticos para el éxito de la Implementación del Expediente Médico Electrónico y Sistemas de Información Médicos en la Zona Metropolitana de Monterrey [Internet]. ITESM, Campus Monterrey; 2011. Recuperado a partir de: <http://hdl.handle.net/11285/570694>
173. Alvarado Ramos J. Propuesta de modelo para un expediente clínico electrónico. Universidad de Montemorelos; 2011.
174. García Osman J. Historial Clínico para el Departamento de Servicio Médico de ESCOM. Instituto Politécnico Nacional; 2011.
175. Castrejon Morales D. Expediente Clínico Electrónico. ECE. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; 2010.
176. Guzmán Cervantes E, Jiménez Hernández D. Propuesta de sistema integral para la estandarización de expedientes clínicos electrónicos de consulta externa vía internet. Instituto Politécnico Nacional; 2010.
177. Tecayehuatl Negrete N. Sistema administrativo de expediente médico por medio de tecnología RFID. Instituto Politécnico Nacional; 2010.
178. Martínez Angulo L. Implementación de un sistema de información para el manejo de expedientes clínicos utilizando el estándar HL7 en el Hospital Regional Universitario. Universidad de Colima; 2004.
179. Rodríguez Cervantes M. Expediente Electrónico Red en UDC y UMD. Universidad Autónoma Metropolitana; 2003.
180. Huerta-Ibarra I, Palacio-Mejia L., Suaste-Gómez E. Software ecosystem of electronic medical record to facilitate the exchange of inter institutional information: Case study in a fragmented Health System. En: IEEE Mexican Humanitarian Technology Conference (MHTC). Puebla: IEEE; 2017. p. 39–44.
181. Hoover, Robin. Benefits of using an electronic health record. *Nursing Critical Care*: January 2017, 12(1), p 9–10, doi: 10.1097/01.CCN.0000508631.93151.8d

182. King, J., Patel, V., Jamoom, E. W., & Furukawa, M. F. (2013). Clinical benefits of electronic health record use: national findings. *Health services research*, 49(1 Pt 2), 392-404.
183. Ohno-Machado L. (2014). Electronic health record systems: risks and benefits. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*, 21(e1), e1.
184. Pecoraro F., Luzi D., Ricci FL, Designing ETL Tools to Feed a Data Warehouse Based on Electronic Healthcare Record Infrastructure; *Stud Health Technol Inform.*, 2015, 210, 929-33.
- 185 Tute E, Steiner J., Modeling of ETL-Processes and Processed Information in Clinical Data Warehousing, *Stud Health Technol Inform.*, 2018, 248, 204-211
186. Ong TC, Kahn MG, Kwan BM et al., Dynamic-ETL: a hybrid approach for health data extraction, transformation and loading., *BMC Med Inform Decis Mak.* 2017, 17(1):134. doi: 10.1186/s12911-017-0532-3.
187. Al-Rawajfah OM, Aloush S, Hewitt JB., Use of Electronic Health-Related Datasets in Nursing and Health-Related Research., *West J Nurs Res.* 2015 (7):952-83. doi: 10.1177/0193945914558426
188. Denaxas, S., Direk, K., Gonzalez-Izquierdo, A., Pikoula, M., Cakiroglu, A., Moore, J., Hemingway, H., Smeeth, L. Methods for enhancing the reproducibility of biomedical research findings using electronic health records., 2017, *BioData mining*, 10, 31. doi:10.1186/s13040-017-0151-7
189. Peters SG, Khan MA., Electronic health records: current and future use., *J Comp Eff Res.* 2014 Sep;3(5):515-22. doi: 10.2217/ce.14.44.
190. Eggleston EM, Klompas M., Rational use of electronic health records for diabetes population management., *Curr Diab Rep.* 2014; (4):479., doi: 10.1007/s11892-014-0479-z.
191. Springate DA, Parisi R, Olier I, Reeves D, Kontopantelis E., rEHR: An R package for manipulating and analysing Electronic Health Record data., *PLoS One.* 2017;12(2), doi: 10.1371/journal.pone.0171784
192. Peters SG, Buntrock JD., Big data and the electronic health record., *J Ambul Care Manage.* 2014; 37(3):206-10.; doi: 10.1097/JAC.0000000000000037
193. Christiansen EK, Skipenes E1., Hausken MF, Skeie S, Østbye T, Iversen MM.; Shared Electronic Health Record Systems: Key Legal and Security Challenges.; *J Diabetes Sci Technol.* 2017; 11(6):1234-1239.; doi: 10.1177/1932296817709797
194. Sulmasy LS, López AM, Horwitch CA; Ethical Implications of the Electronic Health Record: In the Service of the Patient.; *J Gen Intern Med.* 2017; 32(8):935-939. doi: 10.1007/s11606-017-

4030-1

195. Ben-Assuli O; Electronic health records, adoption, quality of care, legal and privacy issues and their implementation in emergency departments.; *Health Policy*. 2015;119(3):287-97. doi: 10.1016/j.healthpol.2014.11.014
196. Keny A, Wanyee S, Kwaro D, Mulwa E, Were MC; Developing a National-Level Concept Dictionary for EHR Implementations in Kenya.; *Stud Health Technol Inform*. 2015;216:780-4.
197. Meehan RA, Mon DT, Kelly KM, Rocca M, Dickinson G, Ritter J, Johnson CM; Increasing EHR system usability through standards: Conformance criteria in the HL7 EHR-system functional model.; *J Biomed Inform*. 2016; 63:169-173. doi: 10.1016/j.jbi.2016.08.015
198. Chung J, Cho I; The need for academic electronic health record systems in nurse education.; *Nurse Educ Today*. 2017; 54:83-88. doi: 10.1016/j.nedt.2017.04.018
199. Shachak A, Elamrousy S, Borycki EM, Domb S, Kushniruk AW; Towards Educational Electronic Health Records (EHRs): A Design Process for Integrating EHRs, Simulation, and Video Tutorials.; *Stud Health Technol Inform*. 2016; 228:624-8.
200. Robinson KE, Kersey JA; Novel electronic health record (EHR) education intervention in large healthcare organization improves quality, efficiency, time, and impact on burnout.; *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97(38) doi: 10.1097/MD.00000000000012319
201. Zhang A, Lin X; Towards Secure and Privacy-Preserving Data Sharing in e-Health Systems via Consortium Blockchain.; *J Med Syst*. 2018; 42(8):140. doi: 10.1007/s10916-018-0995-5.
202. Alonso SG, Arambarri J, López-Coronado M, de la Torre Díez I.; Proposing New Blockchain Challenges in eHealth.; *J Med Syst*. 2019 ;43(3):64. doi: 10.1007/s10916-019-1195-7.
203. Roman-Belmonte JM, De la Corte-Rodriguez H, Rodriguez-Merchan EC.; How blockchain technology can change medicine.; *Postgrad Med*; 2018;130(4):420-427. doi: 10.1080/00325481.2018.1472996
204. Mense A, Athanasiadis L; Concept for Sharing Distributed Personal Health Records with Blockchains; *Stud Health Technol Inform*. 2018;251:7-10.
205. Wang H, Song Y; Secure Cloud-Based EHR System Using Attribute-Based Cryptosystem and Blockchain.; *J Med Syst*. 2018 5;42(8):152. doi: 10.1007/s10916-018-0994-6.
206. Radanović, I. & Likić, R; Opportunities for Use of Blockchain Technology in Medicine; *Appl Health Econ Health Policy*; 2018: 583. <https://doi.org/10.1007/s40258-018-0412-8>
207. Global Health; Ortiz-Ospina, E. Roser, M.; Recuperado de <https://ourworldindata.org/health-meta>. Febrero 2019
208. Rosen B, Waitzberg R, Merkur S. Israel: health system review. *Health Systems in Transition*,

2015; 17(6):1–212.

209. Coucke PA, Coucke-Gilson L; Nécessité d'un nouvel écosystème en santé. *Rev. Med Liege*, 2018; 73:9 454-461
210. Hsyien-Chia W, et al; Scientific production of electronic health record research, 1991–2005, ; *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 86(2); 2007,; pp 191-196

INNOVACIÓN

EDUCATIVA

Volumen 19

79

■ TERCERA ÉPOCA ■

enero-abril, 2019

january-april, 2019

ISSN 1665-2673

EN LA SECCIÓN ALEPH

Pedagogías digitales

Digital Pedagogies

ISRAEL HUERTA IBARRA JESÚS MANUEL PALMA RUIZ SONIA ESTHER GONZÁLEZ MORENO
JORGE ABELARDO CORTÉS MONTALVO SALVADOR RUIZ CERRILLO JHONNY MEDINA PAREDES
MARIO HUMBERTO RAMÍREZ DÍAZ VÍCTOR MANUEL REYES GÓMEZ ALEXANDRA ANGÉLIAUME
GÉRARD BRIANE MARIE ZOÉ WURTZ AMPARO HURTADO SOLER MARTA TALAVERA ORTEGA
LUIS ROCA PÉREZ JUDITH PÉREZ CASTRO EDDY JAVIER PAZ MALDONADO WILMER NAHÁN DÍAZ PÉREZ



INNOVACIÓN

E D U C A T I V A

Volumen 19

79

■ TERCERA ÉPOCA ■

enero-abril, 2019
january-april, 2019
ISSN 1665-2673

SECCIÓN ALEPH Pedagogías digitales Digital Pedagogies

INDIZACIÓN

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACyT
Clarivate Analytics Web of Science (WoS)-SCIELO Citation Index

REDALYC

Scientific Electronic Library Online, SCIELO

Latindex-Directorio

Clase

Dialnet

Publindex

Ranking Redib-Clarivate Analytics

Rebiun

Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»

CREDI de la OEI

IRESIE

Registrada en los catálogos HELA y CATMEX

EBSCO-Host, Educational Research

CENGAGE Learning

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico del CSIC y UNIVERSIA

Matriz de Información para el Análisis de Revistas

Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona

La Referencia

CRUE

Publindex

REMEDI-Indice



Enseñanza de la informática biomédica en las escuelas de medicina de México: situación y propuestas de mejora

Israel Huerta Ibarra
CINVESTAV

Resumen

En México, la importancia de la informática biomédica (IB) en el sistema nacional de salud va aumentando, aunque se percibe que falta una masa crítica de profesionistas de la salud capaz de explotar los sistemas derivados de esta disciplina. Se realizó una investigación documental para determinar qué escuelas de medicina en el país incluyen formación en IB y sus características. De 167 escuelas, el 24.7% incluye ese tipo de formación, que repercute en el 26.5% del total de egresados de medicina en el ciclo escolar 2016-2017. Dichas escuelas cubren el 54.8% de entidades federativas del país. Lo anterior, acorde con estudios y capacidades de informática que operan en México, muestran que el número de escuelas y egresados con conocimientos de informática biomédica es bajo. Se mencionan propuestas encaminadas a fortalecer la inclusión de la enseñanza de esta asignatura entre los estudiantes de medicina, así como aspectos a considerar en un posgrado en la materia.

