

dx.doi.org/10.17488/RMIB.41.1.8

E-LOCATION ID: 886

Marco Técnico de Referencia para la Interoperabilidad de Expedientes Clínicos Electrónicos: Modelo del Dominio

Technical Reference Framework for the Interoperability of Electronic Medical Record: Domain Model

V. M. Morales-Rocha, K. M. Olmos-Sánchez, J. I. Hernández-Hernández, F. Barbosa-Ramírez

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es la modelación del dominio de un marco técnico de compartición e interacción de un expediente clínico electrónico (ECE) entre diversas instituciones de salud, públicas o privadas, como primer paso para lograr un marco técnico de referencia para la interoperabilidad de sistemas de ECE en México. Se ha utilizado el proceso sistemático KMOS-RE para obtener los diversos artefactos que conforman el modelo: el léxico extendido del conocimiento del dominio, los modelos conceptuales del dominio de aplicación y del dominio de la solución y los modelos de estados. Debido a que el diseño e implementación de los sistemas de ECE de cada una de las instituciones de salud se generan de manera independiente, realizar un marco técnico de referencia representa un gran desafío y una gran oportunidad, ya que ofrecerá ventajas importantes, como el hecho de contar con la información clínica de manera oportuna en cualquier institución de salud, la posibilidad de que el propio paciente acceda a su información y la facilidad de realizar investigación clínica a partir de los datos compartidos. Aún cuando la modelación de un dominio es dinámica, el contar con un modelo del dominio lo más preciso posible en este punto, facilitará los siguientes pasos para lograr el marco técnico de referencia propuesto.

PALABRAS CLAVE: expediente clínico electrónico; marco técnico de referencia; modelación conceptual; proceso KMOS-RE

ABSTRACT

This paper presents the domain modeling of a technical framework of sharing and interaction of an electronic medical record among different healthcare institutions, both public or private, as a first step to establish a technical reference framework for the interoperability of electronic medical record systems in Mexico. The artefact that make up the domain model were carried out using the KMOS-RE systematic process. Through this process, the following components have been obtained: the knowledge domain extended lexicon, the conceptual models, one for the application domain and another for the solution domain, as well as the state models. Since the design and implementation of the electronic medical record systems of different healthcare institutions are generated independently, having a technical reference framework represents a great challenge but also a great opportunity, since it will offer important advantages, such as having the clinical information in a timely manner in any healthcare institution, the possibility of the patient accessing their own information and the ease of conducting clinical research from the shared data. Even when a domain modeling is a dynamic task, having a precise domain model at this point will facilitate the next steps to achieve the proposed technical reference framework.

KEYWORDS: electronic medical record; technical reference framework; conceptual modeling; KMOS-RE process

Correspondencia

DESTINATARIO: Victor Manuel Morales Rocha
INSTITUCIÓN: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
DIRECCIÓN: Av. del Charro #450 Norte, Col. Partido
Romero, C. P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México
CORREO ELECTRÓNICO: victor.morales@uacj.mx

Fecha de recepción:

15 de junio de 2019

Fecha de aceptación:

15 de agosto de 2019

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 50 NOM-004-SSA3-2012, el expediente clínico: “se trata del conjunto único de información y datos personales de un paciente, que puede estar integrado por documentos escritos, gráficos, imagenológicos, electrónicos, magnéticos, electromagnéticos, ópticos, magneto- ópticos y de otras tecnologías, mediante los cuales se hace constar en diferentes momentos del proceso de la atención médica, las diversas intervenciones del personal del área de la salud, así como describir el estado de salud del paciente; además de incluir en su caso, datos acerca del bienestar físico, mental y social del mismo” [1]. Por otro lado, en [2], se puntualiza que el expediente clínico es considerado como un documento médico-legal clínico, el cual permite al paciente tener la oportunidad de utilizarlo como un respaldo en el caso de que se presente una negligencia médica.

El objetivo general de este trabajo de investigación es generar un marco técnico de referencia que permita la compatibilidad entre diversos sistemas de ECE que cumplan con la norma oficial mexicana, independientemente de que estos hayan sido desarrollados por diferentes proveedores y en diferentes plataformas tecnológicas, con el fin de facilitar el intercambio de información entre ellos.

Las actividades a realizar para definir el marco técnico de referencia para la compatibilidad de expedientes electrónicos se han dividido en cuatro fases: modelo del dominio, propuesta del marco técnico, desarrollo de un prototipo y pruebas de interoperabilidad. En este trabajo en particular, se describe la primera fase, la modelación del dominio, la cual es de suma importancia, ya que está comprobado que una representación apropiada minimiza los errores de interpretación, lo cuales podrían generar un marco técnico de referencia que no se apegue a la realidad de las necesidades detectadas. Sin embargo, cuando existen diversas fuentes de información y múltiples acto-

res del dominio, cada uno con su visión particular del dominio, y que pueden ser heterogéneos en términos de sus ambientes de operación, obtener un modelo correcto se vuelve una tarea compleja.

El proceso sistemático KMoS-RE (siglas en inglés para *Knowledge Management on a Strategy for Requirements Engineering*) [3] está diseñado para representar el conocimiento especializado de un dominio complejo y facilitar el enriquecimiento de su base de conocimiento a través del uso de técnicas cognitivas incorporadas en un conjunto de actividades basadas en un ciclo espiral de evolución del conocimiento. En este trabajo se presenta la modelación del dominio del marco técnico de referencia, realizado con el proceso KMoS-RE.

