

Modelo de datos del sistema automatizado de registros médicos: SIREM

A data model for the automated system of medical records: SIREM

Besembel*, Isabel; Narciso, Flor; Rivas, Franklin; Colina, Eliezer; Aguilar, Jose; Estecche, Ulises; Silva, Darío; López, Hernán
Facultad de Ingeniería, ULA,
Mérida 5101, Venezuela
*ibc@ula.ve

Mousalli Gloria
Facultad de Humanidades y Educación, ULA
Mérida 5101, Venezuela

Rivas, Carlos
Facultad de Farmacia, ULA
Mérida 5101, Venezuela

Recibido: 19-04-2004

Revisado: 29-05-2006

Resumen

Este artículo presenta el resultado obtenido en el diseño de la base de datos del Sistema Automatizado de Registros Médicos (SIREM), utilizando como marco de referencia el Sistema de Registros Médicos usado en los ambulatorios urbanos del estado Mérida. El diseño se desarrolla en dos etapas: la generación del modelo conceptual orientado por objetos, utilizando el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), y la transformación de dicho modelo a su correspondiente esquema relacional, denominado modelo conceptual implementable. Este último es el modelo base para el desarrollo de SIREM.

Palabras clave: Modelado de datos, sistemas de información, modelado de datos orientado a objetos, bases de datos relacionales.

Abstract

Petri Nets are a mathematical and graphical choice to model many kind of systems, which have been accepted by the scientist community, their permissiveness and spread give cause for being interpreted in several different ways during the modeling, making possible a wide range of applications. Although Petri Nets are not new, actually, the field of application continues growing thanks to their extensions and specific development. This review paper on Petri Nets provides the basic skills and concepts to help us to understand this topical research area.

Key words: Data modeling, information systems, object-oriented data modeling, relational databases.

1 Introducción

En este artículo se presenta el diseño de la base de datos del Sistema Automatizado de Registros Médicos (SIREM) para ambulatorios urbanos del estado Mérida, el cual

ha sido desarrollado utilizando como marco de referencia el Sistema de Registros Médicos (SISMAI) (Rivas y col, 2002), (Rivas y col, 2003), (Narciso y col, 2004), (OPS-OMS-VE, 2001) y (Ministerio de Salud y Desarrollo Social, 2001).

La informática médica (Porta, 2001), (León- Ramírez, 2004) ha sido un área de estudio que ha generado gran interés y brinda beneficios importantes a las ciencias de la salud, por el efecto de disponibilidad de información, rapidez en consulta, confidencialidad, seguridad de la información, entre otros. Los sistemas de registros médicos deben utilizar mecanismos que permitan el acceso a la información de los pacientes de una forma segura y confiable, por lo cual para su diseño es importante garantizar todos los aspectos asociados a la confiabilidad de la información manejada. Para ellos es necesario hacer un diseño exhaustivo de las bases de datos a utilizar, el cual debe satisfacer los requisitos de información que el usuario especifique, proveer una presentación de los datos fácil de entender, y soportar los requisitos de la aplicación (Montilva y col, 2000).

El diseño de la base de datos (BD) utilizada en este proyecto, se desarrolló en dos etapas: la generación del modelo conceptual orientado por objetos, utilizando el Lenguaje de Modelado Unificado (UML, siglas en inglés) (Muller, 1997), y la transformación de dicho modelo a su correspondiente esquema relacional, denominado modelo conceptual implementable, el cual es la base para el desarrollo de SIREM.

A fin de mostrar el proceso de diseño de la BD (Besembel, 1998) de SIREM, en la sección 2 de este artículo se presenta la definición de los requisitos de información que debe soportar el SIREM. Los diagramas de clases en UML que se corresponden con el diseño conceptual orientado por objetos se describen en la sección 3. En la sección 4 se muestra el proceso de transformación de estos diagramas para la obtención del modelo conceptual implementable en cualquier Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) comercial actual, que siga los conceptos estándares del modelo objeto relacional. Por último, en la sección 5 se presentan las conclusiones de este trabajo.

2 Requisitos de información

La definición de los requisitos de información permite determinar las necesidades de información que tienen los usuarios de un sistema (Montilva y col, 2000). Tomando en cuenta el tipo de información que debe producir el SIREM, esto es, reportes, consultas y presentación de los datos (Narciso y col, 2004), se listan a continuación los siguientes requisitos, los cuales definen las entidades que serán necesarias para el diseño de la BD :

- Soporte de cada uno de los formularios de impresión según las formas establecidas por el Modelo de Atención Integral (MAI) (Ministerio de Salud y Desarrollo Social, 2001):
 - Historia clínica integral del paciente sano o enfermo (DSP-01), que es llenada principalmente por un médico general o especialista, conteniendo todos los datos del paciente, como son sus datos personales, sus antecedentes perinatales (menores de 12 años), personales y familiares, desarrollo psicomotor (menores de

12 años), examen físico, evolución, control de vacunas y de exámenes de laboratorio.