Palabras clave

Informática educativa, informática biomédica, educación médica, estudios de posgrado, educación y tecnología.

Biomedical informatics courses at Mexican Medical Schools

Abstract

In Mexico, the importance of biomedical informatics (IB) in the national health system, even though increasing, it still lacks of a critical mass of health professionals capable of exploiting systems derived from this discipline. A documentary research was carried out in order to determinate the number of medical schools providing IB training: 24.7% out of 167 schools included IB training, which is reflected in the 26.5% of the total number of medical graduates during the 2016-2017 school year. These schools cover 54.8% of federal entities in the country. Proposals to strengthen the inclusion of IB courses among medical students, as well as aspects to consider in a postgraduate course in the field are mentioned.

Keywords

Educational informatics, biomedical informatics, medical education, postgraduate studies, education and technology.

Recibido: 30/03/2018
Aceptado: 22/05/2018

Introducción

La informática biomédica (IB) tiene un papel cada día más relevante en la práctica de la medicina. Su inclusión en los planes de estudio de las facultades de medicina se considera un factor necesario para el conocimiento, adopción y uso adecuado de la tecnología en la práctica médica (Sánchez, 2015).

Asociaciones de informática médica, investigadores y profesionales de la salud sostienen que para mejorar la calidad y seguridad en los servicios de salud es necesaria la existencia de un número suficiente de profesionistas de la salud capaces de utilizar las tecnologías de información y comunicaciones (Hersh, Margolis, Quirós y Otero, 2010; Hovenga y Grain, 2016). Por tanto, el personal médico debe integrar los conocimientos de la informática biomédica a su quehacer cotidiano, ya sea como usuarios de la tecnología, generadores o administradores de la misma, según el rol que desempeñen en su organización. Así, la IB debe ser parte integral de su proceso de formación, a fin de que conozcan los procesos y tecnologías asociadas, sus características, adecuada utilización, evaluación, y puedan proponer mejoras o nuevas herramientas que enriquezcan su desempeño u operación dentro del sistema de salud.

¿Cuál es el estado de la enseñanza de la informática biomédica en la educación de los médicos en México actualmente en el nivel superior (licenciatura) o posgrado? El presente trabajo presenta un panorama que busca responder a esa pregunta como una primera aproximación a la presencia de la IB en las escuelas y facultades de medicina en México. Además, se incluyen y adaptan algunas estrategias para fortalecer la inclusión de estos conocimientos en el currículo de estudio.

Antecedentes

La informática médica, informática en salud, informática biomédica, informática clínica e incluso otros términos se han utilizado como conceptos sinónimos, con el fin de expresar la idea general de la inclusión de la informática, sus métodos herramientas y objetivos, en los diversos campos relacionados con la salud. En este trabajo se utilizará el término informática biomédica por considerarse que refleja mejor el concepto que subyace (Shortliffe y Blois, 2006).

La informática biomédica ha sido definida por la American Medical Informatics Association (AMIA) como el “campo interdisciplinario que estudia y tiene como objetivo el uso efectivo de datos, información y conocimiento biomédicos para la investigación científica, la solución de problemas y la toma de decisiones, motivados por esfuerzos que mejoren la salud humana” (2017). A partir de lo anterior, podemos agregar que los sistemas de infor-

mática biomédica (SIB) son aquellos de cómputo, que capturan, almacenan y procesan información biomédica.

Dado que son los profesionistas de la salud el sector más amplio que utiliza los SIB, deberían recibir conocimientos formales, durante su periodo formativo, de tópicos de informática biomédica, para explotar las capacidades que esta disciplina brinda y que requerirán en su ejercicio cotidiano. Los alcances, contenido y metodologías de esta instrucción son aún materia de investigación (Hovenga y Grain, 2016), sin embargo, se han establecido tres grupos, con características e intereses propios, en los que es necesaria la enseñanza de la IB. Estos son:

- ▶ Personal técnico que desarrolla, selecciona o provee mantenimiento a los sistemas de informática biomédica y que, por lo mismo, necesita conocer tópicos de ingeniería y cómputo, así como los intereses y necesidades de los usuarios finales de dichos sistemas.
- ▶ Personal administrativo y responsables de la toma de decisiones, quienes determinan las políticas de adquisición, uso de tecnología de la salud y las inversiones a realizar en estas, al igual que el uso de la información que estos sistemas generan de acuerdo a normatividad o interés de la institución.
- ▶ Usuarios finales, quienes normalmente son profesionales de la salud que utilizan los SIB para el desempeño de sus labores cotidianas en las diversas áreas e instituciones de atención a la salud.

Oluoch (2016) identifica la “capacidad humana limitada”, con relación a los especialistas en informática biomédica, como un factor clave por el cual los sistemas de informática biomédica no han tenido un avance mayor en los países de bajo y mediano ingreso, por lo que es necesario incrementar la educación en tópicos de IB en los actores participantes en el sistema de salud de estos países, con el fin de lograr dicho avance.

La presente investigación se centra en la educación formal en informática biomédica brindada al segundo grupo: profesionistas de la salud, médicos específicamente durante la carrera profesional. Para conocer el panorama completo de la educación en la informática biomédica en México, son necesarios trabajos sobre el estado de la educación en los otros dos grupos, ya que no se tiene conocimiento de su existencia.

La enseñanza de la informática médica en el país al personal de salud, se remonta al menos a 1985, en el que se propone y abre el primer posgrado en esta materia en México en la Fundación Arturo Rosenblueth (Gertrudiz, 2010; Negrete Martínez, 2018), del que surgieron egresados que actualmente ocupan cargos en instituciones dentro del sistema nacional de salud. Este programa

no tuvo continuidad, de tal forma que actualmente no se tiene conocimiento de algún posgrado especializado en esta materia, a pesar de la necesidad en el sector salud del desarrollo y adopción de sistemas de informática médica, así como de su innegable beneficio (Haux, 2006; Lucas, 2006, 2008).

Pese a la desaparición de estos primeros programas de posgrado, la educación en informática biomédica no desapareció y actualmente, además de las universidades donde se enseña, se producen investigaciones y trabajo científico en el área de la educación (Sánchez-Mendiola et al., 2013, 2015; Sánchez Mendiola y Martínez Franco, 2014), donde destaca la documentación de la experiencia de la informática biomédica en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ya que ha sido documentado (Sánchez-Mendiola et al., 2015; Sánchez, 2015). Además, se han publicado desde la academia ejemplos de sistemas de IB realizados en el país y con participación del personal de salud (Gutiérrez Martínez, Núñez Gaona y Aguirre Meneses, 2015; Hernández Ávila et al., 2012; Lavariega, Garza, Gómez, Lara Díaz y Silva Cavazos, 2016; Merino Casas et al., 2016).

Para hablar acerca de la importancia de la inclusión de la informática biomédica en el currículo de los médicos, se han realizado cálculos del tamaño de la fuerza laboral que se requeriría en Estados Unidos, para lograr una adopción de uno de los sistemas paradigmáticos de la IB, el Expediente Clínico Electrónico (ECE), en los hospitales y a través de sus distintas etapas del modelo de adopción del Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS); lo anterior para personal directamente relacionado con el desarrollo, mantenimiento y operación del ECE. En la estimación más reciente (Hersh, Boone y Totten, 2018) se encontró sería necesario incrementar la fuerza de trabajo en 314 274 puestos de trabajos de tiempo completo, para alcanzar el máximo grado de implementación del ECE (nivel 7). En el mismo trabajo, se estima que hay 12 millones de personas trabajando en el sector salud de Estados Unidos, por lo que este porcentaje de personal en las TIC sería pequeño en caso de lograrse, 2.6% aproximadamente. El resto del personal es en su mayoría personal de atención a la salud que requeriría conocimientos sobre diversos aspectos de este sistema y los generados a partir del mismo, para el ejercicio de su labor cotidiana.

De acuerdo con la International Medical Informatics Association (Mantas et al., 2010), que ha establecido un marco de trabajo en el que sugiere un conjunto de conocimientos y habilidades para estudiantes de disciplinas de la salud afines a la informática biomédica. Dichos conocimientos se agrupan como:

- ▶ Núcleo de informática de la salud y biomédica.
- ▶ Relativos a la organización de sistemas de salud, medicina, biociencias y salud.

- ▶ Específicos de informática, ciencias de la computación, matemáticas, biometría.

El total de temas y profundidad con la que son abordados que debería adquirir un estudiante está en función de tres parámetros:

- ▶ Carrera que se cursa (medicina, ingeniería, administración, etcétera).
- ▶ Nivel de estudios, (licenciatura, posgrado).
- ▶ Profundidad de especialización en la informática biomédica (usuario, especialista).

A partir del marco anterior, es posible para las instituciones de educación y salud establecer un conjunto de temas que se podrían abordar en una asignatura de IB en las carreras de medicina, según la combinación de los conocimientos, habilidades y capacidades que cada institución quiera dar a sus estudiantes.

