

HISTORIA CLÍNICA ELECTRÓNICA PARA APOYO DE TRATAMIENTO DE NIÑOS SORDOS EN ENTORNOS NO-HOSPITALARIOS*

An electronic health record to support deaf children treatment at non-hospital environments

ORLANDO LÓPEZ-CRUZ**, DIANA LORENA RODRÍGUEZ ÁVILA***

Recibido: 06 de mayo de 2015. Aceptado: 12 de junio de 2015

RESUMEN

El diseño e implementación de historias clínicas electrónicas (HCE) aún es un tema a tratar en informática biomédica. Varios estándares técnicos compiten por ser aceptados y usados. Sin embargo, debido a que la salud tiene que ver con las personas y no con perfiles de información, ninguno de tales estándares ha suministrado medios para lograr un diseño robusto que permita implementar características de interoperabilidad que sustenten entornos no hospitalarios. Los entornos mixtos, como los entornos inclusivos de educación de niños con discapacidad auditiva, deben ser tomados en cuenta. Esta investigación tecnológica buscó ampliar el componente nuclear de un sistema de HCE, su capa de persistencia, para incluir elementos informacionales con datos relacionados con las personas para mejorar el cuidado que se brinda a pacientes-estudiantes. Los datos relacionados con funcionalidad informacional se recolectó mediante entrevistas no estructuradas, se aplicó la técnica Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customers (SIPOC) para completar el escenario donde una HCE se vuelve funcional y se siguió un método de análisis y diseño de base de datos relacional para completar el proceso. El diseño e implementación de base de datos se presenta de forma sucinta. La gestión del proyecto se realizó usando scrum en cinco sprints. Luego, se discuten los resultados sobre la organización intervenida con esta tecnología.

Palabras clave: informática biomédica, diseño e implementación de bases de datos, historia clínica electrónica, interoperabilidad.

ABSTRACT

The design and implementation of interoperable electronic health records (EHR) is still an issue in biomedical informatics. Several technical standards compete to be widely accepted and used. However, because health is related to people, not to information profiles, none of those standards has provided robust design to implement interoperable features to support outside (clinical) environments. Mixed environments, as ear-impaired children inclusive educational environments, should be considered also. This technological research intended to extend the core element of an EHR system, its persistent layer, to include informational elements regarding people-related data to improve patient-student care. Data regarding information-related functionality was gathered by unstructured interviews, the application of Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customers (SIPOC) technique set up the stage where the EHR should become functional and a traditional relational database analysis and design method was applied to complete the process. The database design and implementation process is succinctly summarised. Project management was developed by using Scrum in five sprints. Results on the intervened organizational environment are discussed.

Key words: biomedical informatics, database design and implementation, electronic health record, interoperability.

* Resultado del proyecto de investigación "SIPICAL-HCE: Sistema de información de paciente del ICAL". Apoyado parcialmente por la Fundación para el Niño Sordo ICAL y por el grupo de investigación Riesgo en Sistemas Naturales y Antrópicos de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C.

** Miembro del grupo de investigación Riesgo en Sistemas Naturales y Antrópicos de la Pontificia Universidad Javeriana. Doctor (c) en Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Magister en Administración, Universidad Nacional de Colombia, Especialista en Sistemas de Control Organizacional, Universidad de los Andes, Economista. Docente Universidad El Bosque. Correo electrónico: orlandolopez@uelbosque.edu.co,

***Software Developer Associate, Accenture Ltd. Bogotá D.C., Ingeniero de Sistemas, Universidad El Bosque. Correo electrónico: diana.a.rodriguez@accenture.com

I. INTRODUCCIÓN

LA IMPLEMENTACIÓN de una historia clínica electrónica (HCE) exige una comprensión sistémica de la práctica médica y así determinar si hay propósitos clínicos, administrativos o integrados de la HCE en el sistema de información [1, 2]. La literatura muestra una evolución conceptual para atender la demanda de datos e información en los sistemas nacionales de salud de la sociedad de la información desde finales del siglo XX [3] (HL7 desde 1987), hasta la conformación de estándares del presente siglo [4].

Pese a que las ciencias médicas experimentaron retos permanentes de adopción de tecnologías como los rayos-X, los antibióticos y la ingeniería genética, las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) se han percibido de manera diferente, dificultando su adopción [5]. Este hecho afecta en forma directa al concepto de HCE, que no deriva claramente de 'registro electrónico de salud' (electronic health record-EHR) [6, 7] o de 'registro electrónico médico' (electronic medical record - EMR) [3] que son distintos, e incluso registro personal de salud (*personal health record*).