- Registro diario de morbilidad y actividades de los programas de salud (EPI-10/DSP-02).
 - Consultas sobre los datos de los pacientes, personal médico, enfermedades, factores de riesgos, exámenes de laboratorio, diagnósticos, tratamientos, centros de salud y consultas, tanto la información ofrecida en la DSP-01 como en la DSP-02.
 - Reportes planificados y solicitados, los cuales presentan la información sobre:
 - DSP-03: Tabulador diario de actividades y programas.
 - EPI-11: Tabulador diario de morbilidad para información epidemiológica.
 - EPI-12: Lista de enfermedades de notificación obligatoria especial y semanal según caso y muerte.
 - EPI-15: Informe mensual de epidemiología.
 - DSP-04: Informe de actividades y programas.
 - Intercambio de datos con el sistema SISMAI de Corporación, mediante la importación/exportación de la información de cada ambulatorio usando un archivo especial de intercambio de datos.
 - Soporte de datos de los laboratorios y de la farmacia.
 - Soporte de la ubicación geopolítica de los centros de salud, que permite agruparlos en red de salud, distinguiéndose cinco redes de salud en el Distrito Sanitario Mérida: red Venezuela, red Belén, red El Llano, red Tabay y red Ejido. Este soporte podrá ser extendido en un futuro sin necesidad de extender el modelo de los datos.
 - Facilidades de configuración y administración del sistema por parte de los administradores del mismo.
 - Soporte del manejo de la seguridad de los datos en el sistema, a través de la autorización de usuarios según perfiles, respaldo de los datos y del sistema y de la auditoría de los datos.
 - Inclusión en el sistema de una ayuda en línea.
 - Mantenimiento del sistema operable en condiciones de disponibilidad o no, temporal o permanente, de la red de computadoras del ambulatorio donde esté instalado el sistema.
- Estos requisitos se clasifican en (Moltiva y col, 2000): funcionales, no funcionales y de almacenamiento, incluyendo al final los atributos de calidad que serán tomados en cuenta en el diseño del SIREM.

2.1 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales de un sistema permiten describir las funciones que transforman los datos en información para el usuario. Las funciones generales de un sistema sirven para cumplir el objetivo principal del mismo, y en el caso particular de SIREM se tienen las siguientes:

- Consulta y actualización de las historias clínicas de los pacientes.
- Consulta y actualización de la información sobre los cen-

- tros de salud y su ubicación geopolítica en el país.
- Consulta y modificación de los listados de enfermedades, exámenes de laboratorio, factores de riesgo, diagnósticos y tratamientos especificados y tabulados por los organismos competentes.
- Consulta y modificación del formulario EPI-10/ DSP-02.
- Consulta y modificación de la información del personal médico que realizan las consultas y que están adscritos a los centros de salud.
- Control de acceso al sistema a través de la validación de los usuarios y de perfiles del mismo (control de autorización de usuarios).
- Intercambio de datos con el SISMAI
- Funciones de transformación de datos para obtener nuevos datos en base a los que se tienen almacenados en la base de datos del sistema.
- Ayuda en línea.
- Funciones de instalación y administración del sistema.
- Manejo de la seguridad de los datos y del sistema con las funciones de respaldo, control de autorización de usuarios y auditoría de datos.

Facilidades de ingreso y mantenimiento de los datos en el sistema ante las fallas eventuales o falta de la red de computadores.

2.2 Requisitos no funcionales

Estos requisitos describen todas las restricciones que debe cumplir un sistema para poder operar con un buen desempeño. Las restricciones y reglas soportadas por el sistema deben mantener la integridad de los datos de la BD. En el caso particular de SIREM se tienen:

- Soporte de todas las etiquetas que están presentes en los formularios, como la clasificación de pacientes normotensos, hipotensos e hipertensos.
- Validación de fechas y sus rangos en aquellas tablas de la BD que así lo ameriten.
- Control de acceso de los usuarios autorizados para la realización de las operaciones básicas del manejo de los datos en la BD.
- Manejo transaccional de las consultas médicas.

2.3 Atributos de calidad

Los atributos de calidad considerados son:

- Permitir el fácil mantenimiento y operación del sistema a través de la utilización de estándares de programación, de diseño y una buena documentación.
- Permitir que el tiempo de respuesta del sistema sea mínimo con la realización de todas sus operaciones en forma rápida y eficaz.
- Asegurar un buen entendimiento y una rápida adaptación de los usuarios al sistema a través de una interfaz de usuario intuitiva, agradable y fácil de operar

2.4 Requisitos de almacenamiento

Para poder realizar las consultas y reportes especificados anteriormente, es necesario almacenar los datos presentes en los formularios DSP-01 y DSP-02, principalmente, además de los datos adicionales incluidos en los formularios DSP-03 y DSP-04. Estos últimos contienen información específica sobre otros programas relacionados o no directamente con los pacientes.