Metodología

Se realizó una investigación documental utilizando recursos en línea. La investigación se dividió en cuatro etapas:

1. **Búsqueda documental inicial.** Se realizó una búsqueda en las bases de datos Scopus, Web of Science y PubMed con los términos “Biomedical informatics”, “health informatics”, “medical informatics”, en combinación con “education” y “México”, con el fin de tener un panorama sobre los artículos publicados sobre la educación en informática biomédica en México.
2. **Determinación de instituciones.** Se consultó el Anuario Estadístico de Educación Superior, de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2018), para el ciclo escolar 2016-2017, a fin de determinar las instituciones que imparten la carrera de medicina en el país. Se utilizaron los filtros de búsqueda de la tabla 1.

Para las especialidades médicas, se consultó el listado de especialidades médicas vigentes en 2018 del Sistema Nacional de Residencias Médicas (DGCES, 2018). En los programas de posgrado, se revisó el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de julio de 2018 (Conacyt, 2018). En el archivo obtenido, se utilizaron las palabras de búsqueda “bioinformática”, “informática”, “informática médica”, “salud”, “salud pública”, para filtrar los programas de posgrado con estas denominaciones.

3. **Obtención de datos de las escuelas.** Se realizó una búsqueda en internet con el nombre de cada institución y escuela de medicina, para consultar en su sitio web el programa de

Tabla 1. Criterios de búsqueda

Campo		Valor seleccionado
Nivel de estudios		Licenciatura universitaria y tecnológica
Modalidad de estudios		Escolarizada y no escolarizada
Variables		Matrícula, egresados
Desagregación		Institución, escuela
Afilación		Afiliados a ANUIES No afiliados ANUIES
Sostenimiento		Público, privado
Búsqueda avanzada	Campo amplio Campo específico Campo detallado Campo unitario	Salud Salud Medicina Medicina general

estudios. En las escuelas en las que no estaba disponible el programa de estudios en línea, se contactó telefónicamente al responsable de informes indicado en el mismo sitio electrónico. Para cada programa de estudios se buscó:

- ▶ Entidad federativa de ubicación.
- ▶ Nombre de institución de educación superior y escuela o facultad.
- ▶ Egresados totales en el ciclo escolar 2016-2017.
- ▶ Nombre de asignatura relacionada con la informática biomédica.
- ▶ Semestre en que se imparte la asignatura.
- ▶ Carácter obligatorio u optativo de la asignatura.

A partir de los nombres de las asignaturas, se establecieron tres categorías:

- ▶ Específicas de informática biomédica.
- ▶ Relacionadas con la computación e informática básica.
- ▶ Otras relacionadas con las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) y medicina.

La clasificación se realizó por el nombre de la asignatura y, cuando este no mostraba claramente pertenecer a alguna clasificación, se consultó el contenido temático de la misma, de estar disponible (tabla 2).

4. **Análisis de datos.** A partir de los datos obtenidos de cada escuela, se clasificaron y contabilizaron las ocurrencias del tipo de asignatura por institución y estado. Se realizaron las sumas y se obtuvieron los porcentajes para el reporte de resultados con ayuda de una hoja de cálculo electrónica.

Tabla 2. Asignaturas clasificadas por categoría de análisis

Grupo	Asignaturas incluidas
Informática biomédica	<ul style="list-style-type: none"> • Computación aplicada a la medicina e informática médica • Informática aplicada a la medicina • Informática biomédica I y II • Informática médica I y II • Investigación e informática médica I y II • TIC aplicadas a las ciencias de la salud • TIC en ciencias de la salud • TIC en medicina
Informática básica	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación y tecnologías de la información • Computación básica • Herramientas de computación • Informática • Informática aplicada • Introducción a la computación • Introducción a las tecnologías de la información • Nuevas tecnologías de la información y la comunicación • Tecnología de información y comunicación • Tecnología de la comunicación y gestión de la información • Tecnologías de la información en la construcción del conocimiento • Tecnología y manejo de la información
Otras de cómputo	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de información en salud basados en evidencias

Se recopilaron e incluyeron en esta etapa los datos del avance en la implementación del Expediente Clínico Electrónico (ECE) en México del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP, 2015), y de las unidades médicas en los estados de la República con programas de telesalud del Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (Cenetec, 2018).

Resultados

Licenciatura

Se encontró que hay 167 escuelas en el país donde se imparte la carrera de médico cirujano o alguna de sus variantes registrada por la ANUIES.

Se recabó información sobre el contenido curricular de los planes de estudio de 162 escuelas. Hubo cinco escuelas de las que no se pudo obtener información, pero fueron consideradas solamente en el conteo total de egresados de la carrera de medicina, descrito posteriormente.

Del total de escuelas consideradas, en 71 se imparte alguna materia relacionada con la informática, básica o biomédica; específicamente, en 40 planes de estudio, se incluye al menos una asignatura de informática biomédica, y en 31 se imparte al menos una asignatura de informática básica (Tabla 3).

Tabla 3. Educación en informática biomédica en escuelas y facultades

	Total	Porcentaje
Escuelas y facultades donde se imparte la carrera de médico cirujano o similar.	162	100%
Escuelas que incluyen asignaturas relacionadas con informática biomédica o básica	71	43.8%
Escuelas donde al menos una asignatura corresponde a la informática biomédica	40	24.7%
Escuelas donde se imparte al menos una asignatura relacionada con la informática básica	31	19.1%
Escuelas donde se imparte más de un curso de IB en el programa de estudios ^b .	6	3.7%
Estados de la República donde se encuentran escuelas de medicina que imparten al menos una asignatura relacionada con la informática básica o biomédica ^c .	24	77.4%
Estados de la República donde se encuentran escuelas que imparten asignaturas de IB ^c .	17	54.8%

Nota: a) No se incluyen las cinco escuelas de las que no se obtuvo información; b) Del total de escuelas donde se brinda educación relacionada a las TIC; c) Porcentaje del total de estados con instituciones que brinda educación en medicina.

De las escuelas donde se incluye la informática biomédica en el mapa curricular, en 34 se imparte solo un curso y en 6 se imparten 2 cursos. En 5 escuelas es una materia elegida por el alumno, mientras que en 35 corresponde al núcleo de asignaturas básicas. Existen en total 46 cursos de informática biomédica y 32 de informática básica, en los programas de medicina.

Desde la perspectiva geográfica, de las 32 entidades federativas de país, en 31 se encuentran escuelas que imparten la carrera de medicina. En 24 de ellas, se halla alguna institución que incluye asignaturas de informática básica o biomédica; específicamente, en 17 existen escuelas que imparten asignaturas de informática biomédica, y 15 tienen escuelas que imparten informática básica.

A fin de tener un panorama más completo del impacto en el sistema nacional de salud de los programas de estudio que incluyen formación en informática biomédica, se consideró el número de médicos graduados en cada programa. La tabla 4 presenta los datos por entidad federativa, mostrando el número de escuelas de medicina en cada estado, el tipo de educación que otorgan, los egresados totales de la carrera de medicina para el ciclo escolar 2016-2017 y los porcentajes de los datos anteriores.

Adicionalmente, en la tabla 4, se incluyeron dos indicadores sobre el avance de la informática biomédica en cada entidad: 1) el porcentaje de avance en el proceso de implementación del Expediente Clínico Electrónico (ECE) recopilado por el Instituto Nacio-

Tabla 4. Egresados y escuelas con currículo de informática biomédica en el país en el ciclo escolar 2016-2017

Entidad federativa	Escuelas de medicina	Egresados totales de la entidad	Escuelas que incluyen IB en su currículo	Egresados de escuelas que imparten IB	Porcentaje de egresados que conocen IB respecto al total estatal	Porcentaje de egresados estatales con conocimiento de IB respecto al total nacional	Avance de implementación de ECE en la entidad ^a	Número de unidades médicas con sistemas de tele salud ^b
AGU	2	197	0	0	0%	0%	100%	11
BCN	7	546	4	436	79.8%	2.8%	80%	6
CAM	2	116	0	0	0%	0%	20%	7
CHP	11	471	5	164	34.8%	1.0%	80%	18
CHH	6	420	2	2	0.5%	0.01%	90%	42
CMX	17	4025	7	2466	61.2%	15.8%	---	33
COA	4	166	3	143	86.1%	0.9%	20%	10
COL	2	110	0	0	0%	0%	100%	4
DUR	5	291	1	8	2.7%	0.05%	100%	30
GUA	4	143	1	26	18.1%	0.1%	20%	4
GRO	2	160	2	160	100%	1.0%	---	29
HID	4	283	0	0	0%	0%	90%	15
JAL	19	1586	0	0	0%	0%	30%	7
MEX	12	1256	5	169	13.4%	1.0%	---	26
MIC	3	539	0	0	0%	0%	40%	8
MOR	3	184	1	139	75.5%	0.9%	---	16
NAY	3	176	1	0	0%	0%	20%	12
NLE	4	912	0	0	0%	0%	60%	35
OAX	3	362	1	124	34.2%	0.8%	50%	26
PUE	8	455	0	0	0%	0%	70%	22
QUE	4	180	0	0	0%	0%	95%	15
ROO	2	63	0	0	0%	0%	10%	10
SLP	4	153	0	0	0%	0%	---	32
SIN	5	507	2	0	0%	0%	90%	21
SON	4	185	1	0	0%	0%	---	14
TAB	7	301	1	0	0%	0%	85%	11
TAM	10	767	2	194	25.2%	1.2%	---	25
TLA	1	213	0	0	0%	0%	30%	8
VER	4	479	0	0	0%	0%	---	14
YUC	3	255	0	0	0%	0%	100%	12
ZAC	2	114	1	114	100%	0.7%	---	22
TOTAL	167	15615	40	4145	26.5%			

Nota: a) Datos tomados del INSP (2015). b) Datos tomados del Cenetec (2018).

nal de Salud Pública (INSP), y 2) el número de unidades médicas estatales con algún programa de telesalud indicado por el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (Cenetec). Esto con el fin de conocer dos aspectos de la informática biomédica ya funcionando, con los que tendrán que interactuar los nuevos médicos y, por lo tanto, poder observar la pertinencia de incrementar las asignaturas de IB en los planes de estudio.