Lejos de ser una vanalidad terminológica, las diferencias encierran concepciones distintas de los sistemas nacionales de salud (SNS), los sistemas de información hospitalarios y los sistemas de información de salud. Cuando las personas concurren a un servicio de salud, los datos fundamentales corresponden a la persona, incluso cuando esta información pareciera obedecer sólo a los procesos organizacionales de facturación por los servicios prestados a la persona.

El problema se hace evidente cuando se trata de personas con discapacidad auditiva que, especialmente en su niñez y adolescencia, requieren que su formación involucre procesos médicos asistenciales, psicológicos, de trabajo social y, por supuesto de educación. El entorno primario de atención médica y psicológica para estas personas es el mismo entorno de educación, por lo menos en atención primaria, que esencialmente es un entorno no-hospitalario y desde allí se realizan evoluciones e inter-consultas.

Como el software de los sistemas de información de salud están orientados a atender los pro-

cesos organizacionales de las instituciones de salud, en las que el individuo es sujeto de la atención de servicios de salud, pero no de educación, por ejemplo, y por otro lado, el software para instituciones de educación se centra en los procesos organizacionales de gestión educativa, los sistemas de información no solo son procedimentalmente incompletos y con características de seguridad insuficientes a las exigidas en el sector salud, sino que el diseño del núcleo de datos no permite el registro de los datos de la persona que es sujeto de una atención integral.

Así, se requieren diseños incluyentes que reflejen el reconocimiento de la complejidad de los procesos asociados a la atención de personas con discapacidad (auditiva) en entornos no-hospitalarios. El diseño de un sistema de información con estas características incluye también el diseño e implementación de un repositorio de datos que sustenta la atención de las especificaciones. El proceso de investigación en ingeniería y la forma como fue diseñado e implementado se presenta en este artículo.

La sección 1 presenta el entorno de la situación que se buscó transformar. La segunda sección describe la metodología utilizada en el proceso de investigación de intervención de ingeniería, así como el software y hardware utilizados. La sección 3 describe de forma sucinta el proceso de diseño de la base de datos y en la sección 4 se presentan y discuten los resultados obtenidos por el uso del producto del producto de la investigación correspondiente en un entorno organizacional. En la sección 5 se presentan las conclusiones correspondientes y se mencionan algunas restricciones conocidas.

II. ENTORNO AMPLIADO DE LA HISTORIA CLÍNICA ELECTRÓNICA (HCE)

A. El Entorno Complejo Concreto

No se trata de instalar software de historia clínica con la imperativa pretensión de que se convierta en la solución para el manejo de la información de personas que requieren ser orientadas y tratadas en un entorno no hospitalario con la suposición de que la intervención de personal de la salud –como médicos, enfermeras, psicólogos, trabajadores so-

ciales- garantiza la satisfacción de registro de datos que produzcan información pertinente en dicho contexto multidisciplinario.

Pero incluso en entornos hospitalarios, es posible que se requiera del manejo de datos adicionales a los estrictamente médicos. Tal es el caso de los centros de salud mental, en donde el tratamiento de patologías relacionadas con la mente humana exigen la intervención multidisciplinaria y, también, involucrar al mismo paciente [8] en los procedimientos post-hospitalarios, asunto este que se asemeja a los procesos de formación de personas en centros educativos, puesto que se requiere del albedrío del intervenido.

Como el desarrollo de la autonomía es uno de los objetivos de formación en centros de enseñanza, de la misma forma que en los centros de salud mental, por eso se requiere de la intervención multidisciplinaria con profesionales de servicios paramédicos y de la educación. La institución en donde se realizó el estudio implementa el modelo inclusivo [9, 10], ampliamente usado en el mundo [11, 12], no sólo para personas sordas sino también en otras discapacidades [13, 14]. En dicha institución, no existe la complejidad del tratamiento de las patologías mentales, pero si la demanda por una atención integral en la práctica, pues los niños y jóvenes estudiantes son al mismo tiempo pacientes. Es decir, usuarios del sistema de salud, regidos por las normas del Sistema Nacional de Salud (llamado SGSSS en Colombia en virtud de la Ley 100 de 1993 [15] y sus decretos reglamentarios) y también personas en formación que desarrollan actividades de acuerdo con las normas del sistema de educación nacional de Colombia, país que se vincula a la sociedad de la información fundada en las TIC [16]. Así, los docentes y los profesionales especializados en otras disciplinas (fonoaudiología y psicología, por ejemplo) intervienen en el proceso del niño que, al mismo tiempo, es proceso pedagógico y proceso terapéutico.