3 Diseño del modelo conceptual orientado por objetos

El modelo conceptual de una base de datos (Date, 2001) y (Elmasri y Navathe, 2002) contiene todos los datos necesarios para cubrir con los requisitos de información de las aplicaciones que la utilicen, además de expresar cuáles son las inter-relaciones y las restricciones de integridad de los mismos. En el caso de SIREM, los requisitos de información fueron identificados en la sección 2. Para presentar el correspondiente modelo conceptual de la BD se utilizó UML (Muller, 1997) y (López y col, 1998), la cual, en la actualidad es la herramienta estándar que sigue el paradigma de la orientación por objetos.

Una clase representa un conjunto de objetos que tienen una estructura y un comportamiento parecidos. Estas clases son modeladas con UML en un diagrama de clases global. Este diagrama muestra las propiedades (atributos y relaciones) de cada clase, omitiendo el comportamiento, el cual se representa a través de los métodos de la clase.

Con el fin de representar el modelo conceptual orientado por objetos de SIREM, se presentan a continuación los diagramas de clases UML, sin considerar los atributos y las operaciones de cada clase, producto de una división por subsistemas (ubicación de los centros de salud, manejo del personal y material de laboratorio, manejo de consultas, manejo de los programas según la edad del paciente, y manejo de los programas asociados a los tipos de enfermedades) así como la descripción de cada una de las clases definidas (Rivas y col, 2002).

3.1 Ubicación de los centros de salud

El diagrama de clases de la Fig. 1 muestra las clases involucradas en el subsistema de ubicación político-territorial de los centros de salud, el cual puede ser utilizado en un futuro inmediato para extender el sistema con características geográficas. La descripción de cada clase se presenta en la Tabla 1.

Como se observa en la Fig. 1, cada estado está compuesto por distritos sanitarios, estos por municipios y estos últimos a su vez por parroquias. Los centros de salud se ubican en las parroquias. Cada paciente asiste a los centros de salud de su preferencia y habita en un domicilio ubicado en una parroquia y un municipio, los cuales no tienen que

coincidir con lo indicado para los centros de salud. En este diagrama se resalta la asociación *mora* que técnicamente es redundante, ya que se encuentran las asociaciones *habita* y *división Parroquial* que permiten obtener los datos del municipio donde habita el paciente; sin embargo, se mantiene la asociación *mora* para mejorar el desempeño de SIREM.

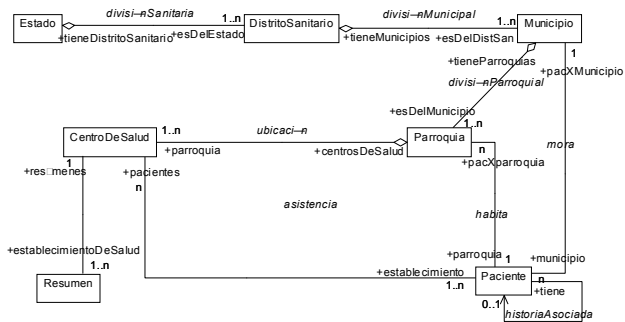


Fig. 1. Diagrama de clases para la ubicación de los centros de salud

Tabla 1. Descripción de las clases de ubicación de los centros de salud.

Nombre de la clase	Descripción
Estado	Los estados del país se corresponden a la división político territorial del mismo. Los nombres de los estados son diferentes.
Distrito Sanitario	Los distritos sanitarios son divisiones territoriales hechas por el Ministerio de Salud y Desarrollo Social, que no coinciden necesariamente con los distritos de la división político-territorial del país.
Municipio	Cada municipio tiene varias parroquias.
Parroquia	Cada parroquia tiene varios centros de salud.
Centro De Salud	Cada centro de salud se encuentra ubicado en una parroquia.
Resumen	Reportes del SIREM (ver sección manejo de reportes)
Paciente	Ver sección manejo de consultas médicas

3.2 Manejo del personal de los centros de salud

El personal adscrito a los centros de salud se clasifica en enfermeros, auxiliares y médicos, cada uno de los cuales tiene en un momento dado un cargo, un estado y una profesión.

La Fig. 2 presenta el diagrama de clases para el manejo del personal adscrito a los centros de salud, con el soporte de control de autorización y una clase especial para mantener los datos necesarios en los reportes DSP-03 y 04, en lo referente al registro de materiales de laboratorio.

Es de hacer notar que dentro de la clase *Personal* se tienen los atributos código de usuario y contraseña, los cuales se utilizan para controlar el acceso al sistema del personal autorizado. El atributo contraseña se almacena en forma cifrada o encriptada para asegurar la identificación del usuario y en lo posible, evitar la suplantación del mismo,

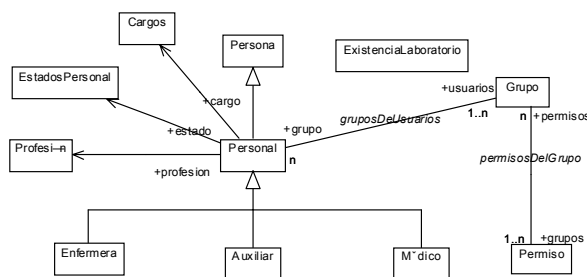


Fig. 2. Diagrama de clases para manejo de personal y material de laboratorio

por parte de alguna persona no autorizada.

En la Tabla 2 se describen, brevemente, cada una de las clases de manejo de personal y material de laboratorio, el cual sólo soporta los datos necesarios para la generación de los reportes DSP-03 y DSP-04. Sin embargo, esta clase puede ser extendida para el manejo de este material en actualizaciones futuras.

Tabla 2. Descripción de las clases para manejo de personal y de material de laboratorio

Nombre de la clase	Descripción
Persona	Cualquier persona en el sistema.
Personal	Personal de un Centro de Salud.
Estados personal	Estados posibles del personal que labora en un Centro de Salud. V: vacaciones, A: activo, P: permisos, etc.
Cargos	Los posibles cargos administrativos del personal del Centro de Salud
Profesión	Las posibles profesiones del personal del Centro de Salud
Grupo	Todos los grupos de usuarios del sistema.
Permiso	Todos los tipos de permisos del sistema.
Auxiliar	Auxiliares de los Centros de Salud
Enfermera	Enfermeros de los Centros de Salud.
Médico	Personal médico de los Centros de Salud.
Existencia laboratorio	Registro del material de laboratorio en existencia.

3.3 Manejo de las consultas médicas

Este es el subsistema prioritario de SIREM, por tanto las clases más importantes y extensas se encuentran en los diagramas de clases de las Fig. 3a y 3b, cuya descripción está en la Tabla.3.

En la Fig. 3 se encuentran cuatro clases del tipo asociación, que son clases necesarias para contener los datos de una inter-relación entre clases que modelan entidades. Además, se encuentran tres clases que modelan dominios de datos. Se observa también la clase *Consulta* que mantiene los datos de los diversos actos médicos donde un paciente es atendido por el personal del centro de salud y donde se generan la mayoría de los datos más significativos del SIREM.

3.4 Manejo de reportes

Para el manejo de los diferentes reportes requeridos se tienen las clases del diagrama de la Fig. 4. El nombre dado a cada clase describe su contenido, el cual comprende aquellos atributos que contienen la información general de dichos reportes, así como los periodos de tiempo que abarcan

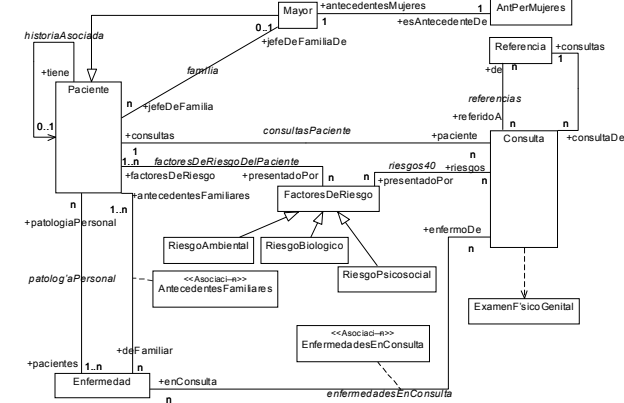


Fig. 3a. Diagrama de clase para el manejo de consultas

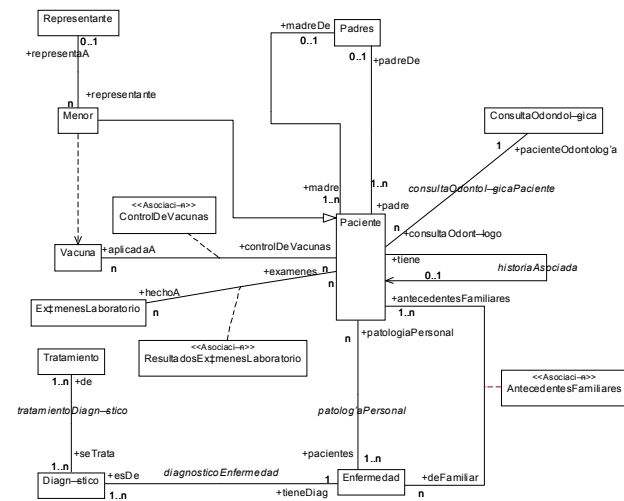


Fig. 3b. Diagrama de clases para el manejo de consultas

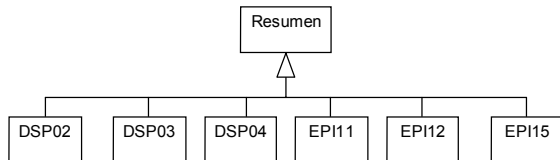


Fig. 4. Diagrama de clases de los reportes del SIREM

y la fecha de realización. Estos últimos son los atributos comunes a todos los reportes y que se almacenan en la clase Resumen.