En la Figura 1 es posible apreciar la distribución geográfica de la ubicación de las escuelas que imparten educación en informática biomédica en el país.

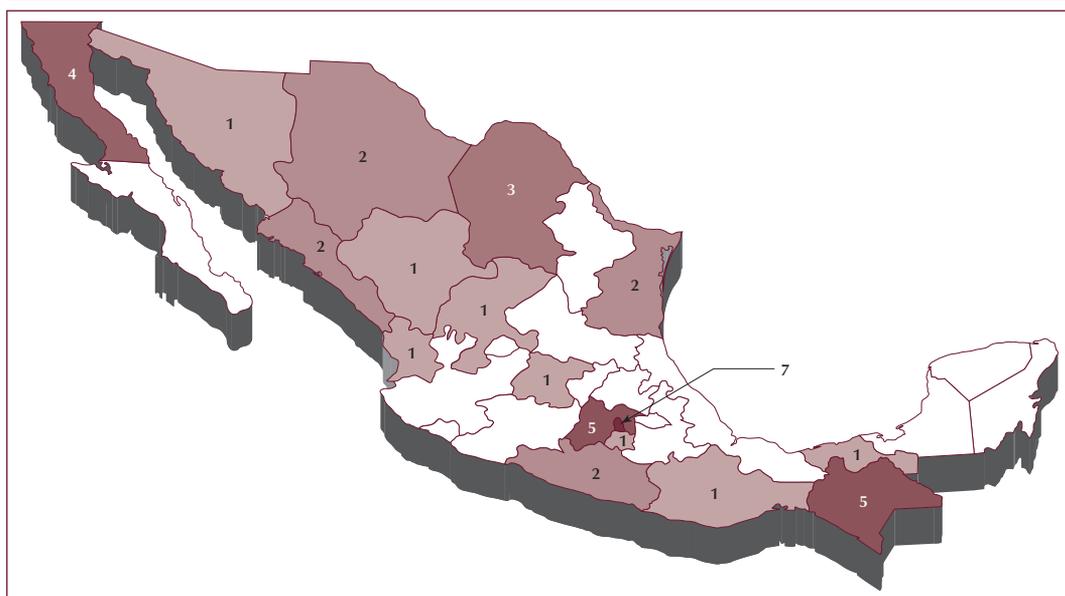
Posgrado

No se encontraron registros, en el Sistema Nacional de Residencias Médicas, sobre la existencia de alguna especialidad actual en informática biomédica para los médicos.

Respecto a los posgrados, no se halló ningún programa que ostentara el nombre de informática médica, biomédica o similar o que diera la idea, de forma nominal, de estar relacionada con estos tópicos.

En salud pública, se encontraron 11 programas de maestría y 2 de doctorado en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Una maestría cuenta con la línea de investigación “informática aplicada a la salud”; otra tiene la opción de “comunicación e in-

Figura 1. Número de instituciones por entidad federativa que imparten educación en informática biomédica en México



formática”; y, en la tercera, se tiene el área de concentración de “bioestadística y sistemas de información”. Los programas de doctorado no indican que entre sus líneas de investigación esté la informática biomédica. Del total de 13 programas de posgrado en salud pública, en el 23% se cultiva algún aspecto relacionado con la informática biomédica.

Discusión

Como ya se mostró, en las escuelas y facultades donde se imparte alguna asignatura relacionada con la informática en general, se encontró que, en el 43.8% de dichos centros, se imparte al menos una asignatura relacionada con la informática, biomédica o básica, y es solamente en el 24.7% en el que se imparte educación específicamente relacionada con la informática biomédica. En los posgrados, solo se tiene como línea de investigación en programas de salud pública, pero no hay ningún programa especializado en la materia, lo que limita el número de investigaciones y cuadros especializados que puedan brindar educación a las nuevas generaciones. Comparativamente, en una investigación de 2011, en Estados Unidos (Kampov-Polevoi y Hemminger, 2011), se reportaron 73 instituciones que impartían 636 cursos relacionados con la informática biomédica, mientras que, en México, en 2018, se contabilizan 40 instituciones, que imparten 46 cursos de IB, por lo que, dada la distancia en tiempo, puede apreciarse el relativo retraso del país en la materia. No es posible precisar con mayor exactitud esta carencia, ya que no se han encontrado trabajos científicos publicados al respecto.

A partir de lo anterior, se puede asumir que existe aún una importante carencia en la enseñanza de las tecnologías de la información y comunicaciones, en general, y de informática biomédica, en específico, a los futuros médicos. Esto redundará negativamente en el desarrollo de un ecosistema de los sistemas de informática biomédica (SIB) en el país, ya que, al haber pocos especialistas, hay poca investigación, formación de estudiantes, reglamentación insuficiente, industria y aún usuarios.

Fortalecer la enseñanza de la informática biomédica en licenciatura

Una primera propuesta para contrarrestar lo anterior es, por supuesto, incrementar el número de cursos de IB en las escuelas de medicina. Para ello, se deben conocer las razones por las que existen instituciones que no incluyen esta formación en su plan curricular y buscar atender estas primeras causas. Si bien, es en el interior de las instituciones donde se decide el tipo de infor-

mación que se imparte en las mismas, resultaría un ejercicio notable si estas pudieran tomar como modelos experiencias en las escuelas que ya imparten educación en informática biomédica, o al menos consultar a los expertos en la disciplina o instituciones, como la Asociación Mexicana de Informática Médica (AMIM), la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina (AMFEM) o la misma ANUIES, de tal forma que puedan comenzar a partir de trabajo ya realizado.

Como se mencionó, el trabajo realizado por la International Medical Information Association (IMIA), respecto a las competencias y conocimientos que debería poseer las personas interesadas en algún aspecto de la informática biomédica, es también un buen referente para establecer objetivos en la integración de la educación de esta asignatura a los médicos. Nuevamente, queda en manos de las escuelas de medicina definir el tipo de conocimiento que consideran que sus egresados deben contar; esto es en función de la infraestructura, el contexto y la realidad del sistema de salud mexicano, entre otros aspectos, ya que este será su campo natural de trabajo, al igual que los recursos humanos, materiales y financieros de las instituciones de educación.

Se propone seguir las consideraciones que una comisión de The Lancet, codirigida por Frenk y Chen (Frenk et al., 2010), concluyó sobre la educación en salud pública y que se asume pueden ser también válidas para la educación en informática biomédica:

1. Adopción de educación basada en competencias que se adapten al sistema nacional de salud del país; que tome en cuenta experiencias internacionales e incluso modelos de implementación y enseñanza exitosos de otros países, especialmente de países cercanos culturalmente: Colombia, Cuba, Argentina, o también de España, Dinamarca, Inglaterra, Francia, Nueva Zelanda o Australia, que, si bien no son similares, son referentes por sus logros en salud en general y en el uso de las TIC en salud en particular.
2. Promover la educación transdisciplinaria, en el sentido de que el conocimiento no se limite solo a la salud, sino que tome en cuenta las demás disciplinas académicas, como la informática, gestión de sistemas y proyectos, manejo de personal, ética y aspectos legales del uso de las TIC, entre otras que han sido recomendadas por los marcos de trabajo internacionales. Se deben promover también las relaciones de colaboración entre estudiantes, el mismo profesor y demás actores involucrados en el proceso de enseñanza.
3. Utilizar las TIC de forma masiva. Debido a que, en parte, de esto trata la informática biomédica, no se concibe la educación en esta asignatura, si no es con el uso intensivo y extensivo de los diversos sistemas de la infor-

mática, desde plataformas para la enseñanza en línea, redes sociales para interacción entre estudiantes, foros de discusión y bibliotecas especializadas, hasta herramientas funcionando en el sistema nacional de salud, como expedientes clínicos electrónicos, sistemas de manejo hospitalario, subsistemas del sistema nacional de información en salud, sistemas de telesalud, etcétera.

4. Adecuar los casos de estudio y herramientas presentadas por el profesorado a la realidad nacional. Fortalecer programas de intercambio de estudiantes entre instituciones o en otros países donde la informática biomédica tenga mayor presencia.
5. Capacitar a profesores de las escuelas de medicina, donde ya se imparte la asignatura en los aspectos de la informática biomédica más recientes, antes o a la par de que aquellos brinden educación a los alumnos. Adecuar el contenido curricular a las nuevas formas del ejercicio de la medicina, a partir del arribo de la informática biomédica y crear el material didáctico en conformidad con estos nuevos contenidos.
6. Comentar en el país la urgencia del avance de los sistemas de informática biomédica, sus beneficios y análisis crítico del funcionamiento de los mismos, analizando casos de estudio de los subsistemas de salud federales y estatales. Es decir, involucrar a todos los actores sociales en el contexto de la salud y la educación.
7. Establecer mecanismos de planeación que involucren a los secretarios de educación y salud, con todas sus dependencias involucradas, asociaciones profesionales, como la AMIM, la ANUIES, la comunidad académica, la industria y los medios de comunicación, para superar la fragmentación de estos grupos y establecer metas, prioridades, comenzar a programar políticas, rutas de acción y cubrir la demanda de profesionistas de la salud de acuerdo con las necesidades sanitarias de la población. En este proceso, se debe establecer una agenda de igualdad de género, así como la igualdad de oportunidades en las distintas áreas geográficas, dando especial atención a estudiantes de áreas marginadas o aquellas que se sabe tienen poco avance en los aspectos de las TIC en la salud.
8. Expandir el alcance de los centros académicos, modificando la participación de los alumnos en hospitales hacia la atención a la comunidad, en pos de un sistema de educación más responsable y dinámico. Es decir, que las prácticas y clases en hospital de los programas de estudio incluyan también visitas a comunidades, centrando los objetivos en las acciones de prevención y en el primer nivel de atención.

