

Metodología de Desarrollo de Sistemas Informativos y Deductivos para Materiales de uso en la Industria Azucarera.

M.Sc. Ing. Rosendo Moreno Rodríguez¹, Dr. Ramiro Pérez Vázquez¹ y Dr. Alejandro Duffus Scott³

¹ Centro de Estudios de Informática. Facultad de Matemática, Física y Computación. UCLV

² Centro de Investigaciones en Soldadura. Facultad de Ingeniería Mecánica. UCLV
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. VC. Cuba
Carretera a Camajuaní, km. 5½. CP: 50200
{rosendo, rperez, aduffus}@uclv.edu.cu

Resumen

En el presente trabajo se hace un estudio de la problemática referente a la búsqueda y selección de información tecnológica de los materiales de uso en la industria azucarera, fundamentalmente los relativos a los procesos de soldadura: acero como material base y los materiales de aporte, tanto manual como automatizadamente. Como resultado de este estudio se determina la necesidad de crear sistemas informativos propios con la información de clasificación, composición química, propiedades mecánicas, etc., de dichos materiales y se plantea una metodología de desarrollo de estos sistemas, mostrándose además aplicaciones concretas, desarrolladas en base a esta, e implementadas en diferentes empresas del país.

Esos sistemas informativos propios sirven de base a su vez para el desarrollo de otros sistemas de selección más avanzados, basados en elementos de la teoría de bases de datos deductivas, que permite la selección del material de aporte adecuado, según reglas específicas dadas por expertos.

Methodology of Development Informative and Deductive Systems for Materials use in the Sugar Industry

Keywords: Information Systems, Software Engineering, Logic Systems

Abstract

In the Presently work is made a study of the problem with respect to the search and selection of technological information of the materials use in the sugar industry, fundamentally the relatives to the welding processes: steel as base material and the filler materials, so much manual as automatic. As a result of this study is determined the necessity of creating information systems with the information of classification, chemical composition, mechanical properties, etc., of this materials and is present a methodology of development of these systems, being also shown some applications, developed based on this methodology, and implanted in different companies of the country.

Those own informative systems serve in turn as base for the development of other systems of more advanced selections, based on elements of the theory of deductive databases that allows the selection of the appropriate filler material, according to specific rules given by experts.

1. Metodología para el Desarrollo de los Sistemas Informativos de Materiales de uso en la Industria Azucarera.

1.1. Consideraciones Paradigmáticas

Una de las primeras consideraciones a tomar en cuenta en el desarrollo de estas aplicaciones es el paradigma de desarrollo de software a seguir. Sin entrar a detallar las características de cada uno de estos paradigmas, lo cual es fácilmente comprensible a través de la literatura consultada, es considerado que el desarrollo de estos sistemas informativos debe hacerse en forma iterativa o evolutiva, ya sea por el modelo en espiral, o por el incremental, así como también con la combinación de desarrollo de prototipos. [1]

Esto podemos afirmarlo por varias consideraciones esenciales: desconocimiento inicial de todas las posibles aplicaciones que harán uso de los mismos; imprecisiones iniciales de la información necesaria de acuerdo a los intereses de los usuarios principales; desconocimiento inicial de toda la gama de información propia de estos objetos, dada la gran variedad de fuentes (normas y catálogos internacionales, altamente reconocidos).

Dentro de cada uno de los sistemas informativos para materiales de uso industrial, fue muy útil la modularidad aplicada a la subdivisión de las partes informativas referentes a la Clasificación, a las Propiedades Mecánicas y a la Composición Química. Agréguese a esto además que en diferentes materiales o grupos de ellos, las Propiedades Físicas, el comportamiento ante la Corrosión, la Homologación o comparación entre tipos de materiales, ocuparon un lugar principal y fueron abordados en módulos diferenciados.

Además de estos módulos deducidos del trabajo con la información a introducir, se valoraron otros módulos de apoyo, como la Tabla Periódica de Elementos Químicos, algunas tablas comparativas de unidades y ensayos de diferentes Normas, y las propias Normas Internacionales en sí.

1.2. Consideraciones de Modelación.

Sea cual sea el paradigma de desarrollo a aplicar, es necesario después del análisis de requisitos, pasar a la etapa de análisis y diseño del sistema a través de la modelación. La modelación orientada a objetos muy en boga en la actualidad, permite representar las entidades del mundo real como objetos en lugar de cómo registros. Otro modelo importante es el conocido como modelo semántico, el cual captura los significados de las entidades del mundo real y sus interrelaciones.

El lenguaje UML puede ser utilizado para el diseño no sólo de la interfaz gráfica de usuario de un sistema de este tipo, sino incluso de su propia base informativa. No obstante, la experiencia nuestra nos dice que no es tan fielmente modelada la base de datos a través de los diagramas de clase y de componentes [2], que con un modelo semántico alterno.

- ***Modelación de la Base de Datos.***

Por lo planteado en el párrafo anterior se mantuvo en el trabajo, como un primer paso en la modelación o diseño de estos sistemas informativos (parte de la base informativa), el desarrollo de la modelación semántica de la base de datos a través del modelo ER. Aquí debemos agregar que para la correcta aplicación del modelo ER, se sigue la metódica que aparece en [3].

- ***Paso 1: Análisis de los requerimientos.***

Los objetivos de la etapa de análisis de los requerimientos son identificar informalmente la información a ser recordada sobre los objetos de datos y sus interrelaciones. Veamos como ejemplo parte de los requerimientos de la base de datos de aceros:

Los aceros son aleaciones fundamentalmente de hierro y carbono, que incluyen otros elementos (o componentes de elementos, donde no es posible precisar cuanto hay de cada uno) en un porcentaje dado. Este material es sin duda alguna el principal en el mundo actual, por cuanto su uso es intensivo y extensivo en la mecánica, las construcciones, la conformación de contenedores de sustancias y otros productos de todo tipo, las estructuras metálicas, la energética, la medicina, etc. [4]

Una primera apreciación en este aspecto es que debemos incluir una entidad *Aceros* donde se pueda identificar inequívocamente a cada uno de los aceros que se comercializan en el mundo. Allí es importante presentar de una u otra forma la *Composición Química* del acero; las *Propiedades Mecánicas, Físicas* y de otro tipo; sus *Datos Comerciales*; etc. Posteriormente se puede también descubrir, que son requisitos también controlar las *Normas* que avalan los aceros, la *Acción de los Elementos Químicos* en ellos, la *Acción de Medios Corrosivos sobre los Aceros*, algunos datos de *Equivalencias de Ensayos*, u otros adicionales e incluso calculados, que enriquecen la base de datos y conforman más información técnica a presentar y a consultar.

- ***Paso 2: Modelación Entidad – Interrelación de los requerimientos.***

El Identificador o Clave

Entre los atributos candidatos a clave a priori, el de más posibilidades inicialmente era la Marca del acero, a pesar de ser un texto de no menos de 25 caracteres, pero se encontró en la información consultada, que era fácilmente repetitiva entre aceros de diferentes países, e incluso dentro de un mismo país, dado por diferentes suministradores; eso evidentemente la invalidó.

Se optó entonces por un código estandarizado internacionalmente, a uno supuesto por el usuario o por el gestor. En La Llave de los Aceros, del Instituto de Estandarización Alemán se usa un identificador o código de 6 caracteres con esta forma: 9.9999, que identifica no solo a los aceros, sino a las llamadas aleaciones de otra base (níquel, cobalto, cobre, etc.), y también sirve para identificar el tipo de acero, entre otras cosas dentro de un país dado. Se decidió introducir este código entonces como identificador, pero para completar la clave se introdujo entonces el código del país productor del acero. Ese código combinado se usó entonces como clave fundamental del sistema.

Entidades sobre la Clasificación y la Composición Química de los Aceros

De lo explicado se puede deducir que se requiere una entidad principal del sistema que incluya los datos esenciales que sirven de identificación y clasificación de cada acero. Esto implica que en esa entidad debe utilizarse el código combinado explicado antes (código de país y código propio del acero), y su marca; así como también otros datos de clasificación del acero, como el Tipo, el Porcentaje de Carbono, el Grado de Aleación, la Forma de Desoxidación, la Granulometría, y las Observaciones. Se incluye además la clasificación por Grupo de Uso (Asociada al Tipo) y la Norma Internacional que avala al acero. Estos últimos valores pueden ser múltiples para cada acero, por lo que se modelaron en entidades independientes. A esta entidad principal la denominamos “*AceroClasificación*”.

De los atributos mencionados antes, el Porcentaje de Carbono y el Grado de Aleación son calculados, pero se decidió incluirlos puesto que son datos esenciales de búsqueda y además su forma de cálculo es muy engorrosa y demorada, como para hacerlo cada vez que el especialista desee ver la presentación de datos correspondiente.

La composición química es realmente una información multievaluada para cada acero. Por ello se hace necesaria una entidad donde se guarde esa información, relacionada con la primaria.

En esta etapa finalmente, se debe construir un Modelo Entidad – Interrelación para describir tanto a los objetos de datos como a sus interrelaciones.

- ***Paso 3: Transformación del modelo Entidad – Interrelación a un esquema relacional.***

En este paso se deben aplicar algunas pautas que pueden encontrarse en la literatura relacionada [5] y [6], para convertir el Modelo Entidad – Interrelación en un conjunto de relaciones. Atención particular tiene que ser brindada en esta etapa a la conversión de las clases de sociedad de las entidades tipo en interrelaciones, con interrelaciones recursivas, con subtipos y generalizaciones y con interrelaciones ternarias, que puedan haber aparecido en el MEI, por cuanto su transformación debe seguir ciertas reglas bien establecidas.

- ***Paso 4: Normalización del esquema relacional.***

Si es necesario, se reduce cada relación en un estado superior de normalización requerido usando las técnicas de normalización que se describen en cualquier libro de texto sobre bases e datos.

Esta metódica provee un acercamiento disciplinado al diseño de bases de datos relacionales que es particularmente ventajoso para grandes bases de datos. Usando entidades como abstracciones para objetos del

mundo real y concentrándonos en las interrelaciones entre las entidades, se reducen el número de elementos de datos a ser considerados y se simplifica el estado de análisis. La reducción de un modelo de Entidad – Interrelación a un conjunto de relaciones normalizadas es a la larga un proceso mecánico, a través del cual un diseñador puede desear usar sus conocimientos íntimos de la aplicación para refinar el esquema resultante para mejorar la eficiencia del procesamiento.

En los diferentes tipos de materiales a los cuales se les hizo un estudio de requerimientos con vistas a desarrollar un Sistema Informativo dado, se comprobó que esta metódica es bastante general. Todos estos sistemas en sentido general, deben incluir una entidad donde aparezcan las características más generales de dicho material: Marca, Clasificaciones por diversos conceptos, Normas que lo avalan, etc.; además de necesitar presentar datos sobre su composición química, sus propiedades mecánicas, físicas, especiales, etc., y sus datos comerciales, u otros datos de apoyo. Todos además pueden tener el mismo identificador del que se hizo referencia antes, basado en el código utilizado en la Llave de los Aceros, pero incluyendo además el código del país. Luego entonces, en la modelación de bases de datos para cualquier tipo de material de uso industrial son viables estas recomendaciones anteriormente detalladas.

- ***Modelación de la Interfaz de los Prototipos.***

No puede decirse que los gestores de datos relacionales modernos sean lenguajes de programación orientados a objetos, pues aunque algunos permiten crear nuevas clases de objetos, a partir de clases fijas establecidas, no tienen la libertad necesaria para crear verdaderas estructuras jerárquicas de clases y subclasses que caracterizan a los verdaderos Lenguajes Orientados a Objetos [7]. No obstante, para crear las interfaces de usuario necesarias para estos sistemas informativos, si es posible modelar de acuerdo a las reglas de la orientación a objetos, por cuanto estos SGBDR nos ofrecen varios objetos preestablecidos que podemos considerar estereotipos y también instanciar. Nos referimos sobre todo a los tipos de formularios, informes, menús, etc., que forman parte de cualquier interfaz de usuario. Planteemos esto por pasos:

- ***Paso 1: Modelación de Requerimientos de Interfaz como Casos de Uso.***

En la definición de las posibles interfaces es necesario tomar en cuenta las diferentes formas de uso de estos sistemas informativos, o sea como es útil este sistema a un tipo de actor (persona u otro sistema). Cabe señalar entonces que para los sistemas informativos de materiales, los actores serán roles que pueden desempeñar en cada momento diferentes especialistas o tecnólogos: Comercializador, Diseñador de equipos, piezas u objetos de obra, Soldador, Ingeniero proyectista, etc. Para modelar esto nada más fácil que utilizar el modelo de casos de usos y actores que es parte integrante de la metodología UML.