3.5 Manejo de los programas según la edad del paciente

El soporte y manejo de los diversos programas que incluye el formulario EPI10/DSP-02 para los consultantes clasificados según su edad, se realiza mediante las clases descritas en la Tabla 4, cuyo diagrama de clases asociado se muestra en la Fig. 5.

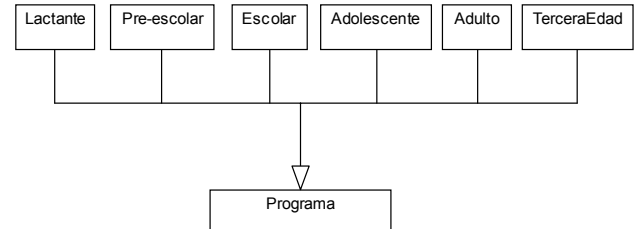


Fig. 5. Diagrama de clases de los programas por edad del paciente

Tabla 4. Descripción de las clases de los programas por edad

Nombre de la clase	Descripción
Programa	Detalles de los registros comunes de los usuarios en los reportes.
Lactante	Identifica si el consultante es lactante (0-23 meses).
Pre-escolar	Identifica si el consultante es pre-escolar (2-6 años).
Escolar	Identifica si el consultante es escolar (1-6 grado).
Adolescente	Identifica si el consultante es adolescente (12-18 años).
Adulto	Identifica si el consultante es adulto (19-59 años).
TerceraEdad	Identifica si el consultante es tercera edad (>60 años).

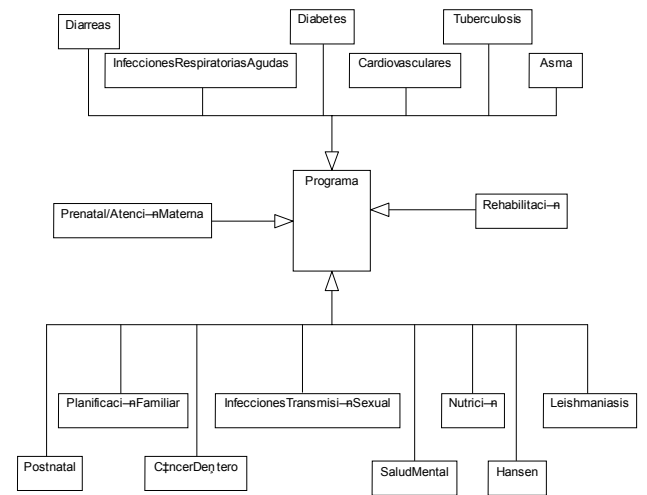


Fig. 6. Diagrama de clases de los programas por tipo de enfermedad

3.6 Manejo de los programas asociados a los tipos de enfermedades

El formulario EPI-10/DSP-02 también maneja otros programas asociados con las enfermedades presentadas por

Tabla 5. Descripción de las clases de los programas por tipo de enfermedad

Nombre de la clase	Descripción
Diarreas	Identifica si el consultante es atendido por el programa de control de enfermedad diarreica.
Infecciones respiratorias Agudas	Identifica si el consultante es atendido por el programa de infecciones respiratorias agudas.
Diabetes	Identifica si el consultante es atendido por el programa de diabetes.
Cardiovasculares	Identifica si el consultante es atendido por el programa de enfermedades cardiovasculares.
Tuberculosis	Identifica si el consultante es atendido por el programa de tuberculosis.
Asmas	Identifica si el consultante es atendido por el programa de asma.
Prenatal/Atención materna	Identifica si el consultante es atendido por el programa de atención prenatal.
Posnatal	Identifica si el consultante es atendido por el programa de atención postnatal.
Planificación familiar	Identifica si el consultante es atendido por el programa de planificación familiar.
Cáncer de utero	Identifica si el consultante es atendido por el programa de prevención y control de cáncer de cérvico uterino.
Infecciones transmisión sexual	Identifica si el consultante es atendido por el programa de infecciones de transmisión sexual (ITS).
Salud mental	Identifica si el consultante es atendido por el programa de salud mental.
Nutrición	Identifica si el consultante es atendido por el programa de nutrición.
Hansen	Identifica si el consultante se le diagnosticó enfermedad de Hansen (lepra).
Leishmaniasis	Identifica si el consultante se le diagnosticó Leishmaniasis.
Rehabilitación	Identifica si el consultante es atendido por el programa de rehabilitación de base comunitaria.