El entorno se hace menos evidente si se considera que la institución es inclusiva [9, 10, 13, 14] en cuanto a que dentro del grupo de estudiantes también están matriculados niños oyentes, pero que también se benefician de un entorno de educación sistémico en la perspectiva del ser humano, como individuo.

Las entrevistas previas con directivos de la institución, evidenciaron que el acceso a la información a los pacientes se realiza en forma manual accediendo a las carpetas de legajado con hojas que registran la información socioeconómica, de salud y de educación de cada niño. Esta situación genera la dificultad para anotar la evolución (que es de carácter obligatorio en el marco de las normas del SGSSS) de cada niño en forma oportuna, además de la dificultad para coordinar las (agendas) actividades de todos los profesionales especializados. Cada profesional que interviene sobre un mismo paciente compite por el uso de la carpeta física, lo que genera una sobrecarga laboral que produce impactos negativos sobre la calidad de atención a los usuarios (los niños que son al mismo tiempo estudiantes y pacientes), además de generar dificultades para obtener informes en forma rápida y confiable.

Si bien la Institución usa microcomputadores para la administración de datos de los usuarios, esto se hace con hojas de cálculo. Existe evidencia de que el uso apropiado de los sistemas de información basados en computadores puede aportar elementos para mejorar este tipo de situaciones [17].

Se sabe que varios sistemas compiten por convertirse en el estándar más apropiado de las HCE: OSI (Open Systems Interconnection) ISO-TC215 que ha producido ISO 18303 «Requirements for an Electronic Health Record Reference Architecture», CORBA (Common Object Request Broker Architecture), GEHR (Good European Health Record), HL7-CDA (High Level 7 - Clinical Document Architecture), OpenEHR y XML/Ontología [18], si bien no existe un acuerdo definitivo al respecto, sí se sabe que el sistema más apropiado debería también incluir la posibilidad de manejo de información de la nomenclatura sistematizada de patologías ICD-10 [19], datos socioeconómicos e información sobre otros procesos, como los educativos, para garantizar la interoperabilidad en un contexto inclusivo de las personas [20].

B. INTEROPERABILIDAD

Interoperabilidad es la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y usar la información que ha sido

intercambiada [21]. En salud, interoperabilidad es la capacidad de distintos sistemas de tecnología de la información y software aplicativo para comunicarse, intercambiar datos y usar la información que ha sido intercambiada [22].

Se reconocen tres niveles de interoperabilidad: primaria o técnica, funcional o estructural, y de proceso o semántica. La interoperabilidad primaria o técnica es la capacidad para intercambiar confiablemente datos entre un sistema de tecnología de información que envía datos y otro que lo recibe sin errores. No requiere la capacidad del sistema receptor de interpretar los datos.

La interoperabilidad funcional o estructural es un nivel intermedio que define la estructura o formato de intercambio de datos (estándares de formato de mensajes), en los que se verifica un movimiento uniforme de datos de salud de un sistema a otro, de forma que el propósito clínico u operacional y el significado de los datos se preservan. La interoperabilidad funcional o estructural define la sintaxis de intercambio de los datos, con lo que se asegura el intercambio de los datos y que los datos intercambiados entre distintos sistemas de tecnología de información sean interpretados al nivel de campo.

La interoperabilidad de proceso o semántica provee interoperabilidad al más alto nivel, es decir, la capacidad de dos o más sistemas de información de tecnología para intercambiar información y usarla. Este nivel de interoperabilidad saca provecho tanto de la estructuración de datos intercambiados como de la codificación de los datos, incluyendo el vocabulario, de forma que el sistema de información que recibe puede interpretar los datos. Preserva completamente el significado de los datos, garantiza un proceso integral de prestación de servicio de salud y permite mantener los flujos de trabajo asociados a los procesos médicos y hospitalarios.

Así se tienen en cuenta las dimensiones de estructura, sintaxis y comunicación confiable. En la práctica, la interoperabilidad se verifica si los sistemas de información de salud trabajan juntos dentro de los entornos intra- y extra-organizacionales con el fin de prestar servicios de salud en forma efectiva a los individuos y a las comunidades.

III. METODOLOGÍA Y MATERIALES

Se realizaron entrevistas no estructuradas con directivos de la institución, lo cual permitió el trabajo de campo y la implementación final del producto diseñado. La finalidad de tales entrevistas fue obtener los requerimientos de información de más alta prioridad, que implicaran registro de datos que no estuviesen asociados a la salud, como la información socioeconómica y la educativa, asociada a la atención de solicitudes de informes de órganos de control distintos a los del sector salud. Aquellos relacionados con la salud se amoldan a estándares que los predefinen.