- ***Paso 2: Modelación de Objetos de Interfaz como Clases***

Los diferentes objetos propios de la interfaz (formularios, informes, menús) pueden ser representados a través de un diagrama de clases, tal como lo propugna la UML.

El diagrama que se obtiene es bastante general para cualquier sistema informativo de materiales, sobre todo para aquel desarrollado sobre una plataforma de prototipos con un SGBDR, cuyas interfaces se basan en sistemas de menús (barra horizontal y de explosión), barras de herramientas, formularios de presentación de información y solicitud de parámetros, e informes preestablecidos, de acuerdo a los requerimientos de los actores. Claro, al profundizar en los niveles de diseño, será entonces necesario precisar qué formularios y qué informes lleva cada sistema, lo cual si pudiera tener cierta especificidad.

- ***Paso 3: Modelación del Comportamiento como Estados***

Asimismo, muchos de estos objetos tienen un comportamiento dinámico importante en el hecho de cómo se presentan ante acciones o eventos activados por el usuario a través de la Interfaz Gráfica de Usuario (IGU) del sistema. Esto puede ser modelado fácilmente con el uso de los diagramas de estado.

De esta forma es muy fácil incluso poder determinar las opciones del menú principal de la interfaz que debe presentársele a un actor dado en cualquiera de estos sistemas.

- ***Paso 4: Modelación de Interacciones como Colaboraciones***

A través de diagramas de colaboración podemos hacer comprender a los futuros implementadores, como interactúan las diferentes clases de objetos, así como también los actores en diferentes momentos del sistema, con lo cual quedan claro los distintos botones de control y las acciones ante eventos posibles en el sistema.

- ***Paso 5: Modelación de Módulos como Componentes***

También es útil el uso de diagramas de componentes para modelar la estructura modular del sistema, si el mismo puede tener varias y distintas partes que pueden ser utilizadas de forma independiente, de otras del sistema. Este tipo de diagrama es perfectamente generalizable en todos los sistemas informativos de materiales de uso industrial.

Resumiendo, una parte importante en el desarrollo de estos sistemas informativos lo es la modelación de las interfaces de los diferentes actores a través de diferentes diagramas propios de la metodología UML. No se consideró el uso de otros diagramas por no ser necesarios en estos sistemas informativos en su versión actual, pero si por ejemplo se pensara en diseñarlos para ser utilizados a través de Internet, se debería incluir un 6º paso con el uso de los diagramas de despliegue.

Estas pautas de modelación planteadas anteriormente han sido utilizadas por el autor en el desarrollo de los Sistemas Informativos de Acero “Steel Paradise” [8], de Materiales de Aporte “Filler Metal Paradise” [9], de Materiales Base Aluminio “Aluminum Paradise” y de Materiales Poliméricos “Polymer Paradise”. Se recomienda su generalización en cualquier sistema de similar propósito.

1.3. Consideraciones de Implementación.

Implementación de la Interfaz de los Prototipos con SGBDR.

Un sistema informativo de materiales de uso industrial, en su fase prototípica, puede ser implementado utilizando los conocidos SGBDR.

Como resultado se han desarrollado varias versiones del Sistema Informativo de Aceros conocido como “Steel Paradise” (actualmente en versión 4.0), así como algunas de los Sistemas Informativos de Material Base Aluminio “Aluminum Paradise”, Materiales Poliméricos “Polymer Paradise” y el de Materiales de Aporte “Filler Metal Paradise”. Se tienen registros de software de algunas de estas versiones.

Implementación de la Interfaz de las soluciones más profesionales.

Si en algo nos ayuda la creación de prototipos con ayuda de SGBDR es a determinar con más precisión, y sobre la base de la experiencia en su uso, cual sería la interfaz más adecuada para los sistemas informativos, basada en los diseños anteriores pero con adecuaciones necesarias, no sólo desde el punto de vista tecnológico (por las herramientas), sino también para ganar más en elegancia, facilidades de diseño, etc.

La estrategia o metodología de desarrollo que presentamos incluye finalmente la implementación de estos Sistemas Informativos en base a soluciones programáticas “más profesionales”, o sea con el uso de lenguajes de programación universales.

- ***Implementación con Visual Basic del “Filler Metal Paradise” versión 3.0***

Se implementó una versión más avanzada del Sistema Informativo de Materiales de Aporte “Filler Metal Paradise”, en este caso la versión 3.0, con Registro: 010920-10920. Este sistema se desarrollo con el

interés de presentar una interfaz agradable, fácil, asequible al usuario tecnólogo. Fue algo experimental donde se programaron todas las herramientas a utilizar, incluyendo hasta los iconos. Se utilizó el lenguaje de programación Visual Basic 6.0 sobre el ambiente Windows 2000 de Microsoft.

- **Implementación con Delphi del “Sistema Informativo de Materiales de Uso Industrial “SIMA Paradise” versión 1.0**

Este sistema con Registro: 824-2004, se realizó teniendo en cuenta los requerimientos iniciales del sistema SIMA se tuvo en cuenta como prioridad una interfaz grafica e independiente del lenguaje en el que esta se generara, así como respetar el diseño inicial de las aplicaciones originales, modificando solo aquellas que se consideraron necesarias.

2. Metodología de Desarrollo de Sistemas para la Selección Deductiva de Materiales.

2.1. Análisis de Requisitos: planteamiento de reglas según la lógica matemática.

Al abordarse esta parte de la investigación, el trabajo fundamental consiste en sintetizar en forma de pasos, la secuencia de labores que realiza cualquier tecnólogo en un proceso de ingeniería de la rama mecánica fundamentalmente.

Se tomó como objeto de estudio la soldadura de aceros, para diferentes objetos de obra. Esto depende de varios factores, algunos de los cuales fueron mencionados anteriormente, pero en definitiva tienen una idea central: el tecnólogo al acometer la tarea (construcción de puentes, oleoductos, etc.) realiza una serie de cálculos que le permiten determinar que acero o aceros debe emplear, posteriormente, teniendo en cuenta las dimensiones del objeto de obra y su forma, debe pensar en realizar la misma completa en un lugar o por partes y de ahí determinar que procesos de soldadura y que tecnología utilizará. Finalmente debe seleccionar el material de aporte que se necesitará para que el material base (acero) quede bien soldado y la soldadura (el cordón como tal) tenga las propiedades requeridas para el uso que tendrá el objeto de obra. En otras palabras, el soldador debe garantizar que el objeto a construir no fallará por la soldadura nunca.

Ahora bien, los tecnólogos tienen su propio vocabulario y en ocasiones algunos creen que cierto paso debe realizarse antes y no después que otro, a despecho de otras opiniones. Por ende este es un trabajo arduo que finalmente tiene un objetivo: el planteamiento de estos pasos, como reglas lógicas, que deben ser procesadas por orden estricto. Un ejemplo de esto puede verse con el planteamiento de las reglas aportadas por algunos tecnólogos del Centro de Investigaciones de Soldadura para abordar la soldadura de aceros de bajo contenido de carbono, o sea, los aplicados en construcción de puentes, oleoductos, calderas, etc.

2.2. Conversión de las reglas según el Cálculo de Predicados.

En esta parte, entra a jugar el conocimiento que tiene el desarrollador de aplicaciones de la estructura de los sistemas informativos propios creados según la metodología planteada en el Capítulo 2. Es necesario hacer converger lo que se plantea en el formato “si...entonces” de las reglas con las búsquedas de hechos (datos reales fijos) en las bases de datos correspondientes. Téngase presente que a diferencia de un sistema experto se tendrán muchos hechos. El Cálculo de Predicados nos permite representar las reglas aportadas por los tecnólogos de manera que se pueda fácilmente después implementar la programación de las mismas en forma de sentencias SQL. [10]

2.3. Implementación de las reglas por medio de consultas SQL.

Ya se ha mencionado con anterioridad que los sistemas informativos a los que se hace referencia antes fueron desarrollados en su fase prototípica en SGBD relacionales. De hecho las últimas versiones tienen sus bases informativas implementadas en el SGBD Access'XP. El desarrollo posterior en sistemas más profesionales, implica el desarrollo de la interfaz de usuario con ayuda de la POO, pero sin variar la estructura informativa que sigue estando en el gestor de datos dado. Por ello, como es una práctica internacional, se

consideró entonces que lo más lógico era llevar la implementación de las reglas lógicas a una serie de consultas secuenciales, formuladas según el SQL, ya sea el estándar o el empotrado del SGBD o el lenguaje a utilizar en la implementación.

2.4. Consideraciones Sistémicas.

A partir de este paso se pueden tomar en consideración las mismas pautas indicadas en la Metodología de Desarrollo de Sistemas Informativos para Materiales de Uso Industrial presentada antes.

El desarrollo debe ser iterativo por cuanto, son tantas las posibilidades o requerimientos a tomar en cuenta, en dependencia del tipo de material base a soldar (se hace referencia al ejemplo concreto en que se realizó la investigación), que el cúmulo de reglas de selección del material de aporte es muy grande. En los ejemplos desarrollados como parte de la investigación solo se llegó a la implementación de reglas para la selección del material de aporte para la soldadura de aceros de baja aleación. Dentro de los aceros, de acuerdo al tipo y al grupo de uso, estas reglas pueden variar, ampliarse, etc. Para otros materiales base también debe usarse distintas reglas. Pero el planteamiento metodológico es general para cualquier material y hasta para cualquier aspecto tecnológico.

Al llegar a la implementación de las reglas a través de consultas SQL, se deben usar inicialmente desarrollos prototípicos, quizá con el mismo SGBD en el que estén almacenados los datos que constituyen hechos a evaluar por las reglas. Finalmente se deben crear soluciones más profesionales, con ayuda de la POO, con una interfaz muy similar a la de los sistemas expertos tradicionales, donde paso a paso se va guiando al tecnólogo, de acuerdo a la lógica programada, para que este vaya definiendo cuestiones como: material base, proceso de soldadura, etc., hasta que se pueda entonces disparar la ejecución de las consultas implementadas y lograr la selección deductiva deseada. Puede pensarse incluso en el uso de SGBD más avanzados o LOO que permitan la ejecución de SQL insertado, y entonces pensar en el desarrollo de los procedimientos almacenados en lugar de las consultas que mencionamos antes, para la implementación de la selección deductiva de acuerdo a las reglas planteadas por los expertos.

Dicha interfaz debe ser diseñada con ayuda del UML, utilizando los mismos diagramas explicados anteriormente.

- ***Sistema Deductivo de Aceros y sus Materiales de Aporte***

Para desarrollar el diseño de la aplicación se usó el Lenguaje Unificado Modelado (UML). Para conformar todo el sistema se escogió el lenguaje de programación Visual Basic 6.0, porque tiene una gran compatibilidad con los sistemas desarrollados en Access.

El sistema tiene una estructura de clases en la cual queda almacenada toda la información necesaria para la inferencia de los datos, junto a los métodos necesarios para el procesamiento y actualización de los mismos. Las clases implementadas no almacenan toda la información necesaria debido a que sería mayor el gasto de memoria, por lo que se prefirió crear tablas en las cuales solo trabajará la aplicación para guardar los datos temporales. [11]

De este sistema se tiene el Registro de Software: Sistema Deductivo de Aceros y sus Materiales de Aporte "Filler Metal Selector 1.1". Registro: 825-2004. Centro Nacional de Derecho de Autor. La Habana. Cuba. 31-3-2004.

- ***Asistente Deductivo Integral para Soldadura***

Teniendo como base la experiencia alcanzada con el desarrollo y uso del sistema anteriormente mencionado se pasó a la creación de un sistema integral de apoyo a los procesos de soldadura, que tomase en cuenta toda una serie de ideas relativas a estos procesos como son: objeto de obra, lugar de desarrollo de los procesos, procesos de soldadura a utilizar, material base, etc., con el objetivo de obtener resultados más adecuados en cuanto al material de aporte a seleccionar.

Este asistente incluye una Base denominada “*System*” que estandarizó la terminología usada en los sistemas bases y algunos otros aspectos de notación, compatibilizando datos de los sistemas “Steel Paradise” y “Filler Metal Paradise”, que deben ser comparados. Esta base permite también cierta persistencia para los datos obtenidos de algunas de las reglas, la cual se implementa mediante tablas temporales. Otra de las funciones principales de esta Base es almacenar el conjunto de reglas del sistema. [12]

La interfaz del usuario desarrollada en Visual Basic 6.0 está compuesta por formularios y cajas de diálogo. La forma principal, tiene el menú de la aplicación para comenzar el trabajo. El menú de la aplicación tiene cuatro menús derivados. De esta aplicación se tiene el Registro de Software: Sistema Asistente Integral para la Soldadura “SADIS Paradise 1.1”. Registro: 823-2004. Centro Nacional de Derecho de Autor. La Habana. Cuba. 31-3-2004.

3. Conclusiones.

- ✓ Se ha establecido una metodología práctica de desarrollo de sistemas informativos de materiales de uso en la industria azucarera que consiste en:
 1. Consideraciones paradigmáticas:
 - a. Paradigma evolutivo o iterativo, de preferencia modelo en espiral con desarrollo de prototipos con ayuda de tecnologías 4GL (SGBDR).
 - b. Análisis de requerimientos modular, con énfasis en la separación de los módulos de Clasificaciones, Composición Química, Propiedades (Mecánicas, Físicas y otras), Homologación y Auxiliares.
 2. Consideraciones de modelación:
 - a. Modelación semántica a través del modelo ER de la estructura informativa, a ser implementada en el modelo relacional de datos (tablas).
 - b. Modelación de la interfaz de cada sistema a través de los diagramas de casos de uso y actores, de clase, de estado, de colaboración, de componentes, etc., incluidos en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), basado en el paradigma de orientación a objetos.
 3. Consideraciones de Implementación:
 - a. Implementación de los sistemas con ayuda de un SGBDR, al menos en su fase de prototipos iniciales.
 - b. Implementación de los sistemas con mayor desarrollo evolutivo con ayuda de lenguajes de programación universales con Orientación a Objetos.

- ✓ También se ha establecido una metodología práctica para el desarrollo de sistemas deductivos de materiales de aporte a utilizar en la soldadura de materiales base en la industria azucarera, complementada con la anterior y que consiste en:
 1. Análisis de Requisitos: planteamiento de reglas según la lógica matemática.
 2. Conversión de las reglas según el Cálculo de Predicados
 3. Implementación de las reglas por medio de consultas SQL
 4. Consideraciones Sistémicas

- ✓ Se hace referencia a toda una serie de productos de software desarrollados como sistemas informativos y sistemas deductivos aplicados a los materiales de uso en la industria azucarera, cada uno de los cuales cuenta con Registro de Software.

Referencias Bibliográficas:

- [1] Moreno, R. Metodología de Diseño de Sistemas Informativos de Materiales de Uso Industrial (autor, Revista Estudios de la Ciénege, CUCI, Ocotlán, México, Año 2, Número 3, Abril 2000). ISSN 1665-0646.
- [2] Booch, G., Rumbaugh, J., y Jacobson, I. “El Lenguaje Unificado de Modelado. Manuel de Referencia”. Addison-Wesley. 2001.
- [3] Hughes, J.G. Bases de Datos Orientadas a Objetos. Universidad del Ulster. 1991.
- [4] Smith, William F. “Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales”. McGraw Hill. 2ª edición. España. 1993.
- [5] Date C. J., “Introducción a los Sistemas de Bases de Datos”, 7ª edición. Addison – Wesley Iberoamericana S.A, 2002.
- [6] Elmasri Ramirez, Navathe Shamkant B., “Sistemas de Bases de Datos, Conceptos fundamentales” 3^{ra} Edición, Addison – Wesley Iberoamericana S.A. 2002.
- [7] Blaha, M.; Premerlani, W. “Object-Oriented Modeling and Design for Database Applications”. Prentice Hall. 1998.
- [8] Moreno, R. Sistema Informativo de Aceros “Steel Paradise” 4.0. Publicación Electrónica en CD de METÁNICA 2004. Cuba, 2004.
- [9] Moreno, R. y Cervera, A. Sistema Informativo de Materiales de Aportes “Filler Metal Paradise” versión 3.0. Publicación Electrónica en CD del evento COMET. UCLV. 2002. ISBN: 959-250-050-9.
- [10] Moreno, R.; Duffus, A.; Pérez R. Sistema Asistente Deductivo Integral para la Soldadura. Publicación Electrónica en CD Memorias de la XI Convención Internacional INFORMATICA’2005, Cuba, May/2005. ISBN: 959-7164-87-6.
- [11] Moreno, R.; Duffus, A.; Pérez R. Sistema Deductivo de Aceros y Materiales de Aporte para la Soldadura. Revista VÉRITAS. Universidad Católica de Santa María. Arequipa Perú. 8 (1) 2004. ISSN 1684-7822 (Revista Indexada por Centro Internacional de ISSN-Francia).
- [12] Moreno, R. y Baragaño, G. Sistema Deductivo de Aceros y Materiales de Aporte. Revista “METANICA”. No. Especial electrónico en CD. La Habana, Cuba. 2000.