

Arquetipos, terminologías e interoperabilidad semántica en salud

Archetypes, terminologies and semantic interoperability in health

Juan Camilo Castrillón-Betancur, José Fernando Flórez-Arango

Universidad de Antioquia UdeA. Medellín, Colombia.

RESUMEN

La falta de aplicación de estándares repercute en lo negativo en la calidad de la prestación de servicios de salud, lo cual se ve reflejado en un alto porcentaje de errores médicos prevenibles, que son causados por la falta de acceso inmediato a la información de salud. Es por esto que en la actualidad, existe una necesidad hacia sistemas distribuidos e interconectados, que favorezcan la representación y comunicación de los sistemas de historia clínica electrónica, de tal forma que permitan la interoperabilidad. Es aquí donde la arquitectura de modelo dual surge como una solución a los problemas clásicos de evolución y mantenimiento de los sistemas de información y por consiguiente, como la piedra angular para alcanzar la llamada interoperabilidad semántica. La interoperabilidad es la clave para la atención efectiva en el ámbito de la salud ya que aumenta la calidad de la atención, reduce los costos, y mejora los servicios, lo que se traduce en una atención más segura y eficiente. En la presente revisión, se pretende como objetivo, describir los elementos más importantes a la hora de expresar la información clínica, como son las terminologías para codificar la información, un modelo de referencia para expresar las características generales de los componentes de un registro clínico, y de unos arquetipos que definen los conceptos clínicos presentes; todos estos como componentes indispensables para alcanzar dicha interoperabilidad.

Palabras clave: historia clínica electrónica, arquetipos, terminologías, interoperabilidad semántica.

ABSTRACT

The lack of application of standards has a negative effect on the quality of health service provision which is shown in the high percentage of preventable medical errors that are caused by lack of immediate access to health information. That is the reason why it is necessary today to move towards distributed and interconnected systems favoring representation and communication of electronic health record systems so that they allow interoperability. This is the moment when the dual model architecture emerges as a solution to the classic problems of evolution and maintenance of the information systems and consequently, as a milestone to reach the so called semantic interoperability. Interoperability is the key to effective care in health since it increases the quality of care, reduces costs and improves services. All the above-mentioned brings more efficient and safer care. The present literature review was aimed at describing the most important elements to express clinical information such as terminologies to coding information, a reference model to express the general characteristics of the clinical register components and those of archetypes that define the present clinical concepts. All of them are indispensable elements to reach interoperability.

Keywords: electronic clinical history, archetypes, terminologies, semantic interoperability.

INTRODUCCIÓN

La prestación integrada de servicios de salud requiere la adopción de estándares, de tal forma que permitan la interoperabilidad y por ende el perfeccionamiento de los sistemas de información en salud. Hoy, existe una necesidad hacia sistemas distribuidos e interconectados, y es por esto que es necesario la adopción de estándares técnicos como un elemento estratégico para la representación y comunicación de los sistemas de historia clínica electrónica (HCE) considerados como el núcleo de la actividad clínica.

Un alto porcentaje de los errores médicos prevenibles, son causados por la falta de acceso inmediato a la información de salud y el problema fundamental que crea estas dificultades es la falta de interoperabilidad, es esto una barrera para mejorar las decisiones clínicas y la seguridad del paciente, ya que puede limitar los datos disponibles para la toma de decisiones clínicas.¹ La falta de interoperabilidad semántica es citada como una razón por las ineficiencias en el sistema de salud, contribuye a la pérdida de grandes cifras económicas.¹

Los intentos por desarrollar dichos estándares que permitan la representación y comunicación de las HCEs han sido numerosos. Esto debido a la complejidad y a la heterogeneidad de la información clínica, además de la continua variabilidad del conocimiento clínico.² Es por esto que la arquitectura de modelo dual nació como una solución a los problemas clásicos de evolución y mantenimiento de los sistemas de información y por consiguiente, como la clave para alcanzar la llamada interoperabilidad semántica.²

Modelo dual

La aproximación del modelo dual define en lo básico dos modelos, un modelo de referencia de la información, el cual es utilizado para representar la estructura de la información clínica; y un modelo de arquetipos, que recoge las definiciones y especificaciones del contenido clínico y esto lo hace a través de los conceptos clínicos. Es así como el principal objetivo del modelo dual es separar la parte cambiante que "evoluciona" con el tiempo, es decir el conocimiento; de la información, que en lo general permanece constante.³ La información abarca todos aquellos datos que una vez almacenados en el sistema, no varían con el tiempo pues corresponden a los datos introducidos en un determinado espacio de tiempo. Mientras que el conocimiento, apunta al conjunto de conceptos de un dominio y que pueden variar o modificarse con el paso del tiempo. Estos conceptos del dominio en la arquitectura dual se denominan arquetipos.³