9. Fomentar la investigación crítica para movilizar el conocimiento científico, deliberación ética, razonamiento público y debate para generar una transformación de la sociedad, por medio de la participación de entidades como Conacyt, consejos estatales de ciencia y las mismas instituciones educativas, a través de procesos de evaluación periódicas de programas y objetivos.

Para formalizar y lograr los puntos mencionados, se requiere realizar investigaciones en cada uno de ellos para proponer mecanismos de desarrollo e implementación más precisos.

Creación de posgrado en informática biomédica

Además del incremento en el número de cursos de IB, la creación de un posgrado en el tema ayudará a fortalecer y acelerar su inclusión en el sector salud, ya que se formarían cuadros encaminados a la investigación, docencia y por supuesto desarrollo de este tipo de sistemas acordes a las problemáticas, recursos y necesidades en las instituciones del sistema de salud del país.

Nuevamente los lineamientos de la International Medical Information Association (IMIA) serían muy útiles en la etapa de planeación del posgrado, a fin de determinar el enfoque que debería tener. Además, se propone que el posgrado considere los siguientes aspectos en su definición:

1. Carácter transdisciplinario. La informática médica es una disciplina que, al involucrar la aplicación de las TIC en la salud, también incluye a los profesionistas de disciplinas que concurren en el ejercicio de la IB, además del personal de salud, tales como ingenieros, abogados, licenciados, administradores, etc. Por lo anterior, para lograr procesos de desarrollo y adopción de sistemas efectivos, es necesario hacer partícipes a dichos profesionistas, quienes, por otro lado, deben compartir un conjunto de conocimientos comunes, para poder establecer un diálogo efectivo en los proyectos que implican a las TIC en salud. El posgrado, entonces, debe ser abierto a este conjunto de perfiles profesionales, que tomen en cuenta su experiencia y capacidades de acuerdo con su formación profesional y que permitan desarrollar las capacidades necesarias para colaborar en proyectos de informática biomédica.

En años recientes el término “multidisciplina” se ha visto superado por el concepto de “transdisciplina”, que designa una manera de abordar el estudio de los problemas como una nueva manera de buscar alternativas a problemas sociales que son complejos y cuya solución

no es alcanzable en forma definitiva y sin generar nuevas problemáticas. Este concepto, se considera, fundamental para una concepción adecuada de la informática biomédica, por lo que más que hablar de la multidisciplinaria y sus características sería apropiado hablar de la IB como un campo transdisciplinario y, de esta manera, encontrar nuevos modos de aplicar su conocimiento en la realidad, así como analizar la problemática aún no resuelta bajo nuevos enfoques y con metodologías diversas.

2. Uso masivo de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un posgrado que fomente el uso de las TIC en la salud debe ser desarrollado con las mismas herramientas que pretende utilizar o al menos con una filosofía de uso pleno de estas tecnologías. Aunque es posible que no se puedan utilizar las herramientas en su totalidad, sí una parte significativa, ya que, de esta manera, se contribuye a diseminar las ventajas del uso de este tipo de tecnologías en la vida diaria y proveer una experiencia real a las personas que las pretenden emplear. Además de esto, el uso de las TIC, en un posgrado de informática biomédica, puede permitir la inclusión de alumnos y docentes que no tengan necesariamente que compartir el mismo espacio físico en todas las actividades del programa de estudios, y así ayudar a su mayor difusión e interés por parte de profesionistas ubicados en latitudes diferentes a la de la institución sede. Algunos tópicos pueden ser enseñados bajo este esquema, mientras que otros, más de forma tradicional con estancias presenciales de los interesados, según los objetivos y metodología necesarios. El uso de las TIC no debe limitarse solamente al proceso de actividades de enseñanza, tales como lectura, atención de clases, resolución de dudas, foros, exámenes, como ya se hace, si no también se podría buscar la utilización de las herramientas en aplicaciones apegadas a la realidad, y no solo como ejemplos ilustrativos para el alumno. Lo anterior implica la participación de las instituciones de salud, en distintos niveles jerárquicos, y aun de las organizaciones gubernamentales encargadas de cumplir algún papel en el ecosistema de salud. En este punto, es necesario definir mecanismos de transparencia y eficiencia en el proceso de selección, adquisición, operación de las herramientas tecnológicas, para que sean realmente utilizadas y no queden solo como cuantiosas inversiones, sin un adecuado proceso de explotación.
3. Fuerte vinculación con el sector profesional. Sin importar si un posgrado en informática biomédica está enfocado a la investigación o a la profesionalización o incluso en un punto intermedio entre ambos aspectos, se considera

de especial interés que se genere un vínculo con el sector profesional del sistema nacional de salud en el país, tal y como sucede con las residencias médicas actuales. Este esquema permite al estudiante estudiar, entender y brindar soluciones a problemáticas vigentes en el sistema nacional de salud. Por supuesto, queda pendiente definir el mecanismo exacto a través del cual se podría generar este vínculo, sin dejar de tomar en cuenta el aspecto mencionado anteriormente con respecto a la utilización de las TIC en un posgrado de este tipo. Se visualizan algunas opciones de vinculación: a) que la totalidad de programa de posgrado sea realizado en una institución de salud; b) la realización parcial del programa de posgrado en alguna institución de salud, ya sea a través de asignaturas, trabajo final, tesis, proyecto, etc.). Participación para el desarrollo de la tesis o trabajo final en un proyecto generado en una institución de salud, a la cual el estudiante se adhiera y pueda cumplir con los requisitos de esta etapa del posgrado. Además, es deseable que la mayoría de los profesores del programa también estén en contacto con el medio hospitalario en forma directa.

4. Utilizar distintas modalidades de evaluación de capacidades. Los programas de posgrado varían en los requisitos para obtener el grado, pero la mayoría de las veces se establece la publicación de un artículo científico. Aunque el artículo científico es una medida estándar hoy en día de la productividad científica, vale la pena reflexionar la pertinencia de la publicación por este medio del resultado del trabajo realizado en un posgrado de informática biomédica que –como ya se mencionó– podría estar en un punto intermedio entre la búsqueda de la profesionalización y del fomento de la investigación. Los productos del trabajo de un posgrado podrían ser a) sistemas de cómputo implementados o solo concebidos; b) aplicaciones informáticas en web, para dispositivos móviles, en servidores, sistemas de escritorio; c) arquitecturas de sistemas de información; d) modelos de mejora o automatización de los procesos en las instituciones de salud u otro tipo de resultados, que no necesariamente tendrían cabida en una revista científica, pero que no por ello demeritan el trabajo o lo hacen irrelevante, aun en el ámbito científico-tecnológico de posgrados. Si bien el artículo científico ha sido tradicionalmente la herramienta a través de la cual se dan a conocer los resultados de los trabajos de investigación, vale la pena probar nuevos mecanismos que reflejen los resultados obtenidos en un foro adecuado. Lo anterior va en contra de las políticas de los organismos encargados de evaluar y comprobar el desempeño de los

estudiantes y los programas de posgrado, por lo que un cambio en este aspecto no es fácil. Sin embargo, es un ejercicio útil definir estos otros medios de evaluación y estudiar la pertinencia que pueden tener en beneficio del sistema nacional de salud y del estudiante.

Conclusiones

Un número aún reducido de instituciones de educación en medicina en México integra en su planes de estudio asignaturas de informática biomédica o solo de informática, lo que pone de manifiesto la carencia de médicos con formación en el uso de los sistemas de informática biomédica y que se encuentren listos para utilizarlos en su labor cotidiana o, más aún, para evaluar o proponer nuevos sistemas. Por el contrario, cuando el personal de salud desconoce estos sistemas de informática, se impide el desarrollo de más SIB y sus mejoras, lo que genera un círculo vicioso.

La situación anterior se complica cuando se considera que existen estados de la República, donde ningún estudiante de medicina ha recibido este tipo de capacitación en la educación formal.

Este hecho es, sin duda, un factor que puede ayudar a explicar por qué aún los diversos sistemas de informática médica no han tenido un desarrollo y adopción mayor en el sistema nacional de salud. Hacen falta médicos en el campo laboral capaces de explotar esta herramienta, en forma útil para todos los actores involucrados y que, por lo tanto, apoyen e incluso exijan la puesta en marcha de estas tecnologías.

Además del incremento de escuelas de medicina que impartan educación en informática biomédica, es necesario realizar modificaciones a la manera en que se ha planteado la educación, a fin de lograr un cambio de paradigma y profundizar en la difusión de los sistemas de informática biomédica.

Se han presentado algunos puntos que podrían alentar lo anterior. Sin embargo, es en las instituciones educativas, y, más aún, en los responsables de la toma de decisiones de salud nacionalmente, con que se pueden generar programas de impulso a la adopción de la informática biomédica en el sistema nacional de salud, ya que la educación es un primer paso, pero es necesaria una política y medidas de desarrollo y adopción de sistemas de información aplicados a la salud, además de profundizar en las investigaciones realizadas sobre el tema en el país.