Se hizo el levantamiento de los elementos de datos que integran la historia clínica que manejaba la institución y su estructura (forma como está organizada), con la cual se realizan anamnesis, interconsultas y exámenes médicos.

Se solicitó autorización para obtener copias de los formatos (en papel) utilizados para conocer la forma como se distribuyen y relacionan los datos, tomando cuidado de que no se vulnerara la confidencialidad de datos clínicos.

Se elaboraron diagramas de los procesos del modelo de educación de la institución y se solicitó documentación del modelo integrado de inclusión en dicha institución, para identificar los procesos organizacionales clave que involucran a los profesionales especializados y a la historia clínica, así como a los directivos y a la historia clínica.

Se usó la técnica *Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customers (SIPOC)* [23, 24]. Se puede usar esta técnica durante la fase de definición de un proyecto de mejora de procesos, ya que ayuda a entender claramente el propósito y el alcance de un proceso. En lo concerniente a este proyecto, SIPOC se usó para evaluar los pasos [25] desde el ingreso del estudiante/paciente hasta su salida, por los cuales se involucraron los profesionales especializados en la institución.

Con el fin de diseñar e implementar el medio electrónico de conservación de los datos que componen la Historia Clínica del paciente, se elabora un diccionario de datos y un modelo de datos, representado en un diagrama entidad-relación, que fue validado con los directivos. En el diseño de la

base de datos se transformó el modelo en un esquema que incluyó el cálculo del conjunto de llaves candidatas para cada entidad y se definió la llave primaria de cada una, con apoyo del software MySQL Workbench.

Como parte del diseño, se efectuó un proceso de normalización, estabilizando el diseño de la base de datos hasta disminuir razonablemente los datos duplicados y que las dependencias funcionales respondieran a las restricciones de diseño.

Se desarrolló código DDL (*Data Definition Language*) para crear el esquema de la base de datos y luego se desarrolló DML (*Data Manipulation Language*) para conformar el cuerpo, es decir, cargar los datos (migrarlos) desde su origen hasta el destino. Como la mayor parte de datos estaban en papel, se obtuvo apoyo para digitar algunos datos (a archivos planos) para luego cargarlos a la base de datos.

Se prepararon sesiones de prueba con los usuarios del sistema de información (Tabla 1), para verificar que el medio electrónico de conservación incluyera la totalidad de los datos que componen la Historia Clínica del paciente de la institución, es decir, información socioeconómica y educativa. Se desarrolló software ad-hoc de interfaz para estas pruebas.

Se seleccionó Appserv 2.5.10 para Windows que ofrece los servicios Apache (Servidor Web), PHP

Tabla 1. Perfiles profesionales del equipo interdisciplinario^a y cantidad de usuarios por perfil profesional.

No.	Perfil profesional	Cantidad
1	Profesor	14
2	Fonoaudiólogo	5
3	Terapeuta ocupacional	2
4	Psicólogo	3
5	Trabajador Social	2
6	Coordinadora académica	2
7	Coordinadora de protección	1
8	Rectora	1
9	Modelo lingüístico	1
10	Intérprete	2
11	Enfermera	1
12	Nutricionista	1

Fuente: Los autores.

a De la institución en la que se realizó el trabajo de campo.

(lenguaje), MySQL (Sistema de administración de bases de datos relacionales) y PhpMy Admin (entorno gráfico para la administración de bases de datos), dado que el presupuesto institucional de inversión era restringido y se usarían computadores personales con Windows 7, Windows XP o Windows Vista y procesadores Intel Core 2 duo, 2.93 GHz.

IV. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

A. El Modelo de Datos

Como parte del proceso de diseño de la Historia Clínica Electrónica (HCE), el análisis y diseño de base de datos es central y relevante puesto que no sólo constituye el elemento de persistencia del sistema, sino que conforma la base para la interconectividad de la HCE. Se diseñó una base de datos relacional debido a la mayor disponibilidad de sistemas manejadores de bases de datos relacionales (RDBMS-Relational Database Management System) para computadores personales y por considerarlo más apropiado para una implementación funcional de una HCE. El modelo de datos se realizó mediante el modelo entidad-relación [26], en el que «Paciente» fue de especial interés por estar centralizando la relación con los datos críticos (Fig. 1). Es de notar que en dicha entidad no es en donde aparecen datos como nombre(s) o apellido(s), que si aparecen en la entidad persona.

Dentro del proceso de diseño, con la ayuda de MySQL Workbench y el posterior análisis de dependencias funcionales, se definieron las llaves primarias de cada tabla y para efectos de la implementación fueron determinadas las llaves foráneas.

B. El Modelo de Datos

El proceso de análisis de dependencias funcionales (DF) fue realizado para transformar el modelo de datos en un esquema completo, que además ofrece la implantación de las restricciones de diseño, con la finalidad de que el RDBMS asumiera la carga de asegurar la consistencia de la base de datos.

Para esto, tomando todos los atributos de cada entidad del modelo entidad-relación se calcula el conjunto F de todas las dependencias funcionales

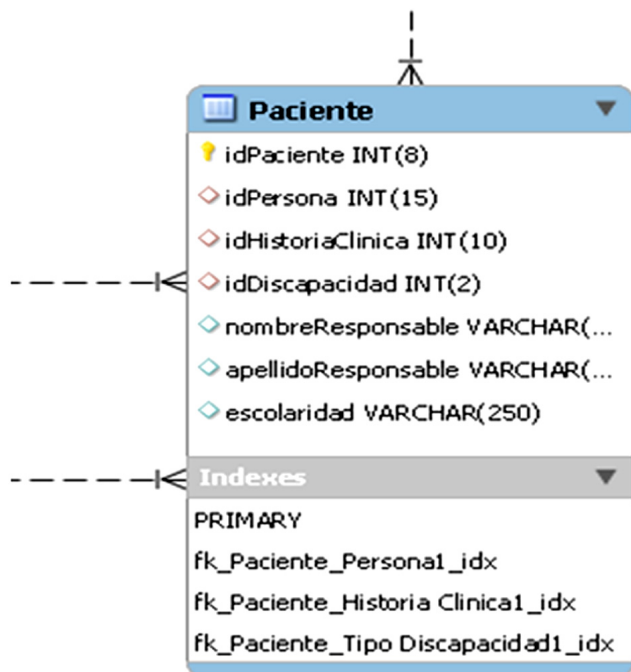


Figura 1. Entidad paciente, una de las diecisiete entidades del esquema Historia Clínica Electrónica.

de la forma $X \rightarrow Y$, en donde X, Y son dos subconjuntos de atributos. Si el miembro izquierdo de una DF tiene i atributos, el miembro derecho puede tener $0, 1, 2, \dots, i$ atributos. Por tanto, hay $\binom{i}{j}$ formas de escoger un atributo j del miembro derecho de una DF a partir de los i atributos de la parte izquierda de la DF. Así, el número total de DF de la base de datos se puede calcular como en (1).

$$\sum_{j=0}^i \binom{i}{j} \quad (1)$$

En rigor no se exige que $X \neq Y$, pero como heurístico no se incluyen en el cálculo de F aquellas DF en las que $X=Y$, para evitar el crecimiento exponencial de F , por ser estas DF triviales. Si bien el procedimiento formal lo exige, en la práctica del diseño no se calcula la totalidad de la cobertura (o clausura) de F para la base de datos [27, 28].

El subconjunto de atributos de la base de datos que integra la tabla relacional Persona está integrado por (i) idPersona, (ii) idTipoIdentidad, (iii) Nombre, (iv) Apellido, (v) fechadenacimiento, (vi) lugardenacimiento, (vii) teléfono y (viii) dirección, claramente puede «analizarse» para deducir un conjunto de llaves candidatas (Tabla 2).

Tabla 2. Deducción de una llave de la tabla relacional persona, procedimiento que se repitió para las diecisiete tablas relacionales.

No.	Atributos	DF aplicable
1	i	Ninguna DF
2	i, ii	i, ii \rightarrow iii, iv; i, ii \rightarrow v, vi
3	i, ii, iii	i, ii, iii \rightarrow iv; i, ii, iii \rightarrow v, vi i, ii, iii \rightarrow vi, vii, viii i, ii, iii \rightarrow iii, iv, v, vi, vii, viii
4	i, ii, iii, iv	i, ii, iii, iv \rightarrow v, vi, vii; i, ii, iii, iv \rightarrow v, vi, vii, viii; i, ii, iii, iv \rightarrow vi, vii, viii i, ii, iii, iv \rightarrow v, vi, vii, viii
5	i, ii, iii, iv, v	i, ii, iii, iv, v \rightarrow vi, vii; i, ii, iii, iv, v \rightarrow vi, vii, viii
6	i, ii, iii, iv, v, vi	i, ii, iii, iv, v, vi \rightarrow vii; i, ii, iii, iv, v, vi \rightarrow vii, viii
7 ^a	i, ii, iii, iv, v, vi, vii	i, ii, iii, iv, v, vi, vii \rightarrow viii
8 ^a	i, ii, iii, iv, v, vi, vii, viii	i, ii, iii, iv, v, vi, vii, viii \rightarrow viii

En la Tabla 2 la columna Atributos se conforma por la ampliación sucesiva de los atributos de la tabla relacional Persona. Podría partirse del conjunto de todos los atributos de la base de datos, pero como al analizar mediante el modelo entidad-relación, la complejidad computacional disminuye, como es evidente al disminuir la cantidad de posibles combinaciones. En la columna 'DF aplicable' se listan (todas) las DF en las que aparecen los atributos listados en la columna 'Atributos' en la parte izquierda. En la Tabla 2 no se lista la totalidad de DF para cada fila, salvo por lo mostrado para las filas 1 y 2. Por ejemplo, no se listan las DF triviales como son aquellas cuya parte izquierda es igual a la parte derecha, o aquellas en las que la parte derecha es un subconjunto propio de la parte izquierda.

Al comparar las filas 2 y 3 de la Tabla 2, se puede observar que la cantidad de DF de la fila 3 es igual a la de la fila 2. También, la parte derecha de cada una de las DF de la fila 3 son conjuntos iguales o subconjuntos de las partes derechas de las DF de la fila 2. Este proceso se puede repetir entre pareja de filas de la Tabla 2, para concluir que el menor cardinal del conjunto de atributos de la parte izquierda de las DF (columna Atributos) corres-

ponde a la fila 2. En cantidad de atributos, la fila 2 presenta la llave mínima y por tanto se selecciona como llave principal de la tabla relacional Persona. Es decir, la DF $idPersona, idTipoIdentidad \rightarrow Nombre, Apellido, fechadenacimiento, lugarde-nacimiento, teléfono, dirección$.

El procedimiento se repite para cada una de las entidades y luego se implementa la resolución de las relaciones muchas a muchas mediante la creación (artificial) de tablas relacionales intermedias, hasta obtener diecisiete tablas relacionales.

C. Implementación

Se seleccionó una plataforma que soportara: Appserv, PHP y RDBMS MYSQL. Con Appserv 2.5.10 en Windows se tuvo acceso a los servicios Apache, Servidor Web; PHP, lenguaje de programación; MySQL, RDBMS, y PhpMyAdmin, entorno gráfico para la administración de bases de datos. Se escribieron las instrucciones DDL correspondientes, para generar el esquema e implementar las restricciones para el ingreso de tuplas según las restricciones de integridad definidas en la etapa de diseño [29].

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El resultado principal es la implementación de una HCE en el entorno no hospitalario de una institución para atención de niños sordos en el contexto de la educación inclusiva [9, 11] que permite probar que la adecuada intervención organizacional en el momento de análisis y diseño provee amplias posibilidades de la implementación de un artefacto tecnológico de informática que satisfaga expectativas de facilidad de acceso y manejo de datos, situación que por lo obvia no siempre se logra de manera evidente y efectiva.

Este resultado debe interpretarse técnicamente en cada una de sus dimensiones. Como todo proceso de diseño de base de datos relacional [27, 28], el análisis y diseño de los elementos de información que componen la historia clínica del paciente/estudiante en el Colegio ICAL, son las primeras etapas de un proceso que finaliza con la escritura de instrucciones DDL y DML.

Si bien se usaron medios técnicos de apoyo como las herramientas ofrecidas por MySQL Workbench, para elaborar un modelo de datos, fue el proceso de comprensión de los procesos organizacionales y la naturaleza organizacional lo que facilitó la creación de las entidades del modelo de datos que serían luego transformadas para conformar las diecisiete tablas relacionales del esquema final de la base de datos.

Para enfatizar, no fue el uso de programas de computador el que permitió la creación del modelo de datos y transformarlo en el esquema con diecisiete tablas de la propuesta de HCE, sino el trabajo de campo que permitió evaluar la semántica de los datos en el contexto de la institución en donde se realizó dicho trabajo.

Con la implementación de la base de datos como medio electrónico de conservación de los datos que componen la historia clínica del paciente en ICAL se automatizaron los componentes de: Desarrollo, Ciudadanía, Protección y Existencia. La implementación de la base de datos, permitió la realización de pruebas con el usuario final y se obtuvo la aceptación del producto.

Para observar la operatividad de la base de datos que implementa la HCE, en el entorno en el que aún no está definido el aplicativo completo, se desarrolló una interfaz de usuario final ad-hoc para que cada usuario pudiera ingresar, actualizar y recuperar los datos de cada estudiante/paciente de la institución.

La mejora en tiempos de acceso a los datos fue evidente al transferir el manejo de datos sobre papel al medio electrónico mediante computadores personales. No es comparable el tiempo que toma el proceso manual anterior con el proceso realizado por computador debido a las siguientes consideraciones: la potencial ubicuidad de los datos manejados por computador en contraste con la movilidad restringida de los datos sobre papel, la perdurabilidad del medio electrónico superior a priori respecto de los datos manejados en las carpetas que conforman la historia clínica y el manejo mismo del medio físico de las carpetas en papel – que van creciendo en volumen y peso conforme evolucionan los procesos educativos y terapéuticos de los estudiantes/pacientes, cuando se compara con el acceso a través de un computador. No

obstante, no hubo una expresión cuantitativa de tales percepciones.

Los usuarios (ver Tabla 1) manifestaron que resultaba más ágil el acceso a los datos a través de un navegador en un microcomputador, que a través de Internet, lo cual les permitió destinar más tiempo a la atención directa de cada estudiante/paciente y menos tiempo a la sobrecarga de buscar la carpeta en papel correspondiente.

La portabilidad e interconectividad de los datos de la HCE que procura la mejora frente a, y en relación con, estándares como HL7 requiere de la implementación de la funcionalidad completa de un aplicativo en la capa superior de la capa de persistencia desarrollada.

La utilización de esta base de datos que implementa la HCE de ICAL tiene como efecto inmediato la necesidad de reducir la cantidad de formatos en papel y, por consiguiente, mejorar la interacción entre los profesionales de apoyo al paciente/estudiante y su historia clínica.

Como restricción actual, la interfaz desarrollada para pruebas funciona con el navegador Google Chrome®, pero esto puede ser modificado cuando se concluya el desarrollo de una interfaz de usuario final. No obstante, se provee interoperabilidad técnica por la forma como se ha diseñado la base de datos que conforma el elemento fundamental de la capa de persistencia del eventual sistema de información para la HCE.

VI. CONCLUSIÓN

La inclusión de elementos de información relacionados con las personas, y no con los perfiles informacionales de estereotipos facilitó que la base de datos implementada ofreciera la funcionalidad en el entorno no-hospitalario de un centro de educación con modelo inclusivo de niños sordos y oyentes.

No obstante que sólo se implementó la base de datos y una interfaz básica con el usuario final, mediante un navegador (browser), faltando aún la puesta en marcha de las capas correspondientes a la aplicación misma que conforma un sistema de información de historia clínica electrónica, se lo-

gró que personas con distintos perfiles profesionales (Tabla 1) hallaran una mejor experiencia al usar un computador para el manejo de los datos de una historia clínica, que al usar la forma tradicional sobre papel.

La implementación de una HCE en un contexto no hospitalario, como el de una institución de educación de niños sordos con el modelo inclusivo, agiliza la disponibilidad de los datos, lo cual reduce en el incremento de tiempo para los procesos educativos y terapéuticos.

En el contexto del proceso de ingeniería, no es el uso de programas de computador el que permite la creación del modelo de datos y transformarlo en esquema, sino la labor del ingeniero que evalúa la semántica de los datos en el contexto organizacional que se desea transformar.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto fue apoyado por la Fundación para el Niño Sordo ICAL, vinculada a Fenascol [30], dentro del proyecto SIPICAL-HCE: Sistema de información de paciente del ICAL.

REFERENCIAS

- [1] M. Amatayakul and A. Medical Group Management, *Electronic health records : transforming your medical practice*. Englewood, CO: MGMA, 2010.
- [2] M. A. Kleinpeter, «Electronic Health Records: Transforming Your Medical Practice,» *Journal of the National Medical Association*, vol. 98, p. 1558, 2006.
- [3] J. Brender, C. Nøhr, and P. McNair, «Research needs and priorities in health informatics,» *International Journal of Medical Informatics*, vol. 58, pp. 257-289, 2000.
- [4] P. K. Sinha, G. Sunder, P. Bendale, M. Mantri, and A. Dande, *Electronic health record: standards, coding systems, frameworks, and infrastructures*. John Wiley & Sons, 2012.
- [5] M. L. Bernstein, T. McCreless, and M. J. Cote, «Five constants of information technology adoption in healthcare,» *Hospital Topics*, vol. 85, pp. 17-25, 2007.
- [6] T. D. Sequist, T. Cullen, H. Hays, M. M. Taulii, S. R. Simon, and D. W. Bates, «Implementation and

