



Avances en las Ciencias de la Computación ENCC 2008

Editores:
Gabriel López Morteo
J. Antonio García Macías

9^o Encuentro Internacional
Mexicano de Ciencias
de la Computación

6 al 10 de octubre, Mexicali, Baja California, México
Universidad Autónoma de Baja California
Sociedad Mexicana de las Ciencias de la Computación

Avances en las Ciencias de la Computación

9° Encuentro Internacional Mexicano de
Ciencias de la Computación

ENC 2008

6 al 10 de octubre, Mexicali, Baja California, México

Editores:

Gabriel López Morteo

J. Antonio García Macías

Universidad Autónoma de Baja California
Sociedad Mexicana de las Ciencias de la Computación

Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación

Presidente:

Genoveva Vargas-Solar
ONRS, Francia

Vicepresidente:

Maria Auxilio Osorio Lama
BUAP, México

9º Encuentro Internacional Mexicano de Ciencias de la Computación ENC 2008

Presidentes honorarios:

Alexander Gelbukh
IPN, CIG, México
y
Michel Adiba
Uf, EIG, Francia

Presidentes del comité organizador local:

Marcela Rodríguez Urra
Facultad de Ingeniería Mexicali, UABC
y
Gabriel López Morleo
Instituto de Ingeniería, UABC

Coordinación de Talleres y Simposios:

Gabriel López Morleo
Instituto de Ingeniería, UABC
y
Antonio García Macías
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de
Ensenada

Coordinación de Tutoriales:

Jorge Ibarra Esquer
Facultad de Ingeniería Mexicali, UABC

Coordinación del Consorcio Doctoral:

Marcela Rodríguez Urra
Facultad de Ingeniería Mexicali, UABC
y
Oscar Mario Rodríguez Elias
Universidad de Sonora

© 2008, Mexican Society of Computer Science

© 2008, Universidad Autónoma de Baja California
Instituto de Ingeniería y Facultad de Ingeniería Mexicali
Av. Obregon y Julian Carrillo s/n, C.P. 21100, Mexicali, Baja California, México

ISBN en trámite



Avances en las Ciencias de la Computación. 9º Encuentro Internacional Mexicano de Ciencias de la Computación ENC 2008 by Gabriel López Morleo y Antonio García Macías is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 México License <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/mx/>

Comité del programa

Simpósio de Ingeniería de Software

Organizadores

José Reyes Juárez Ramirez (chair)	Universidad Autónoma de Baja California, México
Hanna Oktaba (co-chair)	Universidad Nacional Autónoma de México, México
Aurora Vizcaino Barceló	Universidad de Castilla-La Mancha UCLM, España
Ma. Guadalupe Ibarguengoitia González	Universidad Nacional Autónoma de México, México
Guillermo Licea Sandoval	Universidad Autónoma de Baja California, México
Alfredo Cristobal Salas	Universidad Autónoma de Baja California, México
Dora Luz Flores Gutiérrez	Universidad Autónoma de Baja California, México
Carelia Guadalupe Gaxiola	Universidad Autónoma de Baja California, México

Comité técnico de programa

Alfonso Martínez Martínez	Universidad Autónoma Metropolitana Ixtapalapa, México
Aurora Vizcaino Barceló	Universidad de Castilla-La Mancha UCLM, España
Gerardo Padilla	INTEL Guadalajara, México
Guillermo Licea Sandoval	Universidad Autónoma de Baja California, México
Ignacio García Rodríguez de Guzmán	Universidad de Castilla-La Mancha UCLM, España
José Reyes Juárez Ramirez	Universidad Autónoma de Baja California, México
Joselina Rodríguez Jacobo	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada CICESE, México
Juan Ramón Jiménez Alaniz	Universidad Autónoma Metropolitana Ixtapalapa, México
Luis Felipe Fernández	Centro de Investigación en Matemáticas, México

Manuel Prieto	Universidad de Castilla-La Mancha UCLM, España
Ma. Guadalupe Ibarquengoitia González	Universidad Nacional Autónoma de México, México
María Angeles Moraga	Universidad de Castilla-La Mancha UCLM, España
Ricardo Pérez del Castillo	Universidad de Castilla-La Mancha UCLM, España

2o. Taller Mexicano de Interacción Humano-Computadora MexIHC

Comité organizador

Miguel Ángel García Ruiz	Universidad de Colima, México
Alberto L. Morán	Universidad Autónoma de Baja California, México
Aurora Vizcaino Barceló	University of Castilla-La Mancha, España
Cuautemoc Rivera Loaiza	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México
Omar Sosa Tzec	Universidad de las Américas Puebla, México
Cecilia Curlango Rosas	Universidad Autónoma de Baja California, México

Comité técnico de programa

Aurora Vizcaino Barceló	University of Castilla-La Mancha, España
Jesús Favela	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada CICESE, México
Raúl Aquino Santos	Universidad de Colima, México
César Alberto Collazos Ordóñez	Universidad del Cauca, Colombia
Arthur Edwards	Universidad de Colima, México
Silvia B. Fajardo Flores	Universidad de Colima, México
Jaime Muñoz Arteaga	Universidad Autónoma de Aguascalientes, México
Genaro Rebolledo Méndez	Universidad de Coventry, Inglaterra
Alfredo Sánchez	Universidad de Las Américas Puebla, México
Víctor González	Universidad de Manchester, Inglaterra
Pedro Santana	Universidad de Colima, México

Edgar Cambranes Martínez	Universidad Autónoma de Yucatán, México
Simone Diniz Junqueira Barbosa	Pontifica Universidad Católica de Río de Janeiro, Brasil
Ingrid Kirschning	Universidad de Las Américas Puebla, México
Luis Francisco Revilla	Universidad de Texas, E.U.A.
Leonel Morales Díaz	Universidad Rafael Landívar, Guatemala
Christian Sturm	Hewlett Packard, España
Jair C. Leite	Universidad Federal de Río Grande del Norte, Brasil
Eduardo H. Calvillo Gámez	University College London, Inglaterra
Pablo Romero	Universidad de Sussex, Inglaterra
Crescencio Bravo	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Yannis Dimitriadis	Universidad de Valladolid, España
Benedict du Boulay	Universidad de Sussex, Inglaterra
Patrick Jermann	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza
Mario A. Moreno Rocha	Universidad Tecnológica de la Mixteca, México
Laurence Nigay	Grenoble Informatics Laboratory LIG, Francia
Miguel A. Redondo	Universidad de Castilla-La Mancha, España
Marcela D. Rodríguez	Universidad Autónoma de Baja California, México
Julita Vassileva	University of Saskatchewan, Canadá
Yann Laurillau	Grenoble Informatics Laboratory LIG, Francia
Alberto L. Morán	Universidad Autónoma de Baja California, México

Simpósio de Computación Clínica e Informática Médica

Comité organizador

Ana I. Martínez G.	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada CICESE, México
Claudia Feregrino	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México

Juan Contreras

Universidad de Colima, México

Comité técnico de programa

Claudia Feregrino

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica,
México

Víctor González

Universidad de Manchester, Inglaterra

Marcela D. Rodríguez

Universidad Autónoma de Baja California, México

Juan Contreras

Universidad de Colima, México

Roberto Conte

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada CICESE, México

Mónica E. Tentori

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada CICESE, México

Ana I. Martínez G.