Agradecimientos

A la Dra. Lina Sofía Palacio Mejía, al Dr. Ernesto Suaste Gómez, a la Dra. Argelia Tiburcio Sánchez y al M. en C. Daniel Jiménez

Álvarez, por las aportaciones y sugerencias realizadas al trabajo. Al Conacyt por la beca otorgada para realizar este estudio.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- AMIA. (2017). Definition of biomedical informatics. Recuperado de <https://www.amia.org/biomedical-informatics-core-competencies>
- ANUIES. (2018). Anuarios Estadísticos de Educación Superior 2016-2017, nivel licenciatura. Recuperado de http://www.anui.es.mx/gestor/data/personal/anui.es05/anuario/ANUARIO_EDUCACION_SUPERIOR-LICENCIATURA_2016-2017.zip
- Cenetec. (2018). Observatorio telesalud. Información por estados (Fichas de identificación) en 2018. Recuperado de <https://cenetec-difusion.com/observatorio-telesalud/informacion-por-estados-fichas-de-identificacion/>
- Conacyt. (2018). Datos estadísticos-bases de datos abiertas. Recuperado de http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/DATOS_ESTADISTICOS_DESPLEGABLE.php
- DGCES. (2018). SEDES Y SUBSEDES. Recuperado de <http://dgc.es.salud.gob.mx/becarios/sedesSubsedes.php>
- Frenk, J., Chen, L., Cohen, J., Crisp, N., Evans, T., Fineberg, H., ... Zurayk, H. (2010). The Lancet Commissions Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *The Lancet*, 376, 1923-1958. doi: 10.1016/S0140-6736(10)61854-5
- Gertrudiz, N. (2010). e-Salud: El caso de México. *Latin American Journal of Telehealth*, 2(2), 127-167.
- Gutiérrez-Martínez, J., Núñez-Gaona, M. A., y Aguirre-Meneses, H. (2015). Business model for the security of a large-scale PACS, Compliance with ISO/27002:2013 Standard. *Journal of Digital Imaging*, 28, 481-491. doi: 10.1007/s10278-014-9746-4
- Haux, R. (2006). Health information systems –past, present, future. *International Journal of Medical Informatics*, 75(3-4 special issue), 268–281. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2005.08.002
- Hernández-Ávila, J., Palacio-Mejía, L., Lara-Esqueda, A., Silvestre, E., Agudelo-Botero, M., Diana, M., ... Parbul, A. (2012). Assessing the process of designing and implementing electronic health records in a statewide public health system: the case of Colima, Mexico. *Journal of American Medical Informatics Association*, 20(2), 1-7. doi: 10.1136/amiajnl-2012-000907
- Hersh, W., Boone, K., y Totten, A. (2018). Characteristics of the healthcare information technology workforce in the hitech era: underestimated in size, still growing, and adapting to advanced uses. *JAMIA Open*, 1-7. <http://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooy029>
- Hersh, W., Margolis, A., Quirós, F., y Otero, P. (2010). Building a health informatics workforce in developing countries. *Health Affairs*, 29(2), 275-278. doi:10.1377/hlthaff.2009.0883
- Hovenga, E., & Grain, H. (2016). Learning, training and teaching of health Informatics and its evidence for informaticians and clinical practice. *Evidence-Based Health Informatics*, 222, 336-354. doi: 10.3233/978-1-61499-635-4-336

- Kampov-Polevoi, J., y Hemminger, B. (2011). A curricula-based comparison of biomedical and health informatics programs in the USA. *Journal of American Medical Informatics Association*, 18, 195-202. doi: 10.1136/jamia.2010.004259
- Lavariega, J. C., Garza, R., Gómez, L. G., Lara-Díaz, V. J., y Silva-Cavazos, M. J. (2016). EEMI-An electronic health record for Pediatricians: Adoption barriers, services and use in Mexico. *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics (IJHISI)*, 3, 57-69. doi:10.4018/IJHISI.2016070104
- Lucas, H. (2008). Information and communications technology for future health systems in developing countries. *Social Science and Medicine*, 66(10), 2122-2132. doi: /10.1016/j.socscimed.2008.01.033
- Mantas, J., Ammenwerth, E., Demiris, G., Hasman, A., Haux, R., Hersh, W., ... Wright, G. (2010). Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on education in biomedical and health informatics. *Methods of Information in Medicine*, 49(2), 105-120. doi.org/10.3414/ME5119
- Merino Casas, M. J., Ruiz Zavala, J. H., Demanos Romero, A., Martínez Franco, A. I., Martínez González, A. A., Vives Varela, T., ... Jurado Núñez, A. G. (2016). Percepción de la utilidad del Expediente Clínico Electrónico en un Instituto Nacional de Salud. *Revista CONAMED*, 21(4), 186-191. Recuperado de <http://www.dgdi-conamed.salud.gob.mx/ojs-conamed/index.php/revconamed/article/view/517/804>
- Negrete Martínez, J. (2018). Historia de la Informática Médica. Recuperado de <http://www.facmed.unam.mx/emc/computo/infomedic/historiapag.htm>
- Oluoch, T., y Keizer, N. (2016). Evaluation of health IT in low-income countries. En E. Ammenwerth y M. Rigby (Eds.), *Evidence-based health informatics* (pp. 324-335). IOS Press. doi: 10.3233/978-1-61499-635-4-324
- Sánchez, M. (2015). La informática biomédica y la educación de los médicos: un dilema no resuelto. *Educación Médica*, 16(1), 93-99. doi: 10.1016/j.edumed.2015.04.012
- Sánchez-Mendiola, M., Martínez-Franco, A. I., Lobato-Valverde, M., Fernández-Saldivar, F., Vives-Varela, T., y Martínez-González, A. (2015). Evaluation of a biomedical informatics course for medical students: a pre-posttest study at UNAM, Faculty of Medicine in Mexico. *BMC Medical Education*, 15(64), 1-12. doi: 10.1186/s12909-015-0349-7
- Sánchez-Mendiola, M., Martínez-Franco, A. I., Rosales-Vega, A., Villamar-Chulin, J., Gatica-Lara, F., García-Durán, R., y Martínez-González, A. (2013). Development and implementation of a biomedical informatics course for medical students: challenges of a large-scale blended-learning program. *Journal of American Medical Informatics Association*, 20, 381-387. doi: 10.1136/amiajnl-2011-000796
- Sánchez Mendiola, M., y Martínez Franco, A. I. (2014). *Informática biomédica* (2ª ed.). México: UNAM/Elsevier.
- Shortliffe, E., y Blois, M. (2006). The computer meets Medicine and Biology: Emergence of a discipline. En E. Shortliffe y J. Cimino (Eds.), *Biomedical Informatics. Health Informatics* (pp. 3-45). Nueva York, EE UU: Springer. doi: 10.1007/0-387-36278-9_1

Instituto Politécnico Nacional

Mario Alberto Rodríguez Casas
DIRECTOR GENERAL

Héctor Leoncio Martínez Castuera
SECRETARIO GENERAL

Jorge Toro González
SECRETARIO ACADÉMICO

Juan Silvestre Aranda Barradas
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Luis Alfonso Villa Vargas
SECRETARIO DE EXTENSIÓN
E INTEGRACIÓN SOCIAL

María Guadalupe Vargas Jacobo
SECRETARIA DE SERVICIOS EDUCATIVOS

Reynold Ramón Farrera Rebollo
SECRETARIO DE GESTIÓN ESTRATÉGICA

Jorge Quintana Reyna
SECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN

Eleazar Lara Padilla
SECRETARIO EJECUTIVO DE LA
COMISIÓN DE OPERACIÓN Y FOMENTO DE
ACTIVIDADES ACADÉMICAS

José Cabello Becerril
SECRETARIO EJECUTIVO DEL PATRONATO DE OBRAS
E INSTALACIONES

José Juan Guzmán Camacho
ABOGADO GENERAL

Modesto Cárdenas García
PRESIDENTE DEL DECANATO

“La Técnica al Servicio de la Patria”
www.ipn.mx

INNOVACIÓN
EDUCATIVA



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"



www.innovacion.ipn.mx

Software Ecosystem of electronic medical record to facilitate the exchange of inter institutional information

Case study in a fragmented health system

Israel Huerta-Ibarra
DCTS, CINVESTAV
Ciudad de México, México
ihuertai@cinvestav.mx

Ernesto Suaste-Gómez
DCTS, CINVESTAV
Ciudad de México, México
esuaste@cinvestav.mx

Lina Sofía Palacio-Mejía
Catedras CONACYT, INSP
Cuernavaca, Mor. México
lpalacio@insp.mx

Abstract—A brief description of the software ecosystem of the electronic clinical record in the National Health System in Mexico is presented from a point of view of the organizational, business and software structure. According to the characteristics identified and considering the traits presented in Mexico, we propose actions to strengthen the ecosystem. An architecture is proposed in which the electronic clinical record facilitates the exchange of information and the integration between the actors, thus allowing a more active role of the users and of all the elements participating in the ecosystem

Keywords—Expediente clínico electrónico, ECE, Ecosistema de software, EMR, Electronic Medical Record, EHR, Electronic Health Record, software ecosystem, SECO.

I. INTRODUCTION

The National Health System, NHS, in Mexico is made up of a public sector composed of institutions that provide health care with partial or total financing of the State and a private sector in which the user is the one who covers the total expenses of his attention [1]. Although all institutions are part of the NHS, because of their population, human resources, materials, budget and functioning, they can be analyzed as a system in itself, so that the NHS presents a high fragmentation and little integration between institutions [2].

An electronic medical record, EMR or expediente clínico electrónico, in Spanish, ECE, is defined by ISO as "a repository of information concerning the health status of an individual, in a processable format by a computer" [3]. Its purpose encompasses a range of options: from maintaining longitudinal information on the patient's medical history to alerting physicians to possible cross-medication [4].

In Mexico, several proposals for EMR have been made [5]–[9]. There are systems in some health institutes from the political states and ministries. According to data from 2012 of the National Center for Technological Excellence in Health, CENETEC, [10] in the country, 88% of the states had EMR initiatives and development projects, while 12% had no progress in this area. In the states that had some initiative 42% were in an initial stage, 45% in an intermediate state while 13% in an advanced stage. An important aspect to consider in EMR functionality is interoperability. In this regard, it should be mentioned that in the same study, CENETEC reports that 49% of systems have a low capacity to interoperate, 13% average capacity and 38% high capacity.

In the NHS, the EMR developments are classified within the concept of Electronic Health Record Information Systems, SIREs, which can be certified by the federal government, through the Directorate General of Health Information, DGIS, when they comply with the regulations that govern them, the official norm NOM-024-SSA3-2012 [11]. At the time of writing the present work, there were 9 systems that have a certificate of compliance with the standard [12] although there are others operating in health facilities that have not been certified yet. The above is indicative of the existence of a market and offer of EMR systems.