Interoperabilidad de sistemas de expediente clínico electrónico

Debido al crecimiento de las Tecnologías de Información y Comunicación, las instituciones de salud han optado por incorporar sistemas de información que gestionan la información de los pacientes, lo que ha dado como resultado el Expediente Clínico Electrónico (ECE), el cual se ha definido en [4], como un “Sistema Informático que almacena los datos del paciente en formato digital, que se almacenan e intercambian de manera segura y puede ser accedido por múltiples usuarios autorizados. Contiene información retrospectiva, concurrente y prospectiva y su principal propósito es soportar de manera continua, eficiente, con calidad e integral la atención y cuidados de salud”.

El ECE debe contener la misma información que un expediente clínico tradicional, de acuerdo a la normativa de cada país en materia de salud. De acuerdo a lo descrito en [5], las principales ventajas de contar con un ECE son la oportunidad de evitar errores médicos, reducir costos y mejorar la atención médica de los pacientes. El ECE también es útil para disponer de datos de manera inmediata, utilizar un lenguaje estandarizado que mejore la comunicación entre profesio-

nales de la salud y proporcionar apoyo en la toma de decisiones de manera inmediata. Otras ventajas no relacionadas directamente con el paciente son las de facilitar el seguimiento de patrones de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, así como facilitar la investigación clínica al contar con información registrada de manera digital.

En el caso de México, una gran cantidad de instituciones de salud, tanto públicas como privadas, han implementado y han sabido aprovechar, en parte, las ventajas que ofrece el ECE. En este sentido, al contar con una Norma Oficial Mexicana que regula el Expediente Clínico Electrónico, se tiene ya un importante primer paso que puede facilitar la interoperabilidad de distintos sistemas. Sin embargo, el contar con un expediente clínico electrónico es solo un primer paso para disponer de manera oportuna con la información clínica. Es necesario avanzar hacia la integración interinstitucional de dichos expedientes, a fin de tener disponible la información de los pacientes en todo momento, independientemente del centro de salud en el que se generó el expediente. Esta problemática demanda una solución tecnológica de innovación que incorpore conocimiento especializado del uso y manejo de expedientes clínicos electrónicos, de la implementación de diversas plataformas tecnológicas y de los estándares de seguridad informática para la protección de datos.

La diversidad de sistemas de expediente clínico electrónico en el mercado no ha permitido una interacción entre diferentes instituciones de salud, ya que a pesar de que muchas de éstas cumplen con la norma oficial mexicana NOM-024-SSA3-2012^[6], existen impedimentos técnicos que dificultan la posibilidad de compartir el expediente clínico electrónico, principalmente el formato de la información almacenada en las bases de datos. Esta falta de interacción entre instituciones de salud limita en gran medida avanzar hacia un sistema global de ECE en México, lo cual tendría ventajas adi-

cionales tales como el acceso a la información de un paciente desde cualquier clínica o centro de salud, independientemente de su localidad, o la acumulación de información de salud a nivel nacional. Todo lo anterior serviría para realizar investigación clínica con una mayor precisión, así como la posibilidad de que el propio paciente pueda acceder a su historial clínico.

En otros países ya se ha trabajado ampliamente con el desarrollo de esquemas de interoperabilidad del ECE, tal es el caso del proyecto MedCom^[7], en Dinamarca, a través del cual se ha logrado estandarizar e interconectar la información clínica de todos los ciudadanos, a fin de hacer más eficientes las labores de las instituciones de salud. Dicho proyecto es financiado principalmente por el ministerio de salud danés. El proyecto ha logrado conformar una base de datos nacional de expediente clínico, el cual puede ser accesado para consultar y actualizar información clínica de los pacientes, estudios de laboratorio y prescripciones médicas. El 100% de los médicos de atención de primer nivel en el país tienen acceso a dicha información a través de diversos sistemas de información. Dichos sistemas de información han sido desarrollados por al menos 50 proveedores, lo que da un ejemplo claro de interconexión entre diferentes sistemas de expediente clínico electrónico. MedCom también permite a los pacientes el acceso a su propio expediente y le alerta cada vez que un profesional de la salud accede a su información médica^[8].

La Comisión Europea, por su parte, tiene como objetivo permitir a todos los ciudadanos de cualquier parte de Europa, el acceso a su propio expediente clínico para el año 2020. Para lograr esto, se debe contar con un sistema de expediente electrónico centralizado con la información de los ciudadanos de los países miembro.

En un informe emitido por la Comisión Europea^[9], se emiten algunas recomendaciones para lograr la interoperabilidad buscada. Entre ellas se destacan:

> *Interoperabilidad técnica:*

- Llevar a cabo un estudio exhaustivo de las normas e infraestructura técnicas existentes que puedan facilitar la aplicación de sistemas para la prestación de servicios de salud en toda la Comunidad, especialmente las relacionadas con los expedientes clínicos electrónicos y con el intercambio de información.
- Considerar modelos de información estandarizados y perfiles basados en estándares para formar parte de especificaciones de interoperabilidad específicas nacionales o regionales. Cuando proceda, estos modelos y perfiles de información deberían utilizar las normas europeas e internacionales existentes y basarse en los enfoques y logros de las iniciativas industriales relevantes.
- Comprometerse a elaborar las normas adicionales necesarias, preferentemente normas abiertas a escala mundial, en las que participen los organismos de normalización europeos e internacionales pertinentes en los ámbitos clave en los que se han detectado deficiencias.