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada CICESE, México

Jesús Favela

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada CICESE, México

Consortio doctoral

Oscar Mario Rodríguez Elias

Universidad de Sonora, México

Marcela D. Rodríguez

Universidad Autónoma de Baja California, México

Tutoriales

Jorge Ibarra Esquer

Universidad Autónoma de Baja California, México

Comité Organizador

SMCC

Genoveva Vargas-Solar, *Presidente, CNRS, IIG-LAFMIA, Francia*
María Auxilio Osorio Lama, *Vicepresidente, BUAP, México*

PRESIDENTES HONORARIOS

Alexander Gelbukh, *Presidente, CIC, IPN, México*
Michel Adiba, *USF, Francia*

COMITÉ ORGANIZADOR

Marcela D. Rodríguez, *UABC, México*
Gabriel López Morleo, *UABC, México*

TALLERES

Antonio García Macías, *CICESE, México*
Gabriel López Morleo, *UABC, México*

CONSORCIO DOCTORAL

Alfredo Sánchez, *UDLAP, México*
Oscar M. Rodríguez Elias, *U. Sonora, México*
Marcela D. Rodríguez, *UABC, México*

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL

René Cruz	Pablo Navarro
Cecilia Curlango	Laura Martínez
Angel G. Andrade	Omar Aguilar
Gloria E. Chávez	Brenda Flores
Aglay Saldaña	Larisa Burtseva
Marlenne Angulo	Josefina Mariscal
Jorge Ibarra Esquer	Maria Luisa González
Carmen Andrade	Linda Arredondo
Ana Serrano	

Patrocinadores

Sociedad Mexicana de Ciencias de la Computación

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Universidad Autónoma de Baja California

Gobierno del Estado de Baja California

CIC, Instituto Politécnico Nacional

Université Joseph Fourier

Universidad de las Américas, Puebla

Laboratorio Franco Mexicano de Informática y Control Automático

Centre National de la Recherche Scientifique

Laboratoire d'Informatique de Grenoble

Microsoft

Soluciones Integrales Tecnológicas

Gameloft

CertuIT Consultores

Grupo Red

Agradecimientos

El comité organizador del ENC 2008 agradece el apoyo recibido para la realización de este evento a las siguientes personas:

Autoridades de la Universidad Autónoma de Baja California

Al rector, Dr. Gabriel Estrella Valenzuela.
Al vicerrector de la Unidad Mexicali de la UABC, Arq. Aaron G. Bernal Rodríguez.
Al Director de la Facultad de Ingeniería, M.C. Miguel Angel Martínez Romero.
Al Director del Instituto de Ingeniería, Dr. Benjamin Valdéz Salas.

Autoridades del Gobierno del Estado de Baja California

Al Lic. José Oscar Vega Marín, Secretario de Educación y Bienestar Social.
Al Profr. Roberto Rodríguez Rivera, Subsecretario de Educación Básica.
A la Lic. Ma. De Lourdes Balazar Gómez, Directora General de Informática.
A Mauro A. Gil Palma, Coordinador de Avance Institucional de Dirección General de Informática.

Empresas patrocinadoras

A Soluciones Integrales Tecnológicas.
A Gametoft.
A CertuIT Consultores.
A Grupo Red.
A los Miembros del Comité Local.

A los estudiantes de la UABC que aportaron su tiempo y esfuerzo para apoyar las actividades del evento.
A Jonathan Zambada Martínez por su apreciable ayuda para la elaboración de este documento.

Mill gracias a todos ellos, por demostrarnos con sus acciones, su compromiso con el desarrollo de la Ciencia y la Educación superior en el Estado de Baja California.

Contenido

Prefacio.....	xiii
Capítulo 1. Simposio de Ingeniería de Software.....	1
Percepción de Impacto sobre MoProSoft.....	2
Prácticas y Guías de Base de Datos para MoProSoft.....	10
Soporte para la entrada en colaboración en el desarrollo distribuido de software: implicaciones de diseño.....	18
Un Conjunto de Objetos de Aprendizaje para apoyar la Enseñanza de la Programación.....	26
Hacia un modelo para la Caracterización de la Brecha Cultural existente entre la Cultura Organizacional de una empresa de Desarrollo de Software y la Cultura Intrínseca de una Tecnología de Desarrollo de Software....	34
Capítulo 2. 2do Taller Mexicano de Interacción Humano-Computadora MexIHC.....	42
Diseño de un Corpus de Voz en Español para Niños en Edad Escolar con Problemas de Lenguaje.....	43
Evaluación de Usabilidad de un Ambiente Virtual Enfocado al Aprendizaje de una Lengua Extranjera.....	49
Generación de interfaces de usuario dinámicas a partir de información de contexto en entornos activos.....	58
Prototipo de una PDA para Niños.....	62
Capítulo 3. Simposio de Computación Clínica e Informática Médica.....	63
Seguimiento de Dentritas con Imágenes.....	64
Sistema para el Almacenamiento y Manipulación de Información Médico-Mastográfica.....	70
Una Aplicación de Cómputo Móvil para Apoyar los Servicios Médicos de Emergencia de la Cruz Roja Mexicana, Delegación Puebla.....	76
Proposal for a Nacional Health Information System.....	81
Expediente Médico Personal en Tarjetas Inteligentes.....	89
Minería de Datos y Cómputo Móvil en la Toma de Decisiones Médicas.....	95
Collaboration e-Sphere: Soporte Computacional a la Colaboración en Hospitales.....	101
Análisis comparativo de dos mecanismos de interacción en actividades de estimulación cognitiva para adultos mayores.....	106
Un componente basado en agentes para identificar los riesgos de los adultos mayores en su hogar mediante ontologías.....	110

Capítulo 4. Simposio sobre Protocolos y Sistemas en Red. 116

Routing Basado en Intereses para Redes Peer-to-Peer Estructuradas. 117
Localización de Usuarios Móviles mediante Redes Inalámbricas de
Sensores. 122
Retos de la Migración hacia los Sistemas 4G aplicados en Ambientes
Inteligentes. 126
Protocolo PANDORA: Implementación y pruebas en computadoras
Portátiles y sistemas embebidos Asus WL-500-gP. 131

Capítulo 5. Consorcio Doctoral. 135

Providing reliability to services coordination. 136
Finding Learning Objects. 138
Self-stabilizing Algorithms with Failure History (Doctoral proposal:
Extended abstract) 141
Internet como Plataforma de Integración para Aplicaciones de
Cómputo Ubicuo. 143
Adding Non-Functional Prosperities to Services Based Applications
Using Contracts. 145
Towards the construction of a virtual laboratory over a bio-dataspace. 148
Sistema de Identificación de Locutor en el Contexto del Español
Mexicano. 150
Contribuciones para Diseñar un Ambiente Virtual. 153
Soporte a la entrada en colaboración en el desarrollo distribuido de
software mediante esferas de trabajo colaborativas. 155
Framework para actividades educativas basadas en dispositivos móviles. 157
Evaluation of Hybrid Queries through Services Coordination. 159

Capítulo 6. Tópicos Selectos (Tutoriales). 162

Data & Event Streams Processing. 163
Query Processing and Optimization in Mobile and Dynamic Environments. 164
Modeling and Enacting Business Processes with BPMN and BPEL. 166
Programming Robots with Lego® Mindstorms and leJOS. 167
Business Intelligence Solutions: Data Mining. 168

PREFACIO

Después de ocho ediciones, el ENC se ha posicionado como el evento nacional en Ciencias de la Computación de mayor relevancia. No solamente ha permitido tener un foro donde se presenten los avances de los diferentes grupos nacionales en lo tocante a investigación aplicada y básica, sino que también se ha tenido una creciente participación de la comunidad internacional. Es por ello que desde hace algunas ediciones al ENC se le ha denominado "Encuentro Internacional Mexicano de Ciencias de la Computación" y se generan memorias del evento que se publican mediante la editorial de IEEE.