In Mexico, in 2011, Lozano González [13], reported that there were 44.9 million electronic records in the national health system, excluding private institutions, and that 21% of public, federal or state medical units had an EMR in operation and 41% had it as a project.

There are still state health systems and private institutions that do not have an EMR in addition that the interoperability is perceived distant. On the other hand, the patient does not have

access to the information in his record more than when he goes to health institutions nor can they contribute to the enrichment of their registry with information that has not been expressly requested by the attending physician. Due to the above, this proposal is presented to guide the dossier towards patients and thus promote the strengthening of the software ecosystem in order to accelerate the implementation, operation, development of innovative solutions of the electronic records. Improve direct and frequent interaction with users, expanding and facilitating participation in the market of actors who develop computer applications that allow the above, ie leave the electronic medical record in favor of the generation of an electronic health record, EHR [14].

A. Software ecosystems

Manikas [15], defines the software ecosystem, SECO, as "The interaction between software and actors in relation to a common technological platform, resulting in a set of contributions and direct or indirect influences on the ecosystem." It should be noted that interaction is a fundamental aspect in the definition as well as the concepts of actor and software and the contributions of these to the ecosystem itself.

Christensen [16] establishes that the architecture of a software ecosystem can be characterized by three components: a) Organizational structure, b) Business structure and c) Software structure. These three components are related in such a way that the software structure, infrastructure or technological platform itself is the central element whose use and intervention generates a value, monetary or not, to all the actors of the ecosystem. This platform is understood and described by the business structure. The interaction and organization between the actors and the software is described in the organizational structure. With these three elements it is possible to describe a SECO in which the characteristics of the development environment can be observed.

The functional objective of a software ecosystem is to allow large-scale and complex software projects, such as an EMR, to be performed without centralized management [17] thanks to the participation of external actors, in such way that the increasing of innovation, offering of solutions and participation in the market of more actors is promoted [18].

B. EMR software ecosystem in Mexico

As a result of a documentary research and interviews carried out to various actors by the authors and with a complete report in preparation, it was determined that the EMR ecosystem in the NHS in Mexico is conformed as follows:

1) Organizational structure.

Each institution that forms the NHS presents autonomy for the development of the EMR, but this should adhere to the existing regulations: NOM-024-SSA3-2012 [11], which dictates, in a general way, technological aspects that must fulfill the developments. Regarding the privacy and protection of personal data, the Federal Law on Transparency and Access to Public Information [19] and the Federal Law on the

Protection of Personal Data held by Individuals [20], in addition to state regulations on data protection are those that govern [21].

The orchestrator is the General Health Council, GHC, as this is the actor who issues guidelines that issues the lines of action in the NHS. This structure also identifies the Directorate General of Health Information, DGIS, as an operative element of the orchestrator, since it is this agency that is responsible for certifying and collecting the information generated in the EMR for federal health information systems.

Hosts are the institutions that make up the NHS and require the record for medical practice. Their numbers are practically fixed in the public sector and with more variation in the private sector [22]. In addition, in the first case, the records are general throughout all the institution while in the second there may be files for each clinic.

The group of external developers is composed of private companies that sell or develop EMR either by the computer departments of the institutes that develop them or a mixture of both.

The relations between the actors are governed by the normativity or specific agreements of collaboration, made on the initiative of the actors or the orchestrator.

2) Business structure.

The present records present a diversity in: owners of the final software, team of developers, interaction between developers and hosts. The value that has been generated among the medical and administrative staff of the hospital is economic because of the savings of resources, improvement in patient care, increased innovation in the possibilities of services offered, speed and ease in services that are provided by sharing the information opportunely. The above aspects also have an impact on the generation of a monetary value in health institutions for the resources saved and on the developers by the market placement of their product.

3) Software structure.

The software that fulfills the functions of the EMR has had a variety of implementations and different degrees of compliance of the respective norm. There is no single system implemented in all institutions. Each one, as already mentioned, has its own version that shares characteristics in some cases. The ability to allow information exchange in systems is still low and although technologically possible it is not used. Although international standards and catalogs such as HL7 and CIE10 are used, not all implementations have them.

From the analysis of the three structures we can conclude:

- As specified in NOM-004-SSA3-2012 [23], the medical record is property of the institution in which the patient's data was collected even though the patient is the owner of the same.
- There is no single technological platform for the electronic medical record.

- The ecosystem has few real and potential actors.
- There is regulation that guides the development of record and referring to the management of the data of the users, however, it does not contemplate the existence of a software ecosystem.
- There are human resources, in the market, to allow a diversification of the ecosystem in terms of developers of technological solutions.
- The development is centralized and actually controlled by the hosts but could be opened to new companies and organizations in a different way than has been done so far.
- No participation of civil society has been detected, it would be interesting to investigate if it would be possible and beneficial.
- The diversification of the ecosystem would allow an advance towards the exchange of information between the institutions.
- EMR developments are economically expensive and require long periods of time.
- Implementations may become less functional for the physician or difficult to interact with.
- Medical personnel, in some cases, require basic computer training.
- There is insufficient human and material resources available to medical informatics in health institutions.

II. PROPOSAL

According to the current software ecosystem of the EMR, to the political, economic, social and regulatory situation of the health sector in this matter and after a bibliographic review examining the advances in other health systems, we propose some measures that could strengthen the EMR ecosystem aimed at:

- Focus the clinical record on the patient, allowing a greater interaction of this and other actors with the information of their health, ie promote an electronic health record.
- Facilitate the innovative development of technological solutions that allow the actors to fulfill their role within the scheme of health care.
- To allow the growth of the ecosystem with the consequent generation of value for all participants.

The proposed actions are:

- Creation of an open software platform and accessible to developers. It is proposed that a single platform for the EHR would be defined, at least in terms of protocols, architectures, technologies, way of exchanging information and how information is captured or queried from a logical layer designed for this purpose. It is envisaged that mature technologies will be adopted for the exchange of information. This would be defined by the ecosystem orchestrator.
- Direct the operation of the ECE towards the user, increase their participation towards the data contribution. This should allow users to have more interaction with their information, unless they should be allowed to provide data on habits and lifestyle that contribute to their health information. At this point it is important to establish a mechanism to consult information capable of distinguish the different profiles of who is requesting it, according to the scientific literature on the current topic [24].
- To favor the diversification of the EHR ecosystem with respect to external developers. This diversification is achieved by allowing the entering of new developers into the technological generation of new applications that allow the capture and consultation of the information of each user within the regulatory frameworks that have been defined.
- Modify the regulatory framework to allow the participation of external developers, users and information exchange between NHS institutions always maintaining the confidentiality of users' data and considering ownership of them.
- Health institutions and subsystems would be responsible for keeping patient data accessible to other actors in the ecosystem according to the guidelines indicated by the orchestrator. The infrastructure would be owned by the institutions as well as the necessary

Fig. 1 shows schematically the EMR software ecosystem: Some institutions have an electronic implementation of the record, while others continue to keep records on paper. There is normativity for the development of the systems, an authority capable of certifying that the systems comply with the norm, guides of information exchange and proposals of models, nevertheless the degree of progress in the matter is not uniform and there is no exchange of information between such systems.

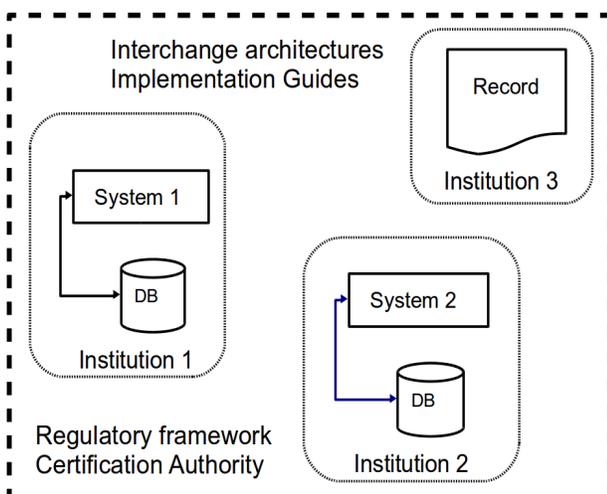


Fig. 1. EMR current ecosystem

mechanisms to be able to keep this information accessible to the other actors in addition to establishing mechanisms so that in case it was not possible to consult or add information from the patient at a given time, it could be possible in a later period according to criteria also established by the orchestrator.

- Provide mechanisms to assure security of the user's data at all times. The consultation or aggregation of data would be possible only by certain profiles perfectly identified and always with a traceability of the actions with the consent of the user and only in certain specific cases, such as emergency care, consultation of the same even without the consent of the holder but by perfectly identified and validated profiles. It is important to consider in this section that the data should pass through the entire channel encrypted in such way that only the receiver, after verification and approval of their identification credentials, could correctly visualize this data.
- Establish mechanisms so that the data can be consulted or added from various terminals such as computer, mobile devices, cell phones or other specialized devices, such as laboratory machines, for example, also after an identification process.
- Do not start from scratch with a new model of record. It is necessary to take advantage of existing developments in various institutes and health systems. In these cases it is proposed that the information exchange layer be the one that allows to adapt the existing information to the global ecosystem in case of queries and in case of updating it also would be responsible for keeping the new information as it should be and delivered to the addressee system in the correct format. In other words, it is proposed to use the simile of a "virtual machine" that allows any already operating electronic record to interact with the ecosystem with little change in the existing structure and stored data.
- Establish funding mechanisms with benefit and value generation for all ecosystem actors. Some mechanisms can be: payment between hosts and external developers by consultation or addition of information. This charge could be integrated into the budget of health institutions as a collection of care. At this point, more research is needed to establish viable proposals for all actors.
- Consider the case of rural areas where access to technology is scarce even in conventional or cellular telephony and even in electric power. It could be considered to continue to use a universal paper format for later capture in the patient's record. This capture would be performed at the health institution where the patient receives medical care in a second or third level

hospital with access to the necessary resources through a module established for that purpose.

Fig. 2 graphically shows the proposed architecture with three cases.