Tabla 6. Descripción de las clases de los programas adicionales con relación indirecta con el paciente

Nombre de la clase	Descripción
Rehidratación oral	Identifica si el consultante está deshidratado y el número de sueros orales administrados.
Educación sanitaria	Registro de las actividades de educación sanitaria realizadas por el equipo de salud.
Salud oral	Identifica si el consultante es atendido por el programa de salud oral.
Visitas	Registro de las visitas realizadas por el equipo de salud.
Otras actividades	Registro de otras actividades realizadas por el equipo de salud (certificados de salud, pacientes en observación, curas, inyecciones, nebulizaciones, etc.).
Atención integral	Registro de las consultas de atención integral por miembros del equipo de salud.
Actividades nivel terciario	Registro diario de abortos y partos atendidos en la institución.
Zoonosis	Identifica si el consultante es atendido por el programa de zoonosis.
Rabia	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma rabia.
Leptopirois	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma leptopirois.
Brucelosis	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma brucelosis.
Leishmaniasis zoonosis	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma Leishmaniasis.
Encefalitis equina	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma encefalitis equina venezolana.
Enfermedades endémicas	Identifica si el consultante es atendido por el programa de enfermedades endémicas.
Parasitosis intestinal	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma de control de parasitosis intestinal.
Malaria	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma de control de la malaria.
Esquistosomiasis	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma de control de esquistosomiasis.
Chagas	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma de control de enfermedad de chagas.
Dengue	Identifica si el consultante es atendido por el subprograma de control de dengue.

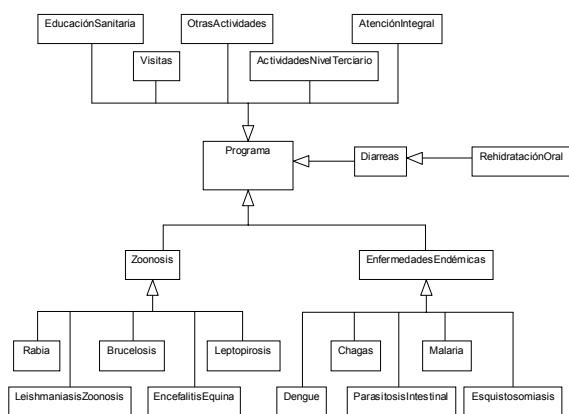


Fig. 7. Diagrama de clases de los programas adicionales con relación indirecta con el paciente

el consultante, donde algunos de ellos dependen de la edad del mismo, pero no todos. Estos programas mantienen adicionalmente otros datos que son utilizados en la generación del resto de los reportes del sistema, en particular el DSP-03 y DSP-04. La Fig. 6 ilustra el diagrama de clases para soportar tales programas, cuyas clases se describen en la Tabla 5.

Existen otros programas que están incluidos en los formularios DSP-03 y DSP-04, que implican el registro de los datos por otros medios diferentes a los formularios básicos (DSP-01 y EPI-10/DSP-02). Estos programas se han

dividido en dos grupos: los programas adicionales que guardan cierta relación con el consultante y los que no tienen relación directa con el consultante. La Tabla 6 describe las clases que soportan el manejo de la información de estos programas adicionales que tienen relación con las consultas médicas. El diagrama de clases correspondiente se presenta en la Fig. 7.

De igual manera, la Tabla 7 presenta lo indicado para aquellos programas adicionales que no tienen relación directa con las consultas médicas y la Fig. 8 ilustra el diagrama de clases correspondiente a estos programas.

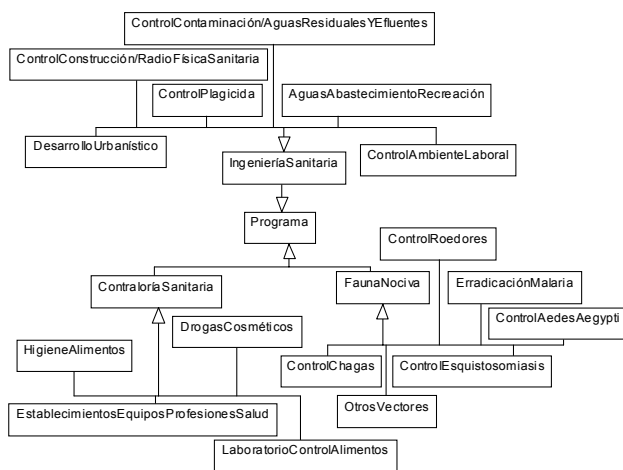


Fig. 8. Diagrama de clases de los programas adicionales genéricos

4 Diseño del modelo conceptual implementable

En esta sección se presenta el esquema relacional de la BD, producto de la transformación y normalización del diagrama de clases en UML presentado en la sección anterior.