Sin embargo, no debemos perder de vista que de acuerdo al espíritu que le dio origen y aunado con su internacionalización, el ENC debe seguir conservando su carácter de catalizador para la formación y consolidación de grupos nacionales de investigación en Ciencias de la Computación.

Así pues, los talleres (workshops) que han sido abiertos a la comunidad internacional, siguen teniendo una importante componente nacional y se aceptan en ellos trabajos en español. De igual forma, atendiendo a aquellas comunidades que aún están en una etapa seminal en la cual no es adecuado abrirse al ámbito internacional, se han conformado los simposios nacionales. Todos estos trabajos en español, provenientes tanto de los talleres como de los simposios, han sido compilados en estas memorias en formato de libro electrónico.

En estas Memorias de Talleres y Simposios del ENC 2008 se encuentran los artículos en español provenientes de los siguientes talleres: Software Engineering Symposium 2008 (5 trabajos), 2o. Taller Mexicano de Interacción Humano-Computadora (4 trabajos); asimismo se incluyen los trabajos presentados en el Simposio de Protocolos y Sistemas en Red (3 trabajos), y en el Simposio de Computación Clínica e Informática Médica (9 trabajos).

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Baja California por su colaboración como sede del ENC 2008, así como a la Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación, quien desde hace 8 años alberga el ENC y los eventos que se presentan en torno a éste. También queremos manifestar un especial agradecimiento a los encargados de talleres y simposios, quienes asumieron el liderazgo necesario para llevar a cabo sus respectivos eventos de la mejor manera.

Atentamente,

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo

Dr. José Antonio García Macías

Coordinadores de Talleres y Simposios del ENC 2008.

Capítulo 1

Simposio de Ingeniería de Software

Editores:

José Reyes Juárez Ramírez

Hanna Oktaba

Aurora Vizcaíno Barceló

Ma. Guadalupe Ibarquengoitia González

Guillermo Licea Sandoval

Alfredo Cristobal Salas

Dora Luz Flores Gutiérrez

Carelia Guadalupe Gaxiola

Prácticas y Guías de Base de Datos para MoProSoft

† Javier García-García*, Jonathan Rodríguez Hernández*, Hanna Okraba*, Mario Piatini† and Carlos Ordonez‡

*Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. de México, México,

†Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información, Universidad de Castilla-La Mancha, España,

‡Department of Computer Science, Houston, USA.

Abstract

En el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software del Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft) se puede observar que actividades especializadas como son las referentes a la conceptualización, análisis, diseño, pruebas y carga de una base de datos, no reciben un tratamiento especial para realizar su ejecución y se consideran como un conjunto más de actividades. Consideramos que para estas actividades de alta especialización, las empresas pequeñas y medianas con niveles bajos de madurez requirieren de apoyo adicional en el modelo con el objeto de mejorar los procesos donde este tipo de actividades intervienen.

En el presente trabajo proponemos tanto modificaciones al modelo, como una serie de prácticas y guías que apoyen a los usuarios de MoProSoft a realizar, en particular, las actividades que tienen que ver con las bases de datos durante el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

Nuestra propuesta tiene como objetivo el que las empresas u organizaciones que utilicen tanto MoProSoft como las prácticas y guías propuestas, mejoren los procesos donde intervienen actividades relacionadas con las bases de datos.

Keywords—MoProSoft, prácticas, guías, base de datos.

1. Introducción

En el presente trabajo proponemos con base en el estudio completo de MoProSoft diferentes prácticas y guías que se deben realizar, relacionadas con las bases de datos, durante el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

La necesidad de apoyar a las pequeñas y medianas empresas en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software quedó evidenciada en [8] al encontrarse que el menor incremento en el nivel de capacidad al adoptar MoProSoft, se daba en la categoría de operación (OPE) donde se encuentra el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

A partir de los resultados obtenidos del estudio y del uso de MoProSoft se consideró importante estudiar las prácticas relacionadas con las bases de datos y proponer guías a utilizarse en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

La importancia de lo anterior se refuerza por el hecho de que la base de datos es un producto de software que se puede diseñar y construir de manera independiente de cualquier aplicación que la utilice, además por ser un recurso muy importante para cualquier empresa u organización ya que contiene el conocimiento de la misma y sus datos [11].

Aunado a lo anterior, las actividades relacionadas con las bases de datos en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software, requieren de roles con una especialización particular.

Asimismo, en su desarrollo y mantenimiento deben observarse criterios de calidad particulares que tienen que ver tanto con el proceso mismo de su construcción, como con los datos almacenados en ellas así como con las aplicaciones que las explotan. Es por esto que el prestar especial atención en las actividades que intervienen en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software relacionadas con las base de datos, consideramos que conducirá a la mejora de este proceso.

El objetivo de este trabajo es integrar las prácticas y guías de base de datos dentro de la estructura de MoProSoft, definiendo la manera en cómo se deben concebir de manera correcta durante el desarrollo y mantenimiento de un sistema. Lo anterior se encamina a lograr que la base de datos cumpla con los estándares de calidad que se propongan.

Se presentarán las diferentes prácticas y guías que se integran en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software propias del tratamiento de bases de datos. Asimismo, en MoProSoft se enfatizan estas prácticas y guías de base de datos incluidas en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

El artículo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 realiza un estudio del proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software del Modelo de Procesos para la Industria de Software, en la sección 3 mencionaremos las distintas dimensiones de calidad que se deben considerar durante este proceso en cuanto a las bases de datos. En la sección 4 se presentan los diferentes roles propios del tratamiento de la base de datos; la sección 5 contiene las modificaciones propuestas a MoProSoft y las diferentes prácticas (actividades, roles, verificaciones y validaciones e infraestructura) y guías que se integran al proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft para el buen desarrollo y mantenimiento de las bases de datos. En la sección 6 explicamos un caso de estudio en el que se utilizaron las prácticas y guías de base de datos para MoProSoft. Esta experiencia se llevó a cabo en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA). La DGSCA es una organización de desarrollo de software con nivel 3 evaluada con el Modelo de Procesos para la Industria de Software basado en la Norma Mexicana para la Industria del Software en México. En la sección 7 describimos los trabajos relacionados con nuestra investigación. Por último, la sección 8 describe las conclusiones y alcances identificados a lo largo del desarrollo de las prácticas y guías de base de datos para MoProSoft.

2. Actividades y Productos en el Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft

A continuación, identificamos dentro del proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft [9], diversas actividades y productos que son propios del tratamiento de bases de datos para poder proponer instrumentos que apoyen su desarrollo. Para identificarlos analizamos las diferentes fases de un ciclo de desarrollo para la realización sistemática de productos de software:

2.1. Inicio y Requerimientos

Es importante en estas dos fases, cuidar que exista un compromiso de participación de parte del usuario. Además de garantizar la participación de usuarios conocedores del dominio y de la información que se maneja dado que las necesidades de todos los usuarios de la base de datos deberán estar reflejadas en los requerimientos y estos deberán entenderse correctamente por los analistas.

Deberán contemplarse aspectos propios del uso de una base de datos como son: de desempeño, de volumen, de distribución de los datos, de accesibilidad y seguridad, etc. Por tanto la participación del usuario es importante por lo que se debe llevar a cabo lo siguiente:

- Revisión del plan de trabajo por los miembros del *Equipo de Trabajo* para lograr un entendimiento común y compromiso para su realización.
- Lograr un entendimiento claro y preciso entre el cliente y el personal de desarrollo.
- Incluir el desarrollo de estándares que especifiquen cómo realizar la recolección de datos, cómo especificar su formato, qué documentación será necesaria y cómo se va a llevar a cabo el diseño y la implementación de la base de datos.