> *Interoperabilidad semántica:*

- Establecer un mecanismo apropiado para que los centros nacionales de investigación, las industrias pertinentes y las partes interesadas participen en el desarrollo de la semántica para avanzar en la implementación de sistemas de expediente clínico electrónico interoperables.
- Considerar, siempre que se tenga la posibilidad, la idoneidad de las terminologías médico-clínicas internacionales, las nomenclaturas y las clasificaciones de enfermedades, incluidas las de fármaco-vigilancia y ensayos clínicos; también, debería fomentarse el establecimiento de centros de competencia para la adaptación multilingüe y multicultural de las clasificaciones y terminologías internacionales.

- Acordar normas de interoperabilidad semántica para representar la información de salud pertinente para una aplicación concreta a través de estructuras de datos (como arquetipos y plantillas) y subconjuntos de sistemas terminológicos y ontologías que respondan a las necesidades de los usuarios locales.
- Considerar la necesidad de un sistema de referencia sostenible de conceptos (ontología) como base para el mapeo de los léxicos multilingües que tengan en cuenta la diferencia entre las lenguas profesionales de la asistencia sanitaria, las terminologías laicas y los esquemas tradicionales de codificación.
- Apoyar la amplia disponibilidad de metodologías y herramientas para incorporar el contenido semántico en aplicaciones prácticas, así como el desarrollo de la capacidad humana y las competencias pertinentes en este ámbito.
- Demostrar los beneficios y/o deficiencias de los sistemas actuales y futuros mediante una evaluación científicamente racional.

> *Protección de datos personales:*

- Los Estados miembros deben velar por que el derecho fundamental a la protección de los datos personales se proteja plena y eficazmente en los sistemas interoperables de ciber salud, en particular en los sistemas de expediente clínico electrónico, de conformidad con las disposiciones comunitarias sobre protección de datos personales.
- Los Estados miembros deben ser conscientes de que los sistemas de expediente clínico electrónico interoperables aumentan el riesgo de que los datos personales relativos a la salud puedan exponerse accidentalmente o distribuirse fácilmente a personas no autorizadas.
- Los Estados miembros deben establecer un marco jurídico global para los sistemas interoperables de expediente clínico electrónico. Dicho marco jurí-

dico debería reconocer y abordar el carácter sensible de los datos personales relativos a la salud y establecer salvaguardias específicas y adecuadas para proteger el derecho fundamental a la protección de los datos personales.

- Estas experiencias y recomendaciones, además de la normatividad actual, pueden y deben utilizarse al plantear la interoperabilidad de sistemas de ECE en México. Como primer paso para la creación de un marco técnico de referencia que permita la interoperabilidad de ECE, se debe construir el modelo conceptual del mismo. El trabajo realizado para la creación de dicho modelo conceptual se describe en las siguientes secciones.

METODOLOGÍA

Debido a la complejidad del problema, a la gran cantidad de conocimiento especializado que se requiere para diseñar la solución y a la diversidad de actores y fuentes de información que deben considerarse para la solución, se decidió utilizar el proceso sistemático KMoS-RE, a fin de facilitar la transición y la estructuración del conocimiento del dominio con el objetivo de proporcionar un marco técnico acorde a las necesidades reales del problema. El proceso KmoS-RE estructura sus actividades de acuerdo con el Modelo de Evolución del Conocimiento para la Ingeniería de Requisitos (KEM-RE), el cual se basa en la teoría de gestión de conocimiento de Nonaka y Takeuchi ^[10] ^[11], que postula cuatro modos de conversión iterativa: socialización, el proceso de transferencia de conocimiento tácito entre individuos compartiendo modelos mentales y habilidades técnicas; externalización, el proceso de convertir el conocimiento tácito en explícito a través del desarrollo de modelos, protocolos y directrices; combinación, el proceso de recombinación o reconfiguración de los cuerpos existentes de conocimiento explícito para crear nuevos conocimientos explícitos; y la internalización del proceso de aprendizaje por repetición de tareas y en la que los individuos absorberán el conocimiento como conocimiento tácito

de nuevo. Estos modos interactúan en un espiral iterativo conduciendo a la obtención, creación y evolución del conocimiento.

KEM-RE consta de cuatro etapas ^[3], a saber: 1) Educación y Creación de Conocimiento (E&CC), donde los ingenieros de requisitos educan conocimiento de los especialistas del dominio; 2) Integración y Aplicación de Conocimiento (I&AC), etapa en la que los ingenieros de requisitos generan modelos usando los conocimientos adquiridos y sus conocimientos de espacio de soluciones; 3) Distribución e Intercambio de Conocimiento (D&IC), donde los modelos desarrollados por los ingenieros de requisitos serán discutidos con los especialistas de dominio, y 4) Validación e Intercambio de Conocimiento (V&IC), etapa en la que los especialistas de dominio validan los modelos. El proceso sistemático KMoS-RE (ver Figura 1) tiene, entre sus características, la generación de modelos para disminuir la complejidad del dominio y transitar de manera sutil a la solución del problema.

Entre dichos modelos se encuentran el Léxico Extendido del Conocimiento del Dominio (KDEL por sus siglas en inglés), el Modelo Conceptual y los Modelos de Estados. El proceso aporta como beneficio adicional la incorporación de un método para identificar, capturar, indexar y transformar la información en una representación explícita de la mayor cantidad de conocimiento tácito existente ^[3].

En su forma general, las fases que constituyen el proceso KMoS-RE son ^[3]: la modelación del dominio, la modelación del sistema y el desarrollo de la especificación de requisitos. La primera fase permite formalizar las propiedades del dominio, como es el caso de los conceptos, atributos y las relaciones existentes entre éstos. En esta fase se desarrolla un Léxico Extendido del Conocimiento del Dominio para identificar, clasificar y definir a los términos del dominio. Esto permitirá obtener un conocimiento consensual entre todas las

personas involucradas en el proyecto. Una vez que el KDEL se ha desarrollado, se crea un modelo estructural del dominio, en el que se representen las entidades del dominio, así como las relaciones entre éstas. La segunda fase del proceso es la modelación del sistema. En esta fase se busca formalizar los procesos mediante escenarios, tanto del sistema actual como del sistema o solución propuesta. Por último, en la tercera fase, se derivan las especificaciones de la solución de los escenarios del sistema futuro que se desea implementar.

y de un especialista en el dominio de la solución. De manera específica, para el conocimiento del dominio de aplicación, es decir todo lo relacionado con el expediente electrónico, la principal fuente de conocimiento han sido las referencias mencionadas previamente. El médico fungió como especialista del dominio del problema y su principal labor fue la validación de los modelos realizados por el ingeniero de requisitos. En cuanto a la parte de modelado del dominio de la solución, es decir las cuestiones técnicas del sistema se realizaron entrevistas dirigidas a la obtención de requisitos funcionales del mismo para obtener la mayor cantidad de conocimiento posible e incorporar la experiencia individual de dichas personas en el marco técnico.

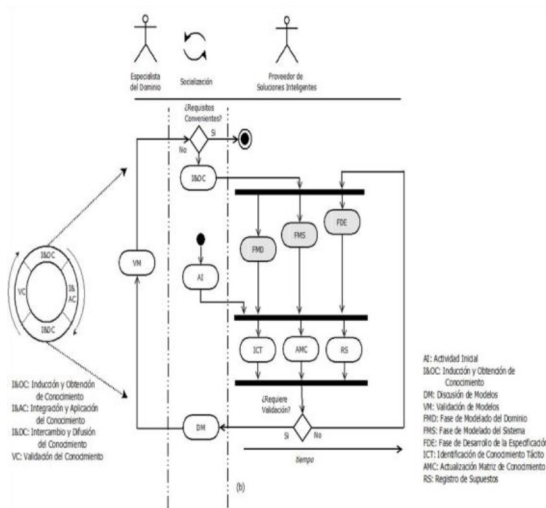


FIGURA 1. Relación entre KEM-RE y el flujo de actividades de KMoS-RE. Fuente: [3].

Adquisición de conocimiento especializado

La actividad inicial del proceso KMoS-RE consiste en la identificación de las fuentes de información, ya sean personas, documentos o sistemas. En este caso se identificaron la Norma Oficial Mexicana del expediente clínico (NOM-004-SSA3- 2012) y la Norma Oficial Mexicana del expediente clínico electrónico (NOM-024-SSA3-2012); asimismo, se tomaron como importantes referencias los proyectos Danés y Europeo, descritos previamente, así como diversa literatura relacionada con el tema, por ejemplo, los trabajos descritos en [12] [13] [14] [15]. Además, se contó con el soporte de un especialista del dominio del problema, un médico de una institución de salud pública en México,

Léxico extendido del conocimiento del dominio

La información obtenida en la actividad anterior se clasificó y se estructuró siguiendo la propuesta del Léxico Extendido del Conocimiento del Dominio. Este formato utiliza la connotación de símbolos para clasificar la información en el documento, los cuales se clasifican en sujeto, objeto y verbo. A cada símbolo identificado se le describen las siguientes características: tipo de símbolo, identificación, nombre, noción, intención, intención futura, preguntas y/o dudas. La noción es una definición general del concepto, la intención es un detalle de las relaciones de ese concepto con otros y de su comportamiento en el dominio de aplicación. La intención futura tiene que ver con el comportamiento que se espera de ese concepto una vez que la solución sea implementada en el dominio y es opcional. Las dudas permiten registrar cuestionamientos acerca del concepto y serán contestadas por el especialista del dominio en la etapa de validación.

Modelo conceptual

Una vez obtenido el léxico extendido del conocimiento del dominio, se tienen identificados los conceptos, o entidades, que participarán en la solución. El

modelo conceptual es una representación de los conceptos y sus relaciones en un dominio y que busca representar la realidad de la situación actual del dominio, o bien, de una situación futura deseada. El modelo conceptual permite obtener una visualización del panorama real con el que se va a trabajar. En esta etapa se realizaron dos modelos conceptuales, el del expediente clínico, tal como se encuentra regulado actualmente por la norma oficial mexicana y el del expediente clínico electrónico con su normatividad actual y con las características deseadas para lograr la interoperabilidad entre diferentes sistemas. Para realizar los modelos conceptuales se utilizó UML y la herramienta de diagramas de modelo DIA. Cabe mencionar que la validez del modelo conceptual está dada por las referencias utilizadas y mencionadas en la sección anterior. Los ingenieros de requisitos representan este conocimiento en los diversos modelos y son validadas

por los especialistas del dominio para asegurar la correcta interpretación de los conceptos y sus relaciones. Se considera la validez no desde el punto de vista de la ciencia clásica, sino desde el punto de vista de desarrollo tecnológico, donde el conocimiento es contextual y enfocado a una solución práctica.

Modelo de estados

Conforme a la complejidad del dominio de estructura informal, se incrementa la información en los modelos conceptuales. En ocasiones, estas circunstancias presentan ciertas necesidades adicionales para el modelo conceptual. Una de esas necesidades es la de identificar algunas funciones, situaciones y/o patrones que pueden tener algunas de las entidades. El modelo de estados es una clara representación de las situaciones peculiares que pueden presentar algunas entidades. Para realizar estos modelos se debieron identificar pri-

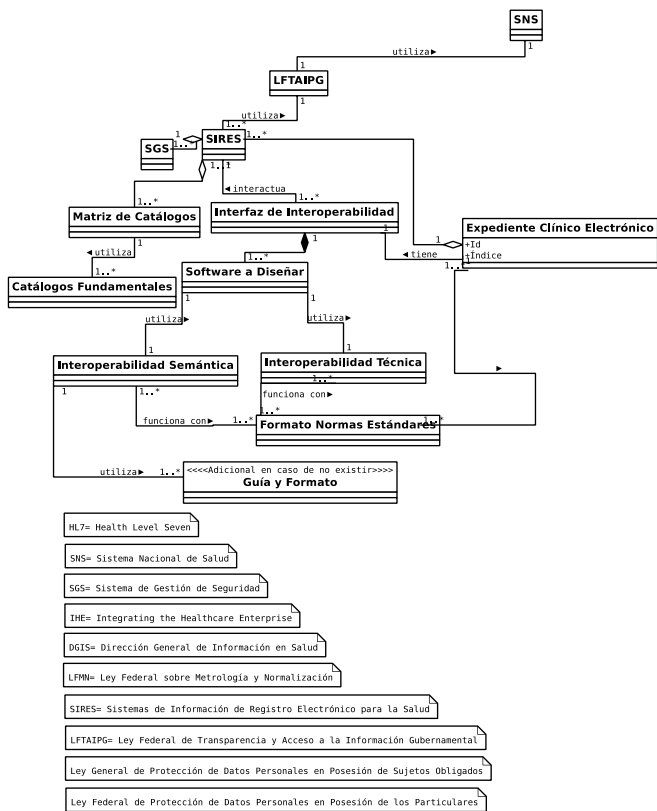


FIGURA 2-A. Modelo conceptual del dominio de aplicación del expediente clínico.

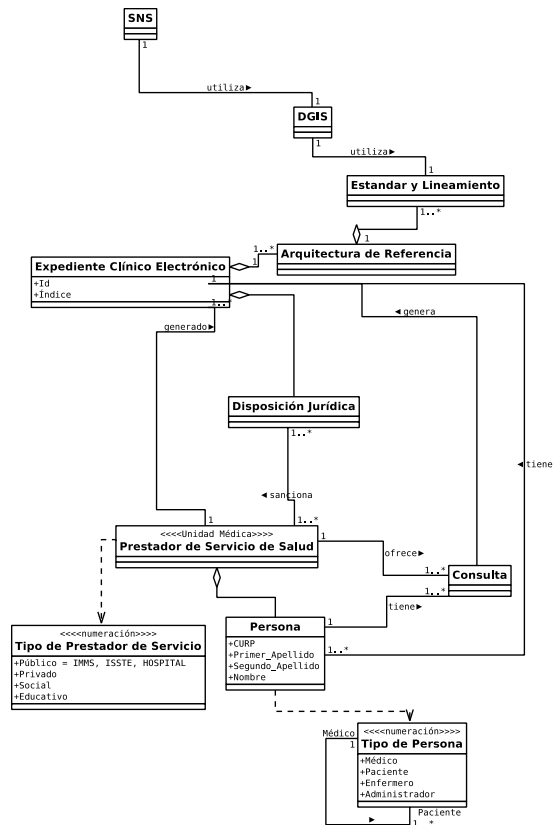


FIGURA 2-B. Modelo conceptual del dominio de aplicación del expediente clínico (continuación).

meramente las entidades que están sujetas a sufrir cambios durante su tiempo de vida o bien, cuando son parte de un proceso. Un ejemplo evidente de esta situación, es el propio expediente clínico, el cual es creado, almacenado, consultado, eliminado, etcétera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del proceso de obtención del léxico extendido del conocimiento del dominio, se identificaron las entidades y sus correspondientes atributos.

En la Figuras 2-a, 2-b, 3-a y 3-b quedaron representadas dichas entidades.

La Tabla 1 muestra un ejemplo de la entidad Expediente Clínico y sus características, de acuerdo con la notación explicada previamente.

Por otro lado, en las figuras 2-a y 2-b se presenta la entidad Expediente Clínico y las relaciones que tiene con respecto a otras entidades que lo complementan.

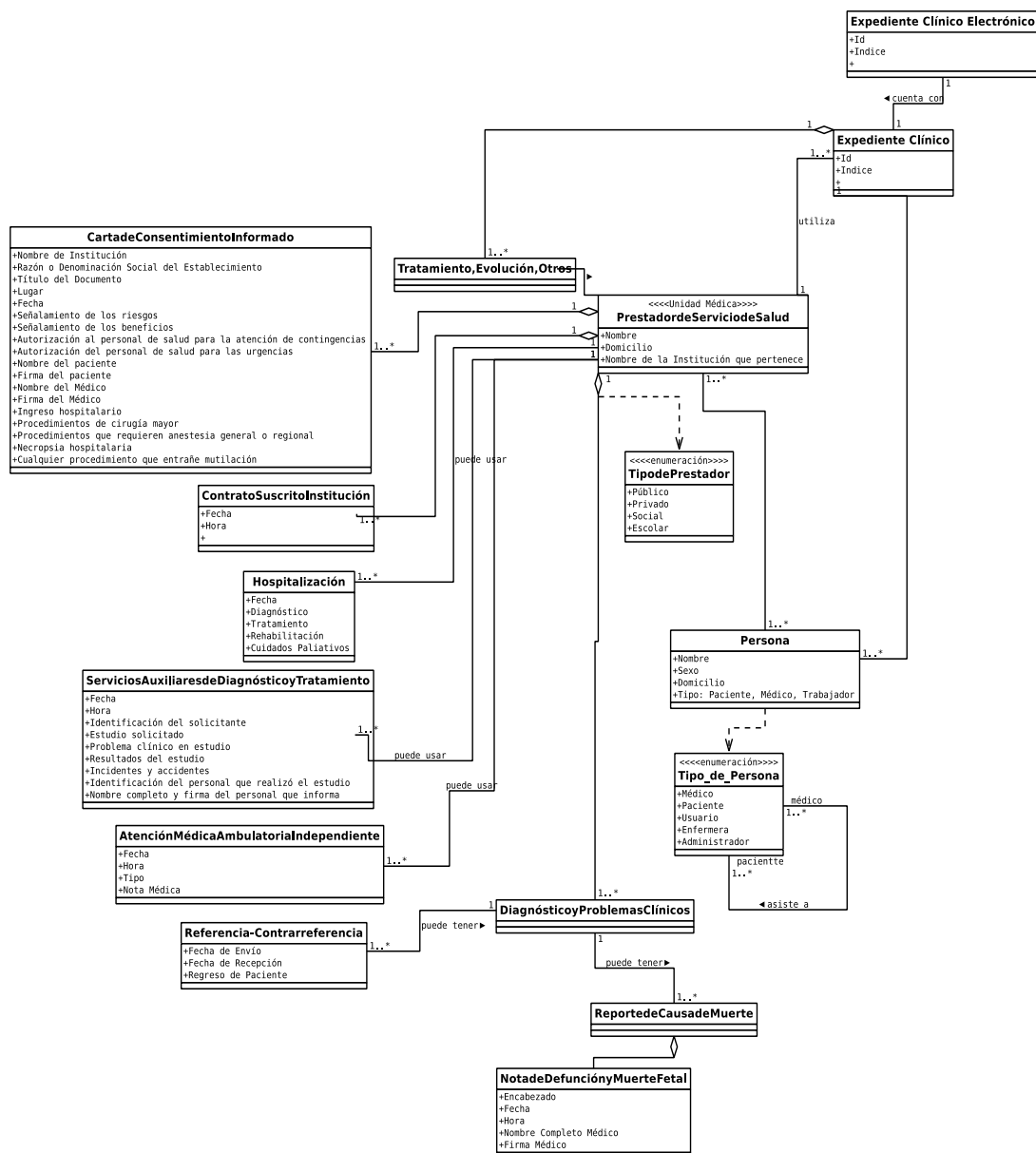


FIGURA 3-A. Modelo conceptual del dominio de la visualización de la solución.

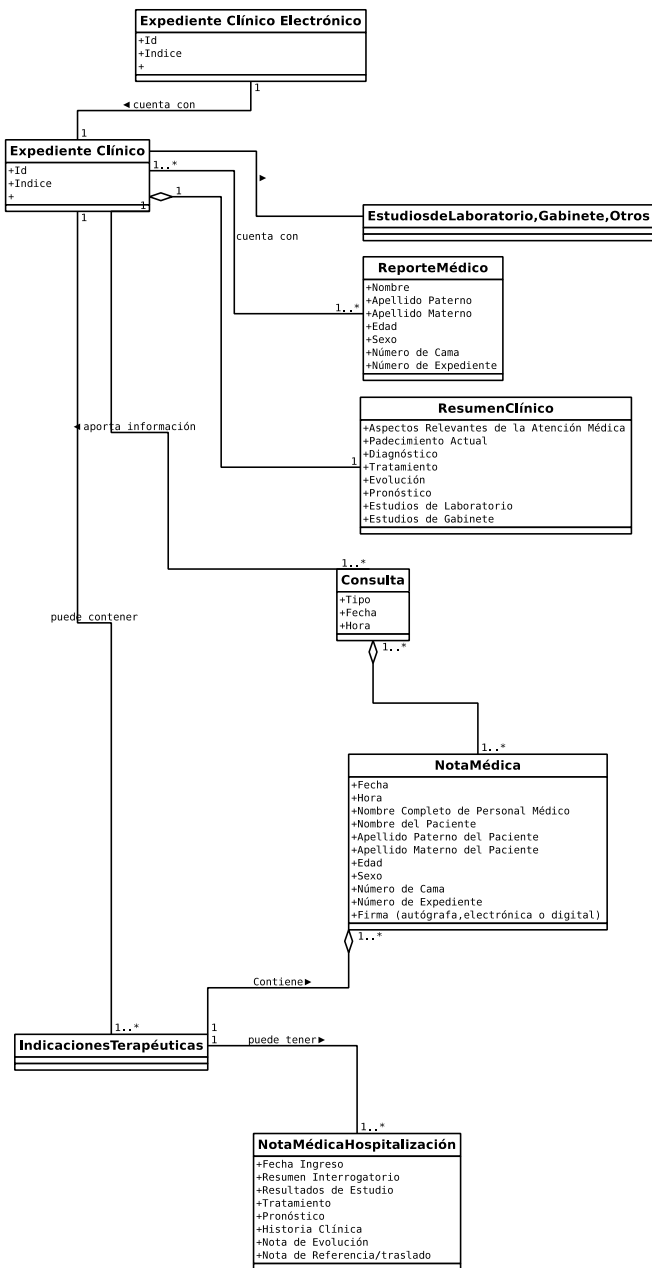


FIGURA 3-B. Modelo conceptual del dominio de la visualización de la solución (continuación).

Este modelo representa el dominio de aplicación, y es el punto de partida para conceptualizar una solución que cumpla con las necesidades reales del problema. Se realizó, entonces, un modelo conceptual enfocado a la solución del problema, teniendo como entidad principal, el expediente clínico electrónico (ver Figura 3-a y 3-b). En este modelo se involucran los conceptos básicos del dominio de aplicación, además de las car-

acterísticas deseadas para lograr la interoperabilidad. En conjunto, los dos modelos son la base para el desarrollo del marco de referencia que se desea lograr a través de las siguientes etapas de la investigación.

TABLA 1. Ejemplo de un Símbolo.

| Símbolo Objeto | |
|--------------------------|--|
| ID: 1 | |
| Nombre: | Expediente Técnico |
| Intención: | El expediente permite integrar las normas como una estructura del expediente electrónico. El expediente permite integrar los estándares especiales al expediente electrónico. El expediente establece cómo se guarda el archivo. El expediente se envía a través de Internet. El expediente es utilizado por el personal médico. |
| Intención futura: | El expediente tendrá un estándar para su compatibilidad con otros expedientes electrónicos. El expediente permitirá establecer el tipo de archivo que se utilizará para el intercambio. El expediente podrá ser consultado, además del personal médico, por el paciente. |
| Dudas: | ¿Qué tipos de sistemas de información se utilizan actualmente para la gestión del expediente clínico? ¿Qué tipos de formatos de datos se utilizan actualmente? |

Además de realizar los modelos conceptuales, es importante conocer las entidades de la solución que son susceptibles a tener varios estados. El Expediente Clínico Electrónico, por ejemplo, tiene diferentes estados durante su curso de vida. Estos estados que presenta el expediente clínico electrónico también es necesario que sean modelados. Los modelos de estados tienen definido su inicio y final, así como la relación que existe con los otros estados. Un ejemplo de un modelo de estado obtenido en este trabajo se representa en la Figura 4. En este, se representan los estados de un expediente clínico electrónico que se desea que sea interoperable con el resto de sistemas que ya cum-

plen con los criterios de compatibilidad. Como se puede observar, dicho expediente puede tener alguno de estos estados: solicitado, en revisión, en proceso de cambio y listo para enviar.

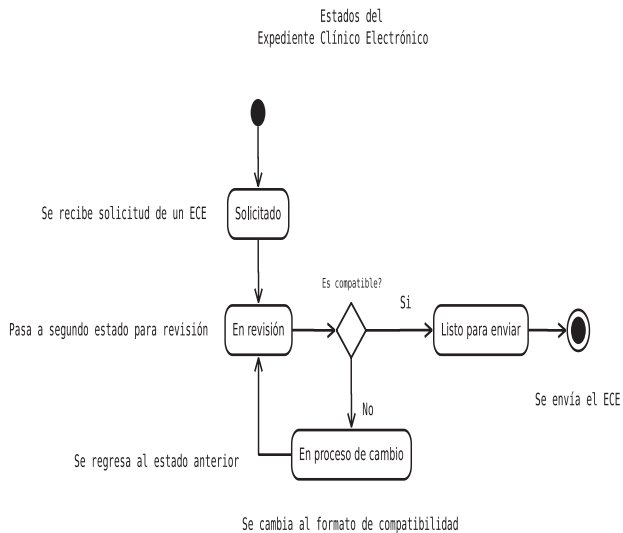


FIGURA 4. Ejemplo de modelo de estados, representando diferentes estados del expediente clínico electrónico.

CONCLUSIONES

Contar con un marco técnico de referencia que permita la interoperabilidad de diversos sistemas de expediente clínico electrónico es muy relevante, debido a las ventajas que esto representa, especialmente para la compartición de información del paciente entre diversas instituciones de salud, públicas y privadas. En este trabajo se ha descrito la forma en que se realizó la modelación del dominio de aplicación (expediente

clínico) y de la solución propuesta para la interoperabilidad técnica de diferentes sistemas de expediente clínico electrónico. Esto constituye la primera fase del proyecto, que tiene como finalidad desarrollar el marco de referencia. Realizar el modelo conceptual de la solución propuesta ha sido una tarea compleja, sin embargo, el haber utilizado el proceso sistemático KMoS-RE ha facilitado la precisión de la información recabada y modelada.

Aún cuando se cuenta en este momento con el modelo del dominio, no significa que este sea estático, ya que al realizar las siguientes fases, es posible que tengan que realizarse modificaciones. Sin embargo, se considera que se cuenta ya con una base fundamental para continuar hacia el logro del objetivo principal del trabajo.

Como trabajo futuro, se continuará con las siguientes fases del proyecto: desarrollo del marco técnico, que incluirá las especificaciones de la solución; desarrollo de prototipos y pruebas de interoperabilidad, en las que se seguirá utilizando el proceso KMoS-RE, ya que este se adapta a diferentes fases del desarrollo de un producto.

El marco técnico de referencia en el que se está trabajando, a pesar de estar enfocado en el cumplimiento de la normatividad mexicana, puede servir como base para el diseño de marcos técnicos de referencia para expedientes clínicos electrónicos en otros países.

REFERENCIAS

- [1] Norma oficial mexicana del expediente clínico de la Secretaría de Salud, NOM-004-SSA3-2012 En línea, en: "<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/35875/NOM-004-SSA3-2012.pdf>", Recuperado el 02 de octubre de 2018.
- [2] Méndez G, Morales M, Preciado M, Ramírez M, Sosa V, Jiménez, M. "La trascendencia que tiene los registros de enfermería en el expediente clínico". *Revista Mexicana de Enfermería Cardiológica*, 2001;9 (1-4): 11-17.
- [3] Olmos K, Rodas J. "KMoS-RE: Knowledge Management on a Strategy to Requirements Engineering". *Requirements Engineering*, 2014; 19(4): 421-440. <https://doi.org/10.1007/s00766-013-0178-3>
- [4] Salvador N. "Expediente Clínico Electrónico", CINVESTAV, Congreso Internacional de Tecnologías Informáticas para la Educación en Salud, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México 2009.
- [5] Tapia J. "El expediente clínico electrónico". *Rev. Odont. Mex.* 2010; 14 (2): 76-77.
- [6] Norma oficial mexicana del expediente clínico electrónico de la Secretaría de Salud, NOM-024-SSA3-2012, En línea, en: "<http://www.dgis.salud.gob.mx/descargas/pdf/NOM-024-SSA3-2012.pdf>", Recuperado el 02 de octubre de 2018.
- [7] Kushniruk A, Borycki E, Kuo M. "Advances in Electronic Health Records in Denmark: From National Strategy to Effective Healthcare System Implementation", *Acta Inform Med.* 2010; 18(2): 96-99.
- [8] Kierkegaard P. "Electronic health record: Wiring Europe's healthcare". *Computer Law & Security Review*. 2011; 27: 503-515. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2011.07.013>
- [9] Commission Recommendation on Cross-border Interoperability of electronic health record systems, En línea, en: "<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/commission-recommendation-cross-border-interoperability-electronic-health-record-systems>", recuperado el 02 de octubre de 2018.
- [10] Nonaka I, Takeuchi H. "The knowledge creation company" Oxford University Press, New York. 1995. [DOI: 10.1016/S0040-1625\(96\)00091-1](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(96)00091-1)
- [11] Nonaka I., "Tacit knowledge conversion: controversy and advancement in organizational knowledge creation theory". *J Org Sci* 2009; 20(3):635-665. [DOI: 10.1287/orsc.1080.0412](https://doi.org/10.1287/orsc.1080.0412)
- [12] Deliversky J. "Health information Technology in support of exchange of Health information". *Journal of IMAB.* 2017; 23(2): 1567-70. <https://doi.org/10.5272/jimab.2017232.1567>
- [13] Krist A, Beasley J, Crosson J, Kibbe D, Klinkman M, Lehmann C, et. al. "Electronic health record functionality needed to better support primary care". *J Am Med Info Assoc.* 2014; 21(5): 764-71. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-002229>
- [14] Krist A. "Engaging primary care patients to use a patient-centered personal health record". *Ann Fam Med.* 2014; 12(5): 418-426. [DOI: 10.1370/afm.1691](https://doi.org/10.1370/afm.1691)
- [15] Zahabi M, Kaber D, Swangnetr M. "Usability and Safety in Electronic Medical Records Interface Design". *Human factors.* 2015; 57(5): 805-834. <https://doi.org/10.1177/0018720815576827>