En vista que el modelo conceptual de la BD fue realizado con una herramienta orientada por objetos, se hace necesario realizar una transformación de los diagramas de clases presentados al modelo conceptual relacional (Besembel, 1998). Para ello, se siguieron las reglas de transformación siguientes:

- Cada clase se transforma en un esquema de relación o tabla que tiene como columnas los atributos de la clase.
- Cada clase-asociación se transforma en una tabla cuyas columnas son los atributos de la clase-asociación y cuya clave primaria es la concatenación de las claves primarias de las tablas que ella asocia.
- A cada tabla se le selecciona o se le agrega una clave primaria.
- 1:1 se coloca en alguna de las dos tablas una clave foránea que tendrá el mismo dominio de la clave primaria de la otra tabla.
- 1:M se agrega a la tabla asociada múltiple (M) una clave foránea con el mismo dominio de la clave primaria de la

tabla asociada (1).

- N:M se transforma la asociación en una tabla con nombre igual al de la asociación y cuya clave primaria es la concatenación de las claves primarias de las tablas asociadas.
- Las generalizaciones/especializaciones indican que la clave primaria de la tabla que representa la superclase la hereda la tabla que representa la subclase.

Tabla 7. Descripción de las clases de los programas adicionales genéricos

Nombre de la clase	Descripción
Ingeniería sanitaria	Registro de control de ingeniería sanitaria.
Control plagicida	Registro de control de plaguicidas.
Control ambiente laboral	Registro de control de ambiente laboral.
Control contaminación/aguas residuales y efluentes	Registro de control de contaminación atmosférica y registro de control de aguas residuales y efluentes.
Aguas abastecimiento recreación	Registro de control de aguas de abastecimiento y recreación.
Desarrollo urbanístico	Registro de control de desarrollos urbanísticos.
Contraloría sanitaria	Registro de control de contraloría sanitaria.
Higiene alimentos	Registro de control de higiene de los alimentos.
Establecimientos equipos profesiones salud	Registro de control y regulación de establecimientos, equipos y profesiones de la salud.
Drogas cosméticos	Registro de drogas y cosméticos.
Laboratorio control alimentos	Registro de laboratorio control de alimentos
Fauna nociva	Registro de control de fauna nociva.
Control aedesa egypti	Registro de control del aedes aegypti.
Erradicación malaria	Registro de erradicación de la malaria.
Control chagas	Registro de control de la enfermedad de chagas.
Control esquistosomiasis	Registro de control de la esquistosomiasis.
Control roedores	Registro de control de roedores.
Otros vectores	Registro de otros vectores.

- Las dependencias indican que la clave primaria de la tabla que representa la clase dependiente es la misma clave de la tabla que representa la clase de la que de-

pende, concatenada con un atributo de la clase dependiente que pueda identificar cada tupla.

Luego de realizada la transformación, se normalizan las tablas hasta la tercera forma normal (3FN) con el fin de controlar la redundancia de datos, producto del soporte de claves foráneas. La 3FN garantiza además la eliminación de las dependencias funcionales transitivas, que pueden entorpecer el proceso de mantenimiento de la integridad de la BD. Un ejemplo del resultado obtenido se puede observar en la Tabla 8.

El esquema obtenido fue implementado en el SGBD objeto-relacional POSTGRESS, debido a que SIREM fue implementado bajo el paradigma de software libre. Es importante destacar que este SGBD soporta la integridad de los datos a través de la definición de rangos para aquellos atributos acotados y la inclusión de gatillos (triggers) para todas aquellas operaciones de actualización de datos (Ull-

Tabla 8. Ejemplo de relaciones en el esquema

Personas(id_persona, primer_apellido, segundo_apellido, nombres)
Estados(id_estado, nombre_estado, población_estado)
Distritos_san(id_dist_san, nombre_dist_san, población_dist_estado)
Personal(ci, id_persona, pais_nacimiento, nacionalidad, fecha_nac, edo_civil, fecha_ing, direc_hab, direc_trab, email, tel_hab, id_est_per, id_profesion, id_cargo, login, password)
Pacientes(nro_historia, foto, estado_civil, ocupación, estudios, analfabeta, fecha_nacimiento, sexo, lugar_nacimiento, estado_nacimiento, pais_nacimiento, direccion_actual, telefono, religión, comunidad, etnia, observaciones_anticedentes, hospitalizacion, intervención_quirurgica, accidentes, municipio, parroquia, id_padre, id_madre, id_persona, nro_historia_aso)
Consultas(id_consulta, nro_historia, ci, fecha_con, id_centro, consultorio, numero, edad_pac, peso, talla, circunferencia_cefalica, tension_arterial_baja, tension_arterial_alta, temperatura, frecuencia_respiratoria, pulso, edo_general, edo_nutricional, desarrollo_psicomotor, piel, cabeza, ojos, oido, nariz, boca, garganta, cuello, cardiovascular, respiratorio, abdomen, urinario, genitales, tanner, recto, ganglio_linfatico, huesos_articulaciones, extremidades, neurologico_psiquico, grado_que_cursa, medicamentos_entregados, motivo, enfermedad_hallazgos, diagnostico, tipo_consulta, atendido_enfermera, tratamiento, estado_nutricional_dsp02, circunferencia_cefalica_dsp02, examen_sensorial, examen_psicomotor, agudeza_visual, audicion_lenguaje, maduracion_sexual, lactancia_materna_exclusiva, tension_arterial, ectoparasitos, parasitosis_intestinales, examen_mamas, vdr1, hiv, examen_fisico, urgencia_emergencia, sano, observaciones)
Consultas_odontologicas(id_consulta_odon, nro_historia, id_med, fecha_con, id_centro, tipo_consulta, actividad, control_placa, sellante, obturación_temporales, obturación_permanentes, endodoncia, exodoncia, prótesis, otro, observaciones_odon)