La característica más destacada de la arquitectura de modelo dual es la separación entre el modelo de información, que es implementado en el software, y los conceptos del dominio (arquetipos) que son responsabilidad de los expertos clínicos. Esta característica permite que los sistemas puedan ser desarrollados sin la necesidad de que los conceptos clínicos estén determinados.⁴ Así pues, la adopción de la arquitectura dual permite a los expertos en el dominio clínico especificar el contenido para los conceptos clínicos, sin necesidad de conocimientos técnicos. De este modo, los sistemas HCE pueden adaptarse a los cambios en la práctica médica y en la prestación de servicios sanitarios a lo largo del tiempo, y por otro lado le permite a los expertos clínicos una participación más activa en el desarrollo de los sistemas de información clínicos, ya que son definidos por ellos mismos en forma de arquetipos.⁴

Arquetipos

Los arquetipos clínicos son definiciones semánticas de los conceptos clínicos y por lo tanto proporcionan un enfoque sistemático a la representación de la definición de cualquier estructura de datos en una HCE; aunque el enfoque de un arquetipo si se le toma desde un punto de vista genérico, podría representar estructuras de datos para cualquier especialidad o área.^{5,6}

Los arquetipos representan una declaración formal y de consenso de las estructuras de los datos clínicos, esto debido a que especifica toda la información que un médico podría querer informar sobre un escenario clínico particular. Se trata de especificaciones de los datos de conocimiento y sus interrelaciones, que juegan un papel importante en la determinación de cómo la información clínica está representada y organizada dentro de las HCE. Un arquetipo proporciona una forma estandarizada de especificar jerarquías de datos clínicos de HCE y los tipos de valores de datos que se pueden almacenar dentro de cada tipo de entrada (Fig. 1).^{5,7}

Otra característica importante de los arquetipos, es que la información clínica que representa está definida por restricciones que generan la estructura válida y correcta de los valores dentro de una estructura de datos de una HCE, y esto lo hace mediante la definición de expresiones como reglas que especifican la jerarquía de los componentes del registro, define y limita los valores de los atributos relevantes, como la opcionalidad y la multiplicidad en cualquier punto de la jerarquía, y los tipos de datos e intervalos de valores que pueden asumir.⁸

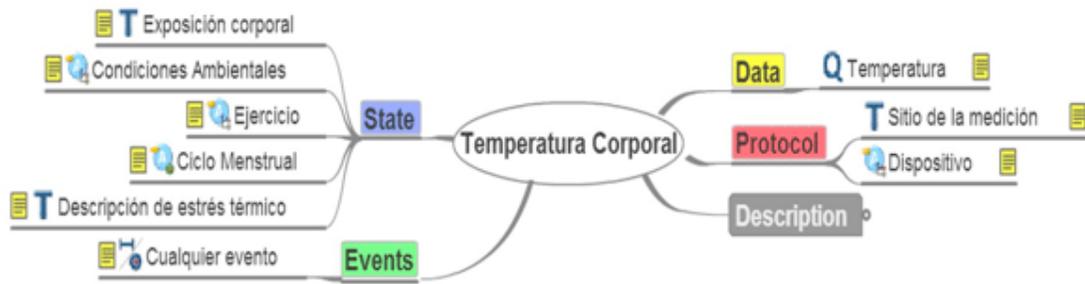


Fig. 1. Representa el mapa mental de un arquetipo que define el concepto clínico temperatura corporal, donde se especifican elementos como los datos que componen el concepto, su descripción y el protocolo usado para su medición. Este arquetipo fue tomado del CKM.⁹

El conocimiento representado por los arquetipos es en esencia un gran conjunto de definiciones de conceptos clínicos, con la gran ventaja de que pueden ser almacenados en una gran "Base de Conocimiento", que puede ser utilizada y compartida entre distintos sistemas de información. En este sentido, la fundación OpenEHR mantiene una base de conocimiento internacional llamada *Clinical Knowledge Manager* (CKM), que permite la colaboración internacional entre distintos profesionales de la salud para modelar, traducir y utilizar los conceptos clínicos definidos en esa base de conocimientos.⁹ Sin embargo, la mayoría de los arquetipos se encuentran aún en estado de "borrador" y hasta ahora, sólo unos cuantos arquetipos han sido revisados por expertos internacionales en el dominio y han recibido el estatus de publicado.⁹

Además de esto, los arquetipos tienen otras características fundamentales como la capacidad de especialización, es decir, se puede definir primero un arquetipo genérico y luego especializarse a un dominio más específico, además de que pueden incluir otros arquetipos; pueden ser procesables por un sistema informático, compartibles y reusables a partir de la reutilización de conceptos en nuevos contextos, lo que permite mantener una consistencia estructural y una coherencia semántica, y algo muy importante como disminuir los tiempos de nuevos desarrollos y por lo tanto permite ahorrar recursos económicos.^{4,10} La estructura de los arquetipos permite añadir descripciones textuales sobre su estructura que pueden ser escritas en varios idiomas. Esto brinda una gran flexibilidad en cuanto al modelado del conocimiento, permite que una definición de un concepto clínico pueda ser utilizada en diversas partes del mundo, mantiene su definición semántica, además de que garantiza la consistencia de la información a nivel global.¹¹

Terminologías

Un aspecto muy importante de los arquetipos es la posibilidad de poder enlazarse con terminologías clínicas. Ésta debe ser considerada una ventaja sustancial, ya que le concede a la definición del arquetipo un significado preciso, al proporcionarle una capa semántica adicional sobre la información existente, que asegura una correcta interpretación de los datos cuando son compartidos.¹²⁻¹⁴

Las terminologías le dan una semántica muy importante a los arquetipos, debido a que como es muy conocido, uno de los fenómenos más comunes en el lenguaje, incluido el lenguaje médico y científico, habla de la existencia de varios términos

para designar el mismo concepto y el hecho de que el mismo término tiene varios significados. Esta variación ha sido considerada como un obstáculo para la comunicación científica, lleva a la aparición de terminologías estándar.^{15,16} La construcción de una nomenclatura en general, como una lista de términos y glosarios, con el objetivo de lograr la uniformidad en la terminología, basado en la idea de que la variación es una desventaja en la comunicación, es esencial para establecer una terminología única y aceptable para todos los sectores implicados en la comunicación científica. Esta uniformidad terminológica facilita una buena comunicación, que es la base de toda la investigación científica.¹⁷ Al minimizar la diversidad terminológica se reduce el tiempo y coste del desarrollo científico y evita la existencia de múltiples terminologías que representan el mismo significado, que es necesario para garantizar una interoperabilidad adecuada. Por esta razón, algunas terminologías se han desarrollado con el fin de estudiar, recoger y describir términos particulares.¹⁸⁻²⁰ Sin embargo, aunque muchas terminologías se han desarrollado, no hay una terminología única que haya sido aceptado como un estándar universal para la representación de los conceptos científicos.

Aunque se han desarrollado muchas terminologías y sistemas de clasificación, ninguno ha sido aceptado como un estándar universal para la representación de conceptos clínicos. Por el contrario, muchas terminologías y sistemas de clasificación han sido identificados por las organizaciones de normalización como candidatos para usos específicos. Aquí, podemos mencionar algunos sistemas de clasificación, centrándose principalmente en el campo de las ciencias clínicas.

Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)

Es una herramienta estándar del mundo para capturar datos de mortalidad y morbilidad. Organiza y codifica la información de salud que se utiliza para la estadística y epidemiología, gestión de la asistencia sanitaria, la asignación de recursos, seguimiento y evaluación, investigación, atención primaria, prevención y tratamiento. Ayuda a proporcionar una imagen de la situación de salud general de los países y poblaciones. El CIE es importante porque proporciona un lenguaje común para la presentación de informes y seguimiento de las enfermedades. Esto permite que el mundo compare y comparta datos de una manera consistente y estándar entre hospitales, regiones y países, y durante largos periodos de tiempo. Facilita la recogida y almacenamiento de datos para el análisis y la toma de decisiones basada en la evidencia.^{21,22}

Las lógicas de observación e Identificadores de Nombres y Códigos (LOINC)

Es un lenguaje común para las observaciones clínicas y de laboratorio. LOINC cubre cualquier cosa que se pueda probar, medir u observar sobre un paciente. Tiene códigos de observaciones como signos vitales, hemodinámica, eco cardiaco, imagenología urológica, procedimientos gastroendoscópicos, estudios de radiología y otras observaciones clínicas.²³⁻²⁵

SNOMED CT

Es una terminología clínica con alcance global que cubre una amplia gama de especialidades clínicas, disciplinas y requisitos. Es una de las terminologías biomédicas principales en uso hoy en día. Esto se evidencia, por ejemplo, por el hecho de que está destinado a convertirse en un componente integral de la normalización en tecnología de la información de salud. SNOMED CT ofrece la

terminología general básica de la historia clínica electrónica (HCE) y contiene más de 311.000 conceptos activos con significados únicos y definiciones basadas en lógicas formales organizados en jerarquías.²⁶

El Sistema de Lenguaje Médico Unificado (UMLS)

Es un conjunto de archivos y software que reúne a muchos vocabularios y normas de salud para permitir la interoperabilidad entre sistemas informáticos. El UMLS fue desarrollado por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) como un esfuerzo por superar dos barreras importantes para la interoperabilidad: la variedad de nombres que se utilizan para expresar el mismo concepto y la ausencia de un formato estándar para la distribución de terminologías. El componente principal de la UMLS es la Metathesaurus, un repositorio de conceptos biomédicos relacionados entre sí. Las otras dos fuentes de conocimiento en el UMLS son la Red Semántica, proporciona categorías de alto nivel utilizados para categorizar cada concepto del Metathesaurus y los recursos léxicos, incluye el léxico y los programas para la generación de las variantes léxicas de términos biomédicos.^{27,28}