In the case of institution one, there is already an EMR running with a database, DB, with the data of the users and a system, the EHR as such. In this case, the exchange layer functions as an interface between existing data and the rest of the ecosystem. In this model the exchange layer is in charge of making the necessary adjustments for the query or annexation of data, does not interact directly with the EMR since this and its query to the data should not be altered.

In institution two, the electronic clinical record system was implemented from the beginning with the architecture and specifications generated at the end of the model proposed by a project like the present, so that the system is ready to interact with the ecosystem from its planning. In this case it is not necessary an interoperability layer since the system is designed to work directly with the other actors allowing a query of data of their patients or to add the information coming from the ecosystem.

In the case of institution three, a service provider is represented, such as a laboratory, which does not maintain a patient's health record, instead, it only generates information. In this case there is an exchange layer that allows sending the information generated by the patient's provider to the target institution. Also, in this case, but with a system implemented after completing a project like the one proposed in this work and that therefore follow the established recommendations, the exchange layer would be omitted since, as in the case of a medical institution, the system would be prepared to interact with the other actors of the ecosystem.

III. DISCUSSION

Although there has been an increase in the use of EMR in Mexico, not all NHS institutions currently have a development and their use for the exchange of information and integration of the entire sector is still far. Also the use of the EMR is still exclusive of the physicians and other health personnel. With the emergence and diffusion of technologies such as ubiquitous computing, Internet of Things, IOT, and access of the population to communication devices that allow a near permanent connection to the Internet, it is proposed to modify the use of EHR and direct it to the patient in such way that every one of them can contribute freely with information that can then be stored and analyzed no longer only within a medical record, if not, within an electronic health record.

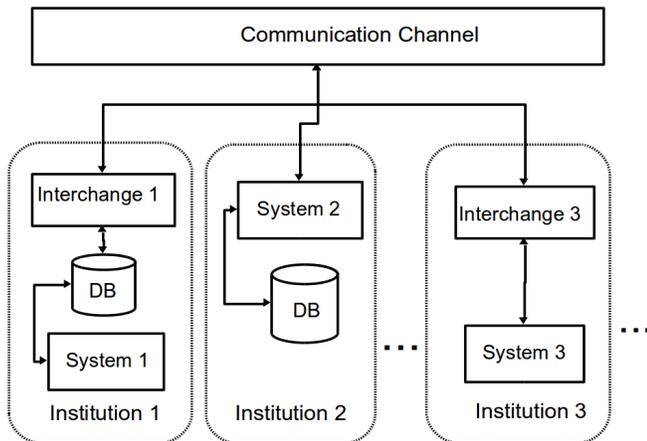


Fig. 2. EHR proposed ecosystem architecture

To achieve this, it is necessary to make modifications to the use of the EMR. Institutions should devote resources to updating their information and communication infrastructure in order to be able to establish their information repositories and EMR systems accessible to other ecosystem actors. The authority at higher level, ie the GHC, through the DGIS or other relevant bodies, should provide more precise guidelines so that the participants of the ecosystem could be integrated. The regulations would have to be modified as well as the current procedures and even the interaction between the institutions.

Although it would be logical to wait for some integration between the actors and then seek the exchange of information, it is proposed to start with the exchange through the EMR and in this way contribute to the integration of institutions. With regard to the health reforms that have been proposed in the NHS in Mexico, this could be an advance that allows universal attention of Mexican citizens in any institution of the system and contribute to achieve a better care.

The technical factors related to the development of an electronic health record, the establishment of a software ecosystem of it, the exchange of information and the integration of medical computer systems, although are not trivial, are possible to achieve with the current technology. Si, it is relevant to ask why it has not been possible, in a health system like Mexico, to cover the mentioned points. It is in the political, economic, institutional normative and social aspects where it is necessary to seek the answer. The approach of software ecosystems includes these aspects, which is why it is considered that analyzing the development and operation of computer systems from this perspective is adequate as it provides an overview of the problem that go beyond the technical aspect.

IV. CONCLUSIONS

The EMR software ecosystem allowed doing an evaluation of its three structures and describe it which allows to propose a general architecture of an EHR, that is, by definition, user-oriented and where the elements of the ecosystem are

integrated and facilitate the exchange of information between them for the benefit of users.

In the proposed scheme of ecosystem, a path is beginning to be drawn which could be followed with a view to the integration of institutions in terms of the exchange of information. However, it is necessary to investigate and deepen with more precision the particular mechanisms proposed in this work, however this proposal could be taken as a first guide to guide these works in order to strengthen the ecosystem of the electronic health record seeking the benefits which have already been mentioned.

Software ecosystems are a paradigm that allows the computer systems to have a greater participation and interaction of all the actors involved, which generates and identifies the value for the benefit of each of them and in this way seeks the good health and diversity of the same. This topic is still under investigation worldwide, however the results already present in various ecosystems allow to estimate that it could provide good results in medical informatics in a health system like the Mexican characterized by its fragmentation. In this way the present work is an invitation and first approach to the analysis of medical computing systems from this perspective that could be appropriate for an environment with the current characteristics present in the Mexican Health System.

ACKNOWLEDGEMENT

Conacyt for the financing granted through the scholarship for doctoral studies 167721.

REFERENCES

- [1] O. Gómez Dantés, S. Sesma, V. M. Becerril, F. M. Knaul, H. Arreola, and J. Frenk, "Sistema de Salud de México," *Salud Pública México*, vol. 53, no. 1, pp. S220–S232, 2011.
- [2] OECD, "OECD Reviews of Health Systems: Mexico 2016," Paris, 2016.
- [3] ISO, ISO/TR 20514:2005 Health informatics — Electronic health record — Definition, scope and context. 2005.
- [4] PAHO, "Registros Médicos Electrónicos en América Latina y el Caribe," PAHO, OMS, 2016.
- [5] H. Leal Vázquez, R. Martínez Campos, C. Blázquez Domínguez, and R. Castañeda Sheissa, "Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios," *Rev. Medica Univ. Veracruzana*, no. 228, p. 53, 2011.
- [6] J. C. L. Jarquin, R. Garza, L. G. Gomez, M. J. Silva-cavazos, and V. J. Lara-Díaz, "EEMI - An Electronic Health Record for Pediatricians: Adoption Barriers, Services and Use in Mexico," in *Transactions of the International Conference on Health Information Technology Advancement*, 2015.
- [7] A. Fuentes-Penna and J. Ruiz-Vanoye, "Propuesta de una arquitectura informática para integrar la información de los derecho-habientes en un expediente clínico electrónico integral," *MHSalud*, vol. 10, no. 1, pp. 1–14, 2013.
- [8] J. Hernández-Ávila, L. Palacio-Mejía, A. Lara-Esqueda, E. Silvestre, M. Agudelo-Botero, M. Diana, D. Hotchkiss, B. Plaza, and A. Parbul, "Assessing the process of designing and implementing electronic health records in a statewide public health system: the case of Colima, Mexico," *J Am Med Inf. Assoc*, pp. 1–7, 2012.

-
- [9] S. de S. Ciudad de México, "Sistema de Administración Médica e Información Hospitalaria," 2016. [Online]. Available: <http://samih.salud.cdmx.gob.mx/>. [Accessed: 01-Nov-2016].
- [10] CENETEC, Equipos Médicos Integrados al Expediente Clínico Electrónico, 1st ed. México, DF.: Secretaría de Salud, 2012.
- [11] NOM, NOM-024-SSA3-2012: Sistemas de información de registro electrónico para la salud. Intercambio de información en salud. México: Diario Oficial de la Federación. 30/11/2012, 2012, pp. 1–17.
- [12] DGIS, "SIREs Certificados en la NOM-024-SSA3-2012," 2016. [Online]. Available: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/sires_certificacio.html. [Accessed: 01-Oct-2016].
- [13] J. Lozano González, "Integración del Sector Salud Situación General del Expediente Clínico Electrónico." 4ta. Semana Internacional de Integración del Sector Salud, México, DF., 2011.
- [14] M. Amatayakul, "EHR versus EMR: what's in a name?," *Healthc. Financ. Manage.*, vol. 63, no. 3, p. 24, 2009.
- [15] K. Manikas, "Revisiting software ecosystems Research: A longitudinal literature study," *J. Syst. Softw.*, vol. 117, pp. 84–103, 2016.
- [16] H. B. Christensen, K. M. Hansen, M. Kyng, and K. Manikas, "Analysis and design of software ecosystem architectures - Towards the 4S telemedicine ecosystem," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 56, no. 11, pp. 1476–1492, 2014.
- [17] P. Feiler, R. Gabriel, J. Goodenough, R. Linger, T. Longstaff, R. Kazman, M. Klein, L. Northrop, D. Schmidt, K. Sullivan, and K. Wallnau, "Ultra-Large-Scale Systems: The Software Challenge of the Future," Software Engineering Institute, 2006.
- [18] E. Knauss, D. Damian, A. Knauss, and A. Borici, "Openness and Requirements: Opportunities and Tradeoffs in Software Ecosystems," *Requir. Eng. Conf. (RE)*, 2014 IEEE 22nd Int., pp. 213–222, 2014.
- [19] G. de la República, Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Mexico: Diario Oficial de la Federación. 09/05/2016, 2016, pp. 1–70.
- [20] G. República, Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares. Mexico: Diario Oficial de la Federación. 05/07/2010, 2010, pp. 1–18.
- [21] S. Alcalde, "10 cosas sobre el derecho a la protección de datos personales en el sector salud." CENETEC, Durango, México, 2016.
- [22] DGIS, "Recursos Físicos y Materiales (Infraestructura)," Estadísticas Secretaría de Salud, 2017. [Online]. Available: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/e_rmateriales_gobmx.html. [Accessed: 10-Mar-2017].
- [23] NOM, NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico. Mexico: Diario Oficial de la Federación 15/10/2012, 2012.
- [24] J. L. Fernández-Alemán, I. Carrión Señor, P. Á. Oliver Lozoya, and A. Toval, "Security and privacy in electronic health records: A systematic