- use of an electronic health record within the Indian Health Service,» *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 14, pp. 191-197, 2007.
- [7] D. Blumenthal and M. Tavenner, «The «meaningful use» regulation for electronic health records,» *New England Journal of Medicine*, vol. 363, pp. 501-504, 2010.
- [8] K.-J. Tseng, T.-H. Liou, and H.-W. Chiu, «Development of a computer-aided clinical patient education system to provide appropriate individual nursing care for psychiatric patients,» *Journal of medical systems*, vol. 36, pp. 1373-1379, 2012.
- [9] R. Claros-Kartchner, «La Inclusión de las personas sordas, como grupo étnico, en los sistemas educativos,» *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, vol. 3, pp. 63-75, 2009.
- [10] E. Guajardo Ramos, «La Integración y la Inclusión de alumnos con discapacidad en América Latina y el Caribe,» *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, pp. 15-23.
- [11] I. Rinèiæ and A. Muzur, «Deaf education in Croatia,» *Croatian medical journal*, vol. 54, p. 89, 2013.
- [12] K. H. Kreimeyer, P. Croke, C. Drye, V. Egbert, and B. Klein, «Academic and social benefits of a co-enrollment model of inclusive education for deaf and hard-of-hearing children,» *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, vol. 5, pp. 174-185, 2000.
- [13] S. P. Aquino Zúñiga, V. García Martínez, and J. Izquierdo, «La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior: Un estudio de caso,» *Sinética*, vol. 39, pp. 1-21, 2012.
- [14] A. Padilla Muñoz, «Inclusión educativa de personas con discapacidad,» *Revista colombiana de Psiquiatría*, vol. 40, pp. 670-699, 2011.
- [15] República de Colombia, «Ley 100 «Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones,» ed. Bogotá, D.C.: Congreso de la República de Colombia, 1993.
- [16] República de Colombia, «Ley 1341 «Por la cual se definen Principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC-, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones,» ed. Bogotá D.C.: Congreso de Colombia, 2009.
- [17] E. H. Shortliffe, «Biomedical informatics in the education of physicians,» *JAMA*, vol. 304, pp. 1227-1228, 2010.
- [18] J. L. Alonso Lanza, «La historia clínica electrónica: ideas, experiencias y reflexiones,» *Acimed*, vol. 13, pp. 1-1, 2005.
- [19] E. Y. S. Lim, M. Fulham, and D. F. Feng, «Electronic medical records,» in *Biomedical information technology*, D. D. Feng, Ed., ed Burlington, MA, USA: Academic Press - Elsevier, 2011, pp. 29-46.
- [20] H. Zhou, «Design of Student Information Management Database Application System for Office and Departmental Target Responsibility System,» *Physics Procedia*, vol. 25, pp. 1660-1665, 2012.
- [21] I. C. Society and C. Standards Coordinating, *IEEE standard computer dictionary: a compilation of IEEE standard computer glossaries*, 610. New York, NY, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990.
- [22] H. I. a. M. S. Society, «HIMSS Dictionary of Healthcare Information Technology Terms, Acronyms and Organizations, 2nd Edition,» in *Appendix B*, p190,, ed, 2010.
- [23] S. Salah, A. Rahim, and J. A. Carretero, «The integration of Six Sigma and lean management,» *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 1, pp. 249-274, 2010.
- [24] M. L. Meyer and M. T. Scrima, «Business Process Optimization: Combining Project Management and Six Sigma Best Practices to Better Understand and Optimize Critical Business Processes,» 2006.
- [25] P. M. Carter, J. S. Desmond, C. Akanbobnaab, R. A. Oteng, S. D. Rominski, W. G. Barsan, et al., «Optimizing Clinical Operations as Part of a Global Emergency Medicine Initiative in Kumasi, Ghana: Application of Lean Manufacturing Principals to Low-resource Health Systems,» *Academic Emergency Medicine*, vol. 19, pp. 338-347, 2012.
- [26] P. P.-S. Chen, «The entity-relationship model – toward a unified view of data,» *ACM Transactions on Database Systems (TODS)*, vol. 1, pp. 9-36, 1976.
- [27] R. Elmasri, S. B. Navathe, V. Canivell Castillo, G. Zaballa Pérez, B. Galán Espiga, A. Goñi Sarriguren, et al., *Fundamentos de sistemas de bases de datos*. Madrid: Addison-Wesley: Pearson Educación, 2002.
- [28] A. Silberschatz, H. F. Korth, and S. Sudarshan, *Fundamentos de diseño de bases de datos*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 2011.
- [29] C. J. Date and S. L. M. Ruiz Faudón, *Introducción a los sistemas de bases de datos*. México: Pearson Educación, 2001.
- [30] P. González Vicente, «Un acercamiento a la comunidad sorda de Bogotá,» ed. Bogotá: SED-FENASCOL - Proyecto Cátedra, 2011, p. 48.