man y Widom, 1997). Normalmente estos gatillos se expresan como reglas del tipo E-C-A (Evento-Condicción-Acción), que actualmente están disponibles en los diversos SGBD comerciales, pero su origen está ubicado en las Ba-

ses de Datos Activas (Kim, 1995). Con el soporte de gatillos, se hizo posible incluir en el esquema muchas de las reglas del negocio presentes en el SIREM.

5 Conclusiones

El modelo conceptual orientado por objetos para SIREM aquí presentado, y posteriormente implementado una vez obtenido el esquema relacional de la BD, producto de la transformación y normalización del diagrama de clases en UML, constituye la base de dicho sistema, el cual es una herramienta práctica que facilita las actividades llevadas a cabo por el equipo operativo y de apoyo, en lo que concierne al almacenamiento, actualización, manipulación y consulta de los datos generados en las consultas médicas, y en todo lo referente al seguimiento de la salud de la población, expresado en los diferentes reportes que soportan los programas del MAI.

El desarrollo de SIREM apuntó al aumento de calidad de trabajo y veracidad de la información manipulada, disminución de costos y errores, disminución de requisitos laborales, disminución del tiempo de producción y, consecuentemente, mejoramiento de los niveles de trabajo en aquellos ambulatorios en los que se usará este sistema, lo cual constituye el aporte de este trabajo al sector salud del estado Mérida, Venezuela.

6 Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por medio de la licitación UEPSM/BID/010/2001 convocada por el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS) de Venezuela a través de la Unidad Ejecutora del Proyecto Salud Mérida (UEPSM)

Referencias

- Besembel I, 1998, Guías de Bases de Datos. Parte I y II, Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Date C, 2001, Introducción a los sistemas de bases de datos, séptima edición, Pearson Educación, México.
- Elmasri R y Navathe S, 2002, Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos, tercera edición, Pearson Educación, Madrid, España.
- Kim W, 1995, Modern Database Systems: The Object Model, Interoperability, and Beyond, ACM Press y Addison Wesley, New Cork, USA.
- León-Ramírez M, 2004, La Informática Médica y los métodos de enseñanza Aprendizaje. <http://www.psicopedagogia.com/informatica-medica>
- López N, Migueis J y Pichon E, 1998, Integrar UML en los proyectos, Primera edición, Eyrolles-Gestión 2000, Barcelona, España.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social, 2001. Modelo de Atención Integral Ambulatoria. Manual de Llenado de Papelería. Caracas, Venezuela.

Montilva J, Hamzam K y Gharawi H, 2000, The watch model for developing business software in small and midsize organizations, Actas de la IV Multiconferencia en Sistemas, Cibernética e Informática – SCI'2000, Orlando, USA.

Muller PA, 1997, Modelado de objetos en UML, primera edición, Eyrolles-Gestión 2000, Barcelona, España.

Narciso F, Besembel I, Rivas F, Aguilar J, Estecche U, Silva D, López H, Mousalli G, Rivas C, 2004, Interfaz de usuario del Sistema Automatizado de Registros Médicos (SIREM), Actas del XI Congreso Latinoamericano de Control Automático CLCA'2004. La Habana-Cuba.

OPS-OMS-VE, 2001,. Perfil del Sistema de Servicios de Salud, Republica Bolivariana De Venezuela.

<http://www.ops-oms.org.ve/bvs/perfil-ven.htm>

Porta C, 2001, La Informática Médica
<http://members.tripod.com/~gineco/IMEDICA.HTM>

Rivas F, Colina E, Aguilar J, Besembel I, Narciso F, Estecche U, Silva D, López H, Mousalli G y Rivas C, 2003, Sistema Automatizado de Registros Médicos (SIREM), Actas de la 2da. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática CISCIP'2003, Orlando-Florida.

Rivas F, Besembel I, Narciso F, Colina E, Aguilar J, Mousalli G, Rivas C, Estecche U, Silva D y López, H, 2002, Asistencia Técnica para la adaptación e implantación del sistema de registros médicos para los ambulatorios urbanos del Estado Mérida.