Interoperabilidad

Los arquetipos y la arquitectura del modelo dual son aproximaciones muy significativas, ya que reducen la ambigüedad conceptual y terminológica, y proporcionan un marco para la unificación, ofrece una solución al desafío de la comunicación entre los sistemas de información clínicos al permitir el intercambio de información y facilitar la comunicación entre sistemas con diferentes necesidades o puntos de vista de acuerdo a un contexto particular. Este intercambio de datos entre los sistemas es conocido como interoperabilidad.²⁹ La Alianza Nacional para la Tecnología de la Información de la Salud (NAHIT) ha definido la interoperabilidad como "la capacidad de los sistemas de diferente tecnología de la información o aplicaciones de software, para intercambiar datos de forma precisa, eficaz y coherente, y utilizar la información que ha sido intercambiada".

Sin embargo, solo es posible alcanzar una interoperabilidad semántica si el sistema receptor puede interpretar el significado de la información.²⁹ Es decir, existe la interoperabilidad semántica entre dos aplicaciones cuando una aplicación puede aceptar datos de la otra y realizar una tarea específica de una manera apropiada y satisfactoria sin la intervención del operador extra. Para ser interoperables, dos aplicaciones necesitan estar de acuerdo en: la capa de comunicación y de transporte, que cubre el rango de los protocolos de transporte y de comunicación; y la capa de documento, que incluye el formato de los mensajes y documentos intercambiados, así como los sistemas de codificación utilizados.³⁰ Esta homogeneidad de la información solo puede ser posible si las estructuras de los datos clínicos son compartidas con el uso de arquetipos y los extractos de HCE son construidos conforme a la definición de los arquetipos. Pero para que los arquetipos resulten una herramienta eficaz para lograr la interoperabilidad semántica, es necesario que sean compartidos y utilizados de forma consistente y por tanto, deben ser considerados como modelos de conocimiento dinámicos del ámbito clínico que permiten la definición formal de contenido clínico por los clínicos.³¹

Entonces, a la hora de expresar la información clínica se necesita, de terminologías para codificar la información, de un modelo de referencia para expresar las características generales de los componentes del registro, cómo se organizan, y la información de contexto necesaria para expresar la estructura de la información

clínica; y para formalizar y compartir los conceptos se necesita de los arquetipos (Fig. 2).³²

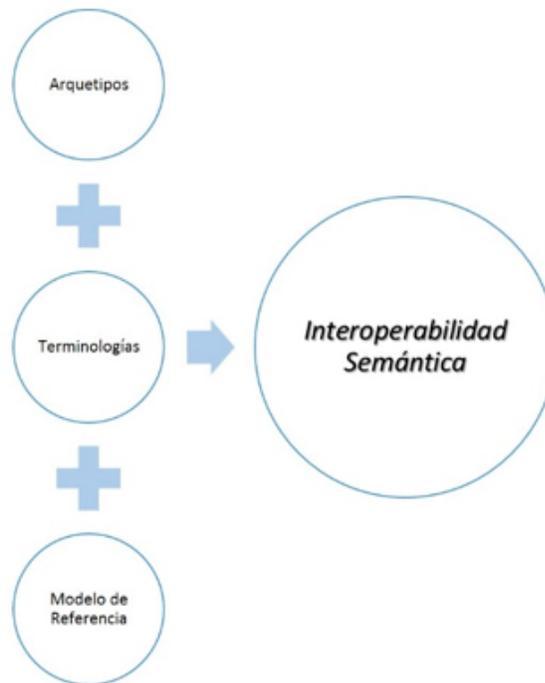


Fig. 2. Representa los elementos fundamentales para alcanzar una interoperabilidad semántica. Para representar la información clínica de manera apropiada y precisa para su comunicación, de terminologías para codificar la información se necesita, de un modelo de referencia para expresar las características generales de los componentes del registro, y de unos arquetipos que representan los conceptos y la información clínica.

En el escenario actual, donde se persigue la continuidad asistencial, la interoperabilidad semántica es un requerimiento necesario y es la que permitiría, compartir registros electrónicos de los pacientes entre los diferentes profesionales de la salud; proporciona apoyo a la decisión clínica, es decir, que la información dispersa de un paciente, generada en muchas fuentes distintas, en distintos lugares, sistemas y momentos, pueda ser compartida y esté a disposición de los profesionales allí donde la necesiten o pueda ser utilizada fácil en otros usos como la investigación o la estadística. Hacer las HCEs interoperables, contribuirá al cuidado del paciente más eficaz y eficiente, facilita la recuperación y procesamiento de la información clínica de un paciente desde diferentes sitios y de la misma forma llegar disminuir los costos de manera significativa. La transferencia de la información del paciente de forma automática entre los sitios de atención acelerará la entrega y reducirá la duplicación de ensayos y la prescripción. Además, reducirá los errores, mejorará la productividad, y beneficiará la atención al paciente.⁵

Estándares

Varios estándares han sido creados para la representación y el intercambio de datos electrónicos en salud. Sin embargo, el modelo dual ha ganado gran importancia, por lo que se ha llevado muchos años de investigación clínica en Europa y Australia. Este tipo de arquitectura ha influido bastante en el diseño de la

arquitectura de información de varios estándares internacionales y en los últimos años ha sido empleada como una solución para la estandarización de la comunicación de la HCE en el estándar ISO EN 13606 y en el estándar OpenEHR.³³

Con el uso de la metodología del modelo dual como base, el comité técnico de informática médica del Comité Europeo de Normalización (CEN) ha desarrollado el estándar CEN EN 13606 para la comunicación de la HCE que ha sido adoptado por ISO.³⁴ Este estándar define un modelo de referencia para la representación de la información clínica así como un modelo de arquetipos encargado de representar conceptos clínicos. El estándar ISO EN 13606 tiene cinco partes.³⁵

La primera parte corresponde al modelo de referencia. En esta primera parte se define el conjunto de clases que forman los componentes básicos para la representación de la HCE de un individuo, además de la organización de estas clases, de tal forma que las partes proporcionen un significado semántico claro, y a su vez, ayude a preservar el significado al intercambiar las historias entre los distintos sistemas heterogéneos (Fig. 3).

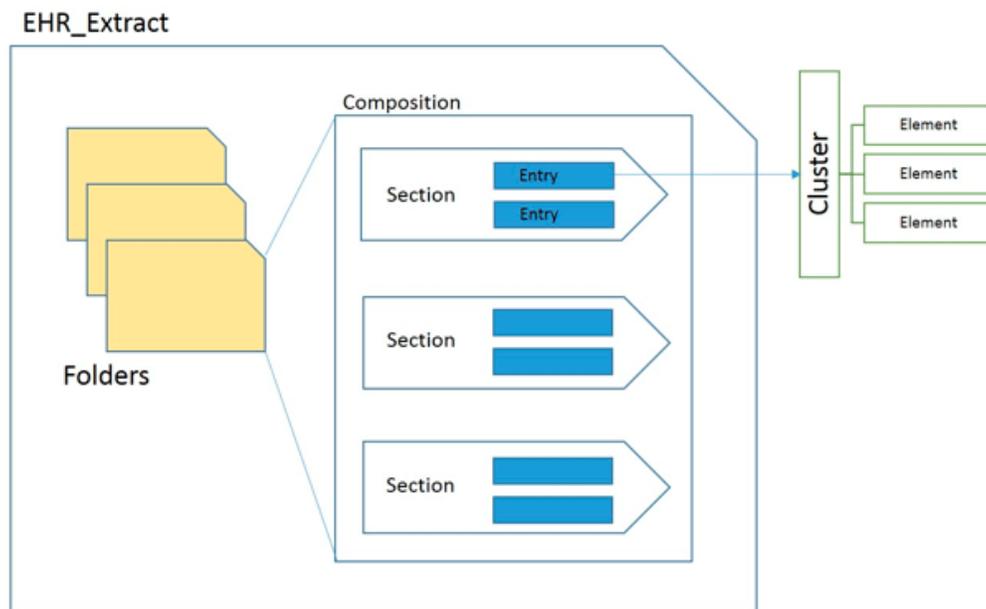


Fig. 3. Representa los componentes de la información clínica del modelo de referencia UNE-EN ISO 13606. Estos componentes están enmarcados por una estructura jerárquica, por lo que cada uno de ellos podrá contener o hacer referencia a otros.

Los componentes jerárquicos del extracto de la HCE que define la parte primera de la norma son:^{32,35}

- *EHR_Extract*: es el componente de más alto nivel y el que almacena parte o toda la HCE.
- *Folder*: es la organización de mayor nivel dentro de un HCE, dividiéndolo en compartimientos relacionados conforme a un episodio (como un suceso en atención clínica), o acorde a una misma especialidad.
- *Composition*: es la información que surge como resultado de un encuentro clínico o una sesión de registro de documentación de la historia.

- *Section*: reflejan el flujo de la recopilación de información durante un encuentro clínico para ayudar a su lectura, presentación y navegación por la información.
- *Entry*: la información registrada en la HCE como resultado de información de una acción clínica, una observación, una interpretación o alguna actividad prevista o ya realizada.
- *Cluster*: son los medios de organizar las estructuras de datos.
- *Element*: es la unidad contenedora de más bajo nivel dentro de la jerarquía de la HCE, contiene un único valor de datos.