Los productos que se deben obtener son: un bosquejo de los datos reales de la empresa u organización, las necesidades de los usuarios, las entidades y las interrelaciones existentes entre los datos, las funcionalidades de cada área, así como los posibles cambios a módulos de los sistemas ya implementados. Es decir, que se debe generar un primer *modelo de conceptualización* que logre indicar la realidad de los datos de la empresa, identificando las diferentes funciones de los datos que manejan cada uno de los usuarios.

Asimismo, es necesario realizar una validación con el cliente con el motivo de utilizar cómo línea base los productos generados en esta fase.

2.2. Análisis y Diseño

La base de datos si bien debe ser considerada como un componente más de software, debe tratarse con especial cuidado puesto que el no hacerlo, podría causar en un futuro problemas graves dentro de la empresa u organización debido a que en muchos casos la base de datos es un componente de software estratégico para la organización.

En la fase de Análisis deberá obtenerse el *esquema conceptual* de la base de datos a partir del *modelo de conceptualización*, identificando entidades e interrelaciones existentes [11]. Dicho lo anterior, el desarrollo del esquema conceptual

podrá realizarse utilizando diferentes herramientas como son los diagramas E/R o UML de clases.

Posteriormente, y dependiendo del modelo de datos escogido, se obtendrá el *esquema lógico* de la base de datos.

Ya definido el *esquema lógico*, se procede a realizar el *esquema físico* de la base de datos, definiéndose las estructuras físicas adecuadas para un manejo eficiente de los datos.

Con base en lo anterior, los productos generados en la fase de *Análisis y Diseño* deben ser presentados a los clientes para su validación con el objeto de tomarlos como línea base para la fase de *Construcción*. Es importante considerar que esta validación se debe realizar en caso de que el cliente pueda hacerlo o lo pida el contrato.

2.3. Construcción

Como una pieza de software más, la base de datos deberá estar contemplada en la construcción del producto de software y por tanto los productos asociados a ella deberán incluirse en la *Configuración de Software*.

Un aspecto importante a considerar en esta fase es el hecho de que existan productos y código propios de la base de datos independiente de los programas de aplicación. Tal es el caso de productos como los diagramas del diseño conceptual y lógico, el código de creación de la base de datos, o en general el código de definición de los datos utilizando un lenguaje de definición de datos (LDD), el código para implementar las restricciones de integridad, el código referente a la optimización de las consultas a la base de datos, como es la creación de índices, el código para llevar a cabo la migración y/o carga de los datos.

Todo el código mencionado deberá administrarse en la fase de construcción de igual forma como se administra todo el código del sistema. Este código deberá construirse y probarse adecuadamente, siguiendo los estándares definidos.

Es importante mencionar que los productos obtenidos en fase de *Construcción* deberán ser validados por el *Responsable de Pruebas* con la participación de los clientes a fin de establecer la línea base de la fase Integración y Pruebas de la base de datos.

2.4. Integración y Pruebas

Los *Planes de Pruebas de Integración y de Sistema* deberán contemplar pruebas propias de software que utiliza una base de datos, como son pruebas de volumen y desempeño, pruebas de integridad, pruebas de seguridad, pruebas de concurrencia y recuperación para el caso de sistemas transaccionales y las pruebas de migración. Nótese que los datos de prueba, deberán estar dentro de la administración de la *Configuración del Software*.

2.5. Cierre

Los manuales deberán incluir lo relativo a la base de datos. El *Manual de Usuario* deberá contemplar, a manera de ejemplo, aspectos relativos a la ejecución de consultas no planeadas. Asimismo, el *Manual de Operación* deberá contemplar aspectos sobre la administración de la base de datos como puede ser lo referente a la eliminación física de

registros dados de baja, así como aspectos relativos al volumen de los datos y a la ejecución optimizada de consultas.

Debe mencionarse que en el *Equipo de Trabajo* deberá participi por el Administrador de la Base de Datos (ABD) al cual deberá consultarse todo lo relacionado con el acceso a los datos, por la visión integral que tiene de los mismos.

3. Dimensiones de Calidad en las Bases de Datos

Las actividades de verificación y validación de los diferentes productos en relación con el tratamiento de bases de datos deben considerar diversas dimensiones de calidad de los datos. Diferentes estudios se han realizado para medir la calidad de la Base de datos de un producto de software.

La calidad en ISO/IEC 9126-1 (ISO, 2001) [2] se establece como la capacidad de satisfacer las necesidades del cliente, así pues, ISO 9126-1 define seis características para calidad interna y externa de un producto de software, como son: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y probabilidad.

En [6] se sugiere que deben existir métricas de calidad de datos bajo cuatro dimensiones:

- Calidad del proceso. Considerar durante el proceso de desarrollo de sistemas, calidad en cuanto a conocimiento y modelado conceptual del dominio de la información de la empresa u organización, calidad del modelo lógico y físico de la base de datos, calidad en cuanto a su desempeño y la complejidad, calidad en cuanto a su mantenimiento.
- Calidad de los datos. Considerar la integridad de los datos.
- Calidad del modelo de datos. El proceso de diseño de la base de datos es uno de los más difíciles de llevar a cabo pues básicamente se guía por los requerimientos y necesidades del consumidor de los datos.
- Calidad del comportamiento de la base de datos. Aspectos como la facilidad de uso. El programador tratará de construir un modelo de base de datos que se asemeje a las percepciones del usuario pero a su vez, deberá diseñar un producto que se implemente, se mantenga y se modifique en una forma efectiva eficiente.

Por otro lado, en [7] los autores presentan un modelo formado por cuatro cuadrantes, dependiendo de si la información se considera un servicio o un producto y de si las mejoras pueden validarse contra una especificación formal o contra la expectativa del cliente.

El mencionado estudio tiene como antecedente otro estudio [14] en el que los autores determinan cuatro categorías de calidad de datos:

- En cuanto a sus propiedades intrínsecas. Incluye precisión y objetividad. Los autores también agregan verosimilitud y reputación.
- En cuanto a su contexto. Incluye características como completéz y oportunidad.
- En cuanto a su representación. Esta categoría incluye características que tienen que ver con el formato (conciso y consistente) y el significado (fácil de entender e interpretar) de los datos.

- En cuanto a su acceso. Un ejemplo de alta accesibilidad contra una baja accesibilidad es cuando los datos se encuentran en línea a diferencia de encontrarse en reportes impresos.

Por otro lado, se han propuesto criterios de calidad para bases de datos relacionales a parte de la normalización. En [10] los autores proponen el uso del modelo MPM (Meta-Pregunta-Métrica) para definir métricas para las bases de datos relacionales. MPM es un modelo de tres niveles, conceptual, operacional y cuantitativo propuesto para definir métricas. Por ejemplo, de una meta dada se deriva una pregunta que cuestiona la forma en que una característica de la base de datos influye en la meta y, finalmente, dada una respuesta a la pregunta, se definen métricas con el objeto de medir la característica de la base de datos.

Asimismo, se han definido métricas para validar la complejidad estructural y los indicadores de entendibilidad de los modelos E/R [5]. En cuanto a los diagramas UML de clases, en [4] los autores proponen métricas que miden la capacidad de recibir mantenimiento (mantenibilidad) que tienen los diagramas tal es el caso de métricas que miden el tiempo para entender y modificar un diagrama.

En [12] los autores estudian la calidad del proceso de producción de una base de datos más que la calidad de la base de datos en sí. En todo el proceso, el cliente juega un papel importante pues el producto debe ser fácil de usar por los expertos del dominio de la base de datos.

En cuanto a accesibilidad y seguridad de los datos tenemos lo siguiente. La accesibilidad a la información puede definirse como la manera en que los usuarios podrán ingresar datos y la forma de acceder a ellos en la base de datos. El objetivo es establecer un control óptimo que mantenga la integridad de los datos, por lo que el contenido de la información almacenada tendrá la validez y admisibilidad [1] del dominio correspondiente en el que se pretenda construir la base de datos.

En cuanto a la seguridad de la información y el desarrollo y mantenimiento de software en [1] se establece que deberá existir validación de los datos a introducir, con el objeto de evitar la corrupción de la información, se deberá velar por la autenticidad e integridad de mensajes entre aplicaciones, así como deberán validarse los datos de salida de las aplicaciones.

Cabe mencionar que para los fines del modelo de procesos de software es primordial que la calidad de la base de datos a utilizar en las aplicaciones se produzca desde las etapas tempranas de análisis y diseño. Por esta razón las modificaciones propuestas a MoProSoft, así como las prácticas y guías se concibieron contemplando apoyar al usuario del modelo en todas las fases de desarrollo y teniendo en cuenta las dimensiones de calidad estudiadas.

Discusión

Del estudio de calidad realizado, consideramos que en relación a las bases de datos pueden considerarse principalmente tres dimensiones de calidad. Tenemos, por un lado, criterios de calidad en relación al proceso de desarrollo y mantenimiento de la base de datos. Asimismo, existen criterios de calidad en relación a la base de datos misma, tomada esta como un producto de software y en relación al uso de la base

de datos. En la Figura 1 mostramos las tres dimensiones de calidad mencionadas y los diferentes criterios a considerar.

Calidad del proceso de desarrollo y mantenimiento de la base de datos	Calidad de la base de datos como producto	Calidad en cuanto al uso de la base de datos
Análisis de requerimientos - Conocimiento del dominio - Modelado conceptual Diseño - Modelado lógico (Diagramas E/R y UML de clases) - Normalización - Modelado físico Implementación - Cohesión de los datos - Desempeño - Complejidad Mantenimiento - Modificabilidad - Posibilidad de corregir errores	Interna - Integridad conceptual - Funcionalidad - Fiabilidad - Mantibilidad - Portabilidad - Representación completa - Libre de error Externa - Accesibilidad - Seguridad - Eficiencia - Oportunidad	- Complejidad - Credibilidad - Seguridad - Facilidad de uso - Cantidad apropiada - Satisfacción - Relevancia - Efectividad

Figura 1. Dimensiones de calidad en las bases de datos

4. Roles Relacionados al Tratamiento de Bases de Datos

A continuación revisaremos los roles que intervienen en actividades relativas a las bases de datos.

- **Administrador de la base de datos.** El Administrador de la Base de Datos (ABD), es el responsable de autorizar el acceso a la base de datos, de coordinar y monitorear su uso, y de adquirir el software y hardware requeridos.
- **Diseñador de bases de datos.** En la literatura la función del diseñador de bases de datos (DBD) puede encontrarse como parte de las responsabilidades del ABD [3], o separada [3], sin embargo, consideramos importante separarla tomando en cuenta el papel relevante que juega en la construcción de productos de software. Los diseñadores de bases de datos son los responsables de identificar los datos que serán almacenados en la base de datos y de seleccionar las estructuras apropiadas para representar y almacenar los datos. Es su responsabilidad comunicarse con el Analista para garantizar que los requerimientos relativos a la información mantenga se vean reflejados en el diseño de la base de datos.
- **Usuarios.** Según la forma de interactuar con la base de datos, se han identificado diferentes tipos de usuarios de una base de datos [3]. Tal es el caso por ejemplo de usuarios finales no expertos, que utilizan programas de aplicación creados previamente para interactuar con la base de datos. Existen otros tipos de usuarios como por ejemplo: programadores de aplicaciones o Usuarios sofisticados y especializados.

Los roles mencionados, de alguna forma u otra, deberán ser considerados durante el desarrollo y/o el mantenimiento de un producto de software.

5. Modificaciones Propuestas a MoProSoft para Incorporar lo Relativo a las Actividades Propias de Bases de Datos

Para realizar las modificaciones que se sugieren a MoProSoft, con el objeto de contemplar las actividades propias de bases de datos sin modificar la estructura del modelo,

primeramente se estudiaron los elementos del proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software [9].

El estudio realizado motivó nuestra propuesta consistente en modificaciones al modelo mismas que tocamos detalladamente más adelante. Dichas modificaciones incluyen enfatizar en las subsecciones propósito, descripción general de actividades y salidas los aspectos relevantes a considerar en cuanto a bases de datos. Asimismo, se incorporan las prácticas en la segunda sección específicamente en roles, actividades, verificaciones y validaciones. Las guías se incorporan en la tercera sección dentro de la identificación de guías. Los elementos de las prácticas y guías de base de datos perfeccionarán las actividades de especificación de requisitos, análisis y diseño, construcción, pruebas e integración, propias del tratamiento de una base de datos. Como se mencionó anteriormente, estas prácticas y guías de base de datos no incrementan la dificultad del modelo, pero, por otro lado, permitirán incrementar el nivel de madurez en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft.

Por último describiremos en forma breve las modificaciones propuestas al modelo por cada sección y subsección del proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft:

- **Propósito.** Deberán definirse los requisitos, análisis y diseño, construcción, pruebas e integración propios del tratamiento de la base de datos durante el desarrollo del software.
- **Descripción general de actividades.** Se incorporan tareas propias del tratamiento de la base de datos, dentro de cada actividad definida en el modelo.
- **Salidas.** Es necesario definir y establecer en la especificación de requerimientos las áreas funcionales de la empresa u organización, el esquema conceptual, las reglas de integridad, los niveles de accesibilidad, seguridad y mantenimiento correspondientes a los esquemas de la base de datos y los datos mismos. Con base en lo anterior, en el análisis y diseño se describe un modelo detallado que conste de esquema lógico estándar, esquema lógico específico y esquema físico. Dentro del plan de pruebas de sistemas e integración se deberán definir los planes de prueba correspondientes a la base de datos.
- **Roles.** Se definen los roles de Administrador de la Base de Datos y Diseñador de la Base de Datos, esto con el fin de incrementar el entendimiento del mundo real de la empresa u organización y reflejarlo en la base de datos. Además se incorporan características propias del tratamiento de base de datos en los roles de Programador, Responsable de Pruebas, Revisor y Responsable de Manuales.
- **Actividades:**
 - Fase de Requerimientos. Se incorporan actividades propias de la base de datos como son: descripción y entendimiento del universo del discurso, conceptualización de la base de datos, cambio de la conceptualización de la base de datos al esquema conceptual. Además se debe realizar el *Plan de Pruebas de la Base de Datos*, considerando volumen, desempeño,

9° Encuentro Mexicano Internacional de las Ciencias de la Computación

integridad, accesibilidad, seguridad, concurrencia en general la calidad de los datos.

- Fase de Análisis y Diseño. Se integran actividades como definición del modelo de datos, restricciones de integridad, diseñar los esquemas tanto lógicos, como físicos de la base de datos. Además se debe crear el *Plan de Pruebas de Integración de la Base de Datos*, considerando la carga o migración de los datos, conservación de la integridad, su desempeño, seguridad en general la calidad de los datos.
- Fase de Construcción. Se colocan las actividades que se deben realizar para hacer la carga o la migración de los datos.
- Fase de Integración y Pruebas. Se incorporan las actividades para la ejecución de las pruebas de base de datos y de integración, con base en los planes definidos en las fases de Requerimientos y Análisis y Diseño.

- Verificaciones y Validaciones. Se sugiere tomar en cuenta las prácticas de las fases de requerimientos, análisis, diseño y construcción propias del tratamiento de la base de datos. Cabe mencionar que se sugieren modificaciones de verificación del plan de pruebas de sistema integrando verificaciones propias del plan de pruebas de base de datos. Asimismo, se sugieren modificaciones de verificación en el plan de pruebas de integración incorporando verificaciones propias del plan de pruebas de integración de la base de datos, con el objeto de comprobar y corregir el desarrollo y/o mantenimiento de la base de datos.

Las modificaciones sugeridas al proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft incluyen lo siguiente:

- 2 roles: ABD, DBD,
- 7 tareas de *Especificación de Requerimientos* para el tratamiento de las bases de datos,
- 5 tareas de *Análisis y Diseño*,
- 4 tareas de *Construcción*,
- 2 tareas de *Integración y Pruebas*,
- 1 práctica de Apoyo y Consultoría de Base de Datos,
- 1 guía para Especificación de Requisitos del conocimiento del dominio,
- 1 guía para el Análisis y Diseño de la Base de Datos,
- 1 guía para el Plan de Pruebas de la Base de Datos,
- 1 guía para el Plan de Pruebas de Integración de la Base de Datos,
- en la sección 5.4 del modelo se sugiere una modificación en producto de software referente al tratamiento de las base de datos,
- asimismo, se sugiere una modificación en el rol del Responsable de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

Modificaciones Propuestas a MoProSoft

A la luz de lo expuesto a continuación se muestran las modificaciones propuestas a MoProSoft incluyendo las prácticas y guías de base de datos. Para lo anterior, se muestra el sitio donde deberá ir cada uno de los elementos propuestos que corresponden al tratamiento de bases de datos en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software. Cabe aclarar que

se procuró realizar las modificaciones mínimas, considerando que las responsabilidades, actividades y tareas toman en cuenta los conceptos arriba expuestos.

Por motivos de espacio, en el presente trabajo se modifica ligeramente el formato convencional utilizado en MoProSoft para la presentación de las prácticas y guías de base de datos para MoProSoft.

Definición general del proceso

Proceso	Operación (OPB)
Operación (OPB)	Operación (OPB)
Categoría	Operación (OPB)
Propósito	Agregar Debe considerarse también el análisis y diseño, construcción e integración de productos de base de datos.
Descripción	<p>- <i>Modificar en Requerimientos</i>: En este proceso es importante considerar el <i>Esquema Descriptivo</i>, <i>Esquema Perchido</i>, <i>Esquema Conceptual</i>, <i>Modelos de Seguridad</i>, <i>Reglas de Integridad</i> y <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i> junto con las otras actividades del software con el fin de establecer las pruebas que se deben realizar a la base de datos durante el desarrollo de ésta.</p> <p>- <i>Modificar en Análisis y Diseño</i>: Debemos estar conscientes de las prácticas y productos de base de datos que se deben realizar. En particular, dicho Análisis y Diseño deberá incluir el <i>Modelo de Base de Datos</i>, el <i>Esquema Lógico Estándar</i>, el <i>Esquema Lógico Específico</i>, el <i>Esquema Físico</i>, el <i>Diccionario de Datos</i> y el <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i>.</p> <p>- <i>Modificar en Construcción</i>: Conjunto de actividades para producir <i>Componente(s)</i> de software incluyendo, si es el caso, la <i>Estructura Física de la Base de Datos</i> que correspondan al Análisis y Diseño basándose en el <i>Modelo de Base de Datos</i>, así como la realización de las pruebas unitarias al sistema y a la carga o migración de la base de datos, por tanto los productos mencionados deberán incluirse en la <i>Configuración de Software</i>.</p> <p>- <i>Modificar en Integración y Pruebas</i>: Conjunto de actividades para integrar y probar la base de datos basados en el <i>Plan de Pruebas de Integración de Base de Datos</i> y <i>Plan de Prueba de Base de Datos</i>, con la finalidad de obtener un sistema que satisfaga los requerimientos especificados. Se genera la versión final del Manual de Usuario, Manual de Operación y Manual de Mantenimiento. Como resultado se obtiene el producto de Software probado y documentado.</p>

La siguiente modificación corresponde a las salidas que se deben obtener a partir de las entradas, es importante mencionar que las salidas deseadas de la base de datos se encuentran dentro de las ya definidas en MoProSoft, esto con el fin de facilitar el entendimiento del modelo. La siguiente tabla muestra las salidas propias del tratamiento de la base de datos.

Salidas	Descripción	Destino
Nombre		Admin.
<i>Especificación de requerimientos</i>	<p>Agregar - Debe redactarse una descripción general tanto de la base de datos como de su uso dentro de la empresa u organización.</p> <p>Descripción de requerimientos.</p> <p>Agregar Esquema Descriptivo: Necesidades que permitan ver claramente la información con todo su contenido semántico, a partir de las reglas de la empresa u organización.</p> <p>Agregar Esquema Perchido: Definición de qué entidades, atributos, interrelaciones y restricciones semánticas deben ser considerados para entender el dominio del problema, estos deberán ser expresados en un lenguaje natural.</p> <p>Agregar - Esquema Conceptual: Descripción rigurosa de los distintos contenidos de información que describen a la organización y que son necesarios para su funcionamiento.</p> <p>Agregar - Modelos de seguridad: Especificación de los recursos establecidos para cada usuario dependiendo su función dentro de la organización y estableciendo confidencialidad, accesibilidad e integridad en los datos.</p> <p>Agregar - Reglas Integridad: Especificación rigurosa de los datos con respecto a los atributos, interrelaciones y restricciones semánticas, sin perder ningún tipo de información ni la consistencia de la base de datos.</p> <p>- Mantenimiento.</p> <p>Modificar Requerimientos específicos que ayuden a definir el mantenimiento tanto del esquema como de los datos mismos.</p>	Proyectos específicos

Nombre y Diseño	Descripción	Destino de proyectos específicos
<i>Plan de Pruebas de Sistema</i>	<p>Agregar - <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i>: Identificación de las pruebas que se deben realizar de acuerdo al <i>Esquema Conceptual</i>, <i>Modelos de Seguridad y Reglas de Integridad</i> definidos en la <i>Especificación de Requerimientos</i>.</p>	Admón. de proyec. específicos
<i>Plan de Pruebas de Integración</i>	<p>Agregar - <i>Plan de Pruebas de Integración de Base de Datos</i>: La integración de la base de datos debe tomar en cuenta el <i>Esquema Físico del Modelo de Base de Datos</i>.</p>	Admón. de proyec. específicos

Prácticas

La próxima modificación describe los roles, actividades y mediciones definidos para el desarrollo y/o mantenimiento de software propios del tratamiento de la base de datos. Dicho lo anterior, consideramos especificar claramente las actividades y mediciones propias de la base de datos con el fin de facilitar su ejecución.

Primeramente mostraremos los roles involucrados en el desarrollo de la base de datos

Roles

Rol	Abreviatura	Capacitación
Agregar Administrador de Base de Datos	ABD	Conocimiento y experiencia en administración de base de datos.
Agregar Diseñador de Base de Datos	DBD	Conocimiento y experiencia en diseño de base de datos.
Programador	PR	Modificar: Considerando sistemas que tengan base de datos.
Responsable de Pruebas	RPU	Modificar: Deberán contemplarse conocimiento y experiencia de pruebas de integración y de sistemas que tengan base de datos.
Revisor	RE	Modificar: Considerando sistemas que tengan base de datos.
Responsable de Manuales	RM	Modificar: Considerando sistemas que tengan productos de base de datos.

Actividades

La siguiente modificación corresponde a las actividades y tareas propias del tratamiento de las bases de datos.

Rol	Descripción
AN	A2. Realización de la fase de requerimientos (O1, O3).
CL	A2.2. Documentar o modificar la Especificación de Requerimientos.
US	- Agregar : Analizar los datos y procesos identificando y describiendo las reglas y el detalle de los datos de una empresa.
DU	- Agregar : Realizar una representación normalizada de los procesos y los datos apoyada en un modelo de datos que cumpla con ciertas propiedades como: coherencia, plenitud, no redundancia, simplicidad y fidelidad.
DBD	- Agregar : Elaborar el <i>Esquema Percebido</i> del dominio del problema descrito en lenguaje natural. - Agregar : Elaborar o modificar el <i>Esquema Conceptual</i> interpretando las frases del lenguaje natural en el que está descrito el <i>Esquema Percebido</i> utilizando el modelo ER o UML de clases para concretar las frases en entidades, atributos e interrelaciones. Es necesario ir refinando y normalizando sucesivamente el <i>Esquema Conceptual</i> en el modelo ER extendido o UML de clases. - Agregar : Elaborar o modificar los <i>Análisis de Seguridad</i>

Rol	Descripción
AN	considerando las reglas y procesos de la empresa u organización.
RPU	- Agregar : Definir las <i>Reglas de Integridad</i> a partir del <i>Esquema Conceptual</i> considerando las restricciones del dominio del problema.
AN	A2.7 Agregar Elaborar o modificar el <i>Plan de Pruebas de Sistema</i> incluyendo el <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i> .

AN	A3. Realización de la fase de Análisis y Diseño (O1, O3).
DU	A3.2 Documentar o Modificar el Análisis y Diseño.
DU	- Agregar : Generar el <i>Esquema Lógico Estándar</i> a partir del <i>Esquema Conceptual</i> , de manera que se obtenga un modelo de datos muy parecido al SGBD que se va a utilizar, pero sin las restricciones de éste.
DBD	- Agregar : Generar el <i>Esquema Lógico Específico</i> a partir del <i>Esquema Lógico Estándar</i> , éste deberá ser descrito en el lenguaje de definición de datos.

RPU	- Agregar : Generar el <i>Esquema Físico</i> a partir del <i>Esquema Lógico Específico</i> teniendo en cuenta los procesos, características del SGBD, del sistema operativo, y del hardware, lo que nos llevará a cumplir los objetivos del sistema y conseguir la optimizar los tiempos de respuesta.
PR	- Agregar : Generar el <i>Diccionario de Datos</i> a partir del <i>Esquema Lógico Específico</i> , con el fin de reunir la información de los datos almacenados con base en la estructura de los datos, sus interrelaciones y restricciones.
ABD	- Generar o actualizar el <i>Análisis y Diseño</i> .
RPU	- Generar o modificar el <i>Registro de Accesos</i> .
ABD	Modificar: A3.7 Elaborar o modificar <i>Plan de Pruebas de Integración</i> incluyendo el <i>Plan de Pruebas de Integración de Base de Datos</i> .

PR	A4. Realización de la fase de Construcción (O1,O3).
PR	A4.2 Construir o modificar el(los) Componente(s) de software incluyendo la <i>Estructura Física de la Base de Datos</i> .
PR	A4.3 Construir la <i>Estructura Física de la Base de Datos</i> con base en el <i>Análisis y Diseño</i> .
RPU	- Agregar : Implementar las reglas definidas en la fase de <i>Especificación de Requerimientos</i> específicamente en el <i>Esquema Conceptual</i> de la base de datos.
PR	- Agregar : Especificar y realizar pruebas unitarias a la base de datos con el fin de identificar que el desempeño, accesibilidad, seguridad y calidad de los datos cumplen con lo definido en el <i>Análisis y Diseño</i> .
PR	- Agregar : Corregir las inconsistencias encontradas en la base de datos hasta lograr una consistencia en la base de datos.
PR	Modificar: - Actualizar el <i>Registro de Accesos</i> .

PR	A5. Realización de la fase de Integración y Pruebas (O1,O3).
RPU	A5.2 Realizar integración y pruebas.
RPU	Modificar: - Integrar los componentes en subsistemas o en el sistema del <i>Software</i> y aplicar las pruebas siguiendo el <i>Plan de Pruebas de Integración</i> incluyendo el <i>Plan de Pruebas de Integración de Base de Datos</i> , documentando los resultados en un <i>Reporte de Pruebas de Integración</i> .

RPU	A5.6 Realizar las pruebas de sistema siguiendo el <i>Plan de Pruebas de Sistema</i> incluyendo el <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i> , documentando los resultados en un <i>Reporte de Pruebas de Sistema</i> .
-----	--

Agregar	Apoyo y Consultoría en Base de Datos
Los roles PR, RPU, RE y RM deberán solicitar apoyo al ABD en aspectos relacionados con la base de datos.	

Guías para el tratamiento de las Bases de Datos

Las guías para el tratamiento de la Base de Datos serán instrumentos que ayuden a los usuarios MoProSoft, para identificar las técnicas y herramientas que se deben utilizar para realizar las actividades correspondientes a las prácticas de bases de datos. Dentro de ellas podremos encontrar plantillas, listas de verificación y ejemplos, que mejoren la percepción de los productos que se deben obtener para cada una de las actividades. Las cuales se definen en base a su implementación durante el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de la siguiente manera: la primera guía de levantamiento de requisitos de la base de datos sirve para obtener el conocimiento del dominio de la empresa u organización, la segunda de análisis y diseño, sirve para pasar del esquema conceptual a los esquemas lógico y físico de la base de datos, además de generar el diccionario de datos correspondiente. La tercera guía define el plan de pruebas de la base de datos, por último la guía de plan pruebas de integración de la base de datos, sirve para integrar la base de datos con el sistema.

A continuación se presentan las guías de especificación de Avances en las Ciencias de la Computación

9.º Encuentro Mexicano Interaccional de las Ciencias de la Computación

requeridos para la base de datos y del *Plan de Pruebas de Base de Datos* con el fin de ejemplificar las guías establecidas en Mo-ProSoft.

Guía de Implantación para OPE.2 - A2 Realización de la fase de Requisitos

Proceso	OPE.2 Desarrollo y Mantenimiento de Software. A2 Realización de la fase de Requisitos
Aktividad / Tarea(s)	A2.2. Documentar o modificar la Especificación de Requerimientos. - Analizar los datos y procesos identificando y describiendo las reglas y el detalle de los datos de una empresa. - Realizar una representación normalizada de los procesos y los datos apoyada en un modelo de datos que cumpla con ciertas propiedades como: coherencia, plenitud, no redundancia, simplicidad y fidelidad. - Elaborar el <i>Esquema Perchido</i> del dominio del problema descrito en lenguaje natural. - Elaborar o modificar el <i>Esquema Conceptual</i> interpretando las frases del lenguaje natural en el que esa descrito el <i>Esquema Perchido</i> utilizando el modelo ER para convertir las frases en entidades, atributos e interrelaciones. Es necesario ir refinando y normalizando sucesivamente el <i>Esquema Conceptual</i> en el modelo ER. - Elaborar o modificar los <i>Modelos de Seguridad</i> considerando las reglas y procesos de la empresa u organización. - Definir las <i>Reglas de Integridad</i> a partir del <i>Esquema Conceptual</i> considerando las restricciones del dominio del problema.
Ínterfaces disponibles	Algunas de las técnicas de trabajo en grupo utilizadas para la <i>Especificación de Requisitos</i> son: Entrevistas, Encuestas, Grabaciones, Video Conferencias. Algunas de la técnicas utilizadas para modelar y analizar los requisitos de la base de datos son: modelo ER extendido y modelado conceptual. <i>Esquema Conceptual</i>
Producto específico generado	<i>Esquema Conceptual</i>
Herramientas de apoyo	Herramienta CASE con UML: - <i>Rational Rose</i> : Es una poderosa herramienta que permite realizar un modelado de datos orientado a objetos y que a su vez, puede generar el diseño lógico de la base de datos, a parte se puede generar código a partir del modelado. - Modelo ER extendido: Es técnica muy útil para relacionar los conceptos e interrelaciones de la realidad de los datos con el esquema conceptual. - Modelado conceptual: Es una técnica para obtener una mejor conceptualización de los datos de la empresa u organización, sin tener relación con los usuarios o aplicaciones que los utilizan además de ser independiente de las características del hardware. - Plantilla de Especificación de Requisitos Extensión Base de Datos. - Plantilla de Concepción de la Base de Datos (Esquema Parediente). - Plantilla de Modelado Conceptual
Bibliografía	- M. Pariani, E. Marcos, C. Calero, and B. Vela, "Tecnología y diseño de bases de datos", Alhambra, Ra. - ma. 2007.