En la segunda parte se define los requisitos técnicos que han de cumplir los arquetipos, así como la sintaxis y semántica del lenguaje para definición de arquetipos (ADL). El lenguaje ADL contiene dos sintaxis: dADL (definición de datos), se utiliza para representar instancias del modelo de referencia, la metainformación incluida en la cabecera del arquetipo y para la descripción de los términos empleados en la definición; y la sintaxis cADL (definición de restricciones) se utiliza en la definición del contenido clínico que representa el arquetipo.^{32,36}

Un arquetipo consta de tres secciones. El encabezado que describe el arquetipo, éste a su vez contiene un identificador, el concepto del dominio que se define y la metainformación como el autor, el propósito, versión, etc. En segundo lugar, la sección de definición, que contiene la descripción formal del arquetipo organizada en términos que establecen restricciones sobre las entidades del modelo de referencia. Por último la sección ontología, que contiene la descripción textual del vocabulario emplea en la definición del arquetipo y el enlace a las terminologías usadas.^{36,37}

Las partes 3, 4 y 5 incluyen guías sobre el uso del modelo de referencia y el diseño de arquetipos, la especificación de interfaces de servicio y mensajes para la comunicación de la HCE, vocabularios para algunas de sus propiedades de información, un modelo de política de seguridad para representar el consentimiento y permisos para el acceso a la información HCE que están comunicados.³⁵

Por otra parte, la Fundación OpenEHR es una comunidad virtual cuyo fin es el desarrollo de herramientas y recursos que ayuden a la generación de sistemas de información en salud y cuyo enfoque principal es la interoperabilidad de sistemas de HCE.³⁸ La arquitectura de información propuesta en sus especificaciones es fiel al modelo dual y por lo tanto definen un modelo de referencia, así como un lenguaje para la construcción de "modelos clínicos", o arquetipos, que son independientes del software.³⁹

Las clases más importantes del modelo de referencia de OpenEHR son: EHR, Folder, Composition, Section, Entry, ItemStructure, Item y DataValue.³⁹ La mayoría de las clases del modelo de referencia de OpenEHR son compatibles con el modelo propuesto en ISO EN 13606, sin embargo existen algunas diferencias.⁴⁰ A diferencia del modelo propuesto por ISO EN 13606, OpenEHR propone una clase "Entry" más amplia y detallada.^{39,41} De esta forma, se añaden más tipos de entradas clínicas definidas como:

- *Observation*: esta clase sirve para registrar información que se refiere a datos objetivos que pueden ser medidos, observados o reportados.
- *Evaluation*: esta clase sirve para registrar información de declaraciones clínicas que evalúan otras informaciones, es decir que pueden ser

interpretaciones de observaciones, diagnósticos, hipótesis, valoraciones de riesgo, objetivos o planes de cuidado.

- *Instruction*: esta clase sirve para registrar información de acciones a ser llevadas a cabo en el futuro.
- *Action*: esta clase es un tipo particular de entrada de cuidado, que sirve para registrar información de las acciones que fueron llevadas a cabo.

De esta forma se tienen todas las herramientas para representar cualquier concepto clínico particular mediante arquetipos, a través de un modelo de referencia bien establecido. Esto es muy importante ya que una de las bases de la interoperabilidad semántica es la de un modelo de referencia que sea apropiado y flexible para la perfecta representación de conceptos usados en el ámbito clínico.

Sin embargo, pese a la existencia de dichos estándares y a que proponen excelentes alternativas para alcanzar la interoperabilidad semántica, es necesario crear estrategias que propongan la adopción de un solo estándar de HCE o generar esfuerzos internacionales que faciliten la coexistencia de diferentes estándares de HCE ya que si se analizan con gran detalle, todos los estándares podrían llegar a proponer soluciones complementarias que faciliten el alcance de la interoperabilidad semántica.^{37,42-44}

CONSIDERACIONES FINALES

La interoperabilidad semántica es la mejor solución para lograr una historia clínica global, capaz de ser accedida en cualquier momento y desde cualquier lugar, y el uso de estándares es la única forma de lograrla. Estándares como ISO EN 13606 y OpenEHR son una solución efectiva ya que consideran tres aspectos importantes para alcanzar la interoperabilidad semántica: información (arquetipos), terminologías y mensajería (modelo de referencia). Todos estos elementos son esenciales para la representación de la información clínica de una forma estandarizada. Esto desmitifica algunos supuestos, que proponían que la estandarización de la terminología era la única respuesta a la interoperabilidad semántica.

La interoperabilidad es la clave para la atención efectiva en el ámbito de la salud ya que aumenta la calidad de la atención, reduce los costos, y mejora los servicios, lo que se traduce en una atención más segura, obteniéndose mejores resultados. Por lo tanto, la interoperabilidad debe ser adoptada como una prioridad no solo para el área clínica sino más bien en la mayoría de áreas donde sea necesario el intercambio de información.

Financiamiento

Convenio 512C Ruta N Medellín, Universidad de Antioquia. Plataforma tecnológica de Telesalud. Fondo Nacional de Regalías, Departamento Nacional de Planeación, República de Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fickenscher KM. President's column: interoperability the 30 % solution: from dialog and rhetoric to reality. *J Am Med Inform Assoc.* 2013;20(3):593-4.
2. Serrano MD, Sebastián T, Maldonado J, Navalón R, Robles M, Gómez A, et al. Utilidad de los arquetipos ISO 13606 para representar modelos clínicos detallados. *RevistaSaludcom.* 2009;5(18):11.
3. Beale T. Archetypes: Constraint-based Domain Models for Future-proof Information Systems. [Internet]. Mooloolah, Qld, Australia: OpenEHR. 2002 [citado 5 Mar 2015]; Disponible en: http://www.openehr.org/files/resources/publications/archetypes/archetypes_beale_oopsla_2002.pdf
4. Gutierrez PP. EHRGen: Generador de Sistemas Normalizados de Historia Clínica Electrónica Basados en openEHR. [Internet] Montevideo, Uruguay: Academia Edu. 2012 [citado 5 Mar 2015]; Disponible en: http://www.academia.edu/9882453/EHRGen_Generador_de_Sistemas_Normalizados_de_Historia_Clinica_Electr%C3%ADnica_Basados_en_openEHR
5. Tapuria A, Kalra D, Kobayashi S. Contribution of Clinical Archetypes, and the Challenges, towards Achieving Semantic Interoperability for EHRs. *Healthc Inform Res.* 2013;19(4):286-92.
6. Martinez-Costa C, Menarguez-Tortosa M, Fernandez-Breis JT, Maldonado JA. A model-driven approach for representing clinical archetypes for Semantic Web environments. *J Biomed Inform.* 2009;42(1):150-64.
7. Menarguez-Tortosa M, Fernandez-Breis JT. OWL-based reasoning methods for validating archetypes. *J Biomed Inform.* 2013;46(2):304-17.
8. Santos MR, Bax MP, Kalra D. Dealing with the archetypes development process for a regional EHR system. *Appl Clin Inform.* 2012;3(3):258-75.
9. OpenEHR. The Clinical Knowledge Manager (CKM). [Internet]: OpenEHR. 2007 [citado 5 de Marzo 2015]; Disponible en: <http://www.openehr.org/ckm/>
10. Garde S, Hovenga E, Buck J, Knaup P. Expressing clinical data sets with openEHR archetypes: a solid basis for ubiquitous computing. *Int J Med Inform.* 2007;76(Suppl 3):S334-41.
11. Braun M, Brandt AU, Schulz S, Boeker M. Validating archetypes for the Multiple Sclerosis Functional Composite. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2014;14:64.
12. Sundvall E, Qamar R, Nystrom M, Forss M, Petersson H, Karlsson D, et al. Integration of tools for binding archetypes to SNOMED CT. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2008;8(Suppl 1):S7.
13. Meizoso Garcia M, Iglesias Allones JL, Martinez Hernandez D, Taboada Iglesias MJ. Semantic similarity-based alignment between clinical archetypes and SNOMED CT: an application to observations. *Int J Med Inform.* 2012;81(8):566-78.
14. Lezcano L, Sanchez-Alonso S, Sicilia MA. Associating clinical archetypes through UMLS Metathesaurus term clusters. *J Med Syst.* 2012;36(3):1249-58.
15. Runciman W, Hibbert P, Thomson R, Van Der Schaaf T, Sherman H, Lewalle P, et al. Towards an International Classification for Patient Safety: key concepts and terms. *Int J Qual Health Care.* 2009;21(1):18-26.
16. Chute CG. Clinical classification and terminology: some history and current observations. *J Am Med Inform Assoc.* 2000;7(3):298-303.

17. Lathrop SL, Davis WL, Nolte KB. Medical terminology coding systems and medicolegal death investigation data: searching for a standardized method of electronic coding at a statewide medical examiner's office. *J Forensic Sci.* 2009; 54(1): 207-11.
18. Hardiker NR, Hoy D, Casey A. Standards for nursing terminology. *J Am Med Inform Assoc.* 2000; 7(6): 523-8.
19. Barra DC, Sasso GT. [Data standards, terminology and classification systems for caring in health and nursing]. *Rev Bras Enferm.* 2011; 64(6): 1141-9.
20. Kahn MG, Bailey LC, Forrest CB, Padula MA, Hirschfeld S. Building a common pediatric research terminology for accelerating child health research. *Pediatrics.* 2014; 133(3): 516-25.
21. WHO. International Classification of Diseases (ICD). [Internet]. Ginebra: WHO. 2014 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/classifications/icd/en/>
22. Harris ST, Zeng X, Ross T, Ford L. International classification of diseases, 10th revision training: what coders are saying. *Health Care Manag (Frederick).* 2014; 33(1): 91-3.
23. Cimino JJ, Zhu X. The practical impact of ontologies on biomedical informatics. *Yearb Med Inform.* 2006; 124-35.
24. LOINC. Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC). [Internet]. Indianápolis: LOINC. 2014 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://loinc.org/>
25. Bakken S, Cimino JJ, Haskell R, Kukafka R, Matsumoto C, Chan GK, et al. Evaluation of the clinical LOINC (Logical Observation Identifiers, Names, and Codes) semantic structure as a terminology model for standardized assessment measures. *J Am Med Inform Assoc.* 2000; 7(6): 529-38.
26. IHTSDO. The Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT). [Internet] Copenhagen: IHTSDO. 2014 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/>
27. NLM. Unified Medical Language System (UMLS). [Internet]. Rockville: NLM. 2014 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/research/umls/>
28. Bodenreider O. The Unified Medical Language System (UMLS): integrating biomedical terminology. *Nucleic Acids Res.* 2004; 32: D267-70.
29. Hammond WE. eHealth interoperability. *Stud Health Technol Inform.* 2008; 134: 245-53.
30. Namli T, Dogac A. Testing conformance and interoperability of eHealth applications. *Methods Inf Med.* 2010; 49(3): 281-9.
31. Garde S, Knaup P, Hovenga E, Heard S. Towards semantic interoperability for electronic health records. *Methods Inf Med.* 2007; 46(3): 332-43.
32. Muñoz Carrero A, Romero Gutierrez A, Marco Cuenca G, Abad Acebedo A, Cáceres Tello J, Sánchez de Madariaga R, et al. Manual práctico de interoperabilidad semántica para entornos sanitarios basada en arquetipos. [Internet]. Madrid: Unidad de Investigación en telemedicina y eSalud. 2013 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=29/11/2013-45c9ee530c>
33. Goossen W, Goossen-Baremans A, van der Zel M. Detailed clinical models: a review. *Healthc Inform Res.* 2010; 16(4): 201-14.

34. Bisbal J, Berry D. An analysis framework for electronic health record systems. Interoperation and collaboration in shared healthcare. *Methods Inf Med.* 2011;50(2):180-9.
35. ISO. The CEN/ISO EN13606 standard. [Internet]. 2011 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.en13606.org/the-ceniso-en13606-standard>
36. Beale T, Heard S. Archetype Definition Language [Internet]. 2008 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/adl.pdf>
37. Martinez Costa C, Menarguez Tortosa M, Fernandez Breis JT. An approach for the semantic interoperability of ISO EN 13606 and OpenEHR archetypes. *J Biomed Inform.* 2010;43(5):736-46.
38. OpenEHR. OpenEHR Foundation. [Internet]. 2014 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.openehr.org/home>
39. Beale T, Heard S, Kalra D, Lloyd D. OpenEHR EHR Information Model. [Internet]. 2008 [citado 5 Mar 2015]. Disponible en: http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/rm/ehr_im.pdf
40. Costa CM, Menarguez Tortosa M, Fernandez Breis JT. Clinical data interoperability based on archetype transformation. *J Biomed Inform.* 2011;44(5):869-80.
41. Marcos M, Maldonado JA, Martinez-Salvador B, Bosca D, Robles M. Interoperability of clinical decision-support systems and electronic health records using archetypes: a case study in clinical trial eligibility. *J Biomed Inform.* 2013;46(4):676-89.
42. Legaz-Garcia MD, Menarguez-Tortosa M, Fernandez-Breis JT, Chute CG, Tao C. Transformation of standardized clinical models based on OWL technologies: from CEM to OpenEHR archetypes. *J Am Med Inform Assoc.* 2015;0:1-9.
43. Maldonado JA, Moner D, Bosca D, Fernandez-Breis JT, Angulo C, Robles M, et al. LinkEHR-Ed: a multi-reference model archetype editor based on formal semantics. *Int J Med Inform.* 2009;78(8):559-70.
44. Moner D, Moreno A, Maldonado JA, Robles M, Parra C. Using archetypes for defining CDA templates. *Stud Health Technol Inform.* 2012;180:53-7.

Recibido: 13 de julio de 2015.
Aprobado 20 de agosto de 2015.

Juan Camilo Castrillón-Betancur. Universidad de Antioquia UdeA. Medellín, Colombia.
Correo electrónico: camilo.castrillon@udea.edu.co