Guía de Implantación para OPE.2 - A2 Realización de la fase de Requisitos

Proceso	OPE.2 Desarrollo y Mantenimiento de Software. A2 Realización de la fase de Requisitos
Aktividad / Tarea(s)	A2.7. Elaborar o modificar el <i>Plan de Pruebas de Sistemas</i> incluyendo el <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i> .
Técnicas disponibles	Definir <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i> en utilizando los los casos de uso propios de la base de datos. <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i>
Producto específico generado	Procesador de Texto
Herramientas de apoyo	Para definir el <i>Plan de Pruebas de Base de Datos</i> se debe establecer quién, cuándo, dónde y cómo se realizarán las actividades para probar la base de datos. El definir un Plan de Pruebas de Base de Datos brindará el conocimiento al equipo de trabajo para establecer modelos de datos bien definidos y así cristalizar los datos de manera íntegra y segura al cliente. Los puntos principales del Plan de Pruebas de Base de Datos son: 1. Introducción 2. Calendario de Actividades 3. Contexto 4. Exigencias del Ambiente 5. Tipos de pruebas a la base de datos 6. Realización de las pruebas a la base de datos

Soportes	7. Personas y roles 8. Productores de Base de Datos 9. Aprobadores
Bibliografía	- Plantilla de Plan de Pruebas de Base de Datos. - Lista de verificación para el Plan de Pruebas de Base de Datos. - M. Pariani, E. Marcos, C. Calero, and B. Vela, "Tecnología y diseño de bases de datos", Alhambra, Ra. - ma. 2007.

6. Caso de estudio y pruebas realizadas de las Prácticas y Guías de Base de Datos para MoProSoft

Se realizaron diversas pruebas de las prácticas y guías de base de datos para MoProSoft, en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA). La DGSCA es una organización de desarrollo de software de la Universidad Nacional Autónoma de México con nivel 3 de capacidad evaluada bajo el Modelo de Procesos para la Industria de Software, basado en la Norma Mexicana para la Industria del Software en México. Primeramente presentamos a directivos y responsables de proyectos las modificaciones propuestas al modelo. Estas fueron estudiadas e incorporadas al proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

Cabe aclarar que las prácticas y guías de base de datos son aplicables a empresas que no tienen ningún tipo de proceso establecido e incluso para empresas u organizaciones que si cuentan con este tipo de procesos, pero requirieren de apoyo para llevar a cabo el desarrollo y/o mantenimiento de base de datos.

En general, podemos concluir que el resultado obtenido del uso de las prácticas y guías de base de datos es un progreso para la mejora de los procesos de operación en empresas u organizaciones que carecen de éstos, o en aquellas organizaciones que si tienen procesos establecidos como la DGSCA, permite a los equipos de desarrollo estandarizar tareas repetitivas relacionadas con el tratamiento de las bases de datos y en general hacen que sean debidamente documentadas. Considerando lo anterior podemos decir que las modificaciones al modelo propuestas resolverán problemas de desarrollo y mantenimiento de base de datos lo cual redundará en un incremento en la madurez de las organizaciones que las adopten.

7. Trabajos relacionados

Varios estudios basados en el aseguramiento de la calidad de los datos como producto de software [6], [7], [14] han propuesto métricas de calidad de datos, tomando en cuenta el número de defectos o los cambios realizados en la base de datos. En contraste nuestro trabajo hace una reflexión considerando que las bases de datos deberán ser tratadas de tal forma que durante el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software puedan ser validados y verificados antes de su integración con el sistema.

La norma de calidad de software [2] establece la capacidad de satisfacer al cliente definiendo seis características para calidad externa e interna de un producto de software, como son: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. Nuestro trabajo enriquece MoProSoft y además define también la calidad externa, interna y de uso de la base de datos lo que permitirá entender de una manera más clara el proceso de desarrollo y mantenimiento de la base de datos.

En [10] se propone el uso del modelo MPM (Meta-Pregunta-Métrica) para definir métricas para las bases de

datos relacionales, siendo este modelo utilizado para medir la característica de la base de datos. En [4] se definen métricas para validar la complejidad de la estructura y los indicadores de entendibilidad del diagrama E/R. Asimismo, en [5] se proponen métricas para medir la mantenibilidad de los diagramas UML de clases tal es el caso de métricas que miden el tiempo para entender y modificar un diagrama. Nuestro trabajo incorpora nuevas prácticas y guías de base de datos en MoProSoft para evaluar la calidad de la base de datos durante el análisis, diseño, construcción, pruebas e integración.

En [12], estudian la calidad del proceso de producción de una base de datos más que de la calidad de la base de datos misma, es decir, que durante todo el proceso de la base de datos el cliente juega un papel importante ya que el producto debe ser fácil de usar por los expertos del dominio de la base de datos. Nuestro trabajo define actividades que permitirán realizar un mejor análisis de los procesos de la base de datos dentro del sistema.

8. Conclusión

Primeramente se realizó un estudio de las actividades y productores definidos en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft para identificar las diferentes actividades y productos propios del tratamiento de bases de datos.

Se llevó a cabo un estudio en cuanto a las dimensiones y criterios de calidad que deben considerarse en cuanto a las bases de datos. Las dimensiones a considerarse son: calidad en relación al proceso de desarrollo y mantenimiento de las bases de datos, calidad de las bases de datos como producto de software, por último la calidad en relación al uso de la base de datos y de los datos mismos.

A continuación se revisaron los roles que debían integrarse al modelo, para lograr un mejor desempeño en la realización de las actividades relacionadas con el manejo de las bases de datos.

Con base en lo anterior, se presentaron nuestras contribuciones consistentes en modificaciones, prácticas y guías sugeridas para el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software de MoProSoft. Las modificaciones que se sugieren contemplan actividades propias del tratamiento de base de datos sin modificar la estructura del modelo. Dentro de las prácticas se definen los roles, actividades, verificaciones y validaciones sugeridas para el desarrollo y/o mantenimiento de la base de datos. Asimismo, se presentan las guías sugeridas para la elaboración del proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software donde su principal explotación es la base de datos. Específicamente, sobre estas últimas, proponemos una guía para realizar el levantamiento de requerimientos de la base de datos, para elaborar el análisis y diseño de la base de datos, para la elaboración del plan de pruebas de base de datos y por último, para instrumentar la elaboración del plan de pruebas de integración de la base de datos.

Por último se realizarán las pruebas de las prácticas y guías de base de datos para MoProSoft, presentadas en la DGSCA, las cuales fueron consideradas como una aportación para la mejora del proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software. Se observó que las organizaciones que no tienen un

proceso establecido tienen un progreso en cuanto a las mejoras del proceso de operación, por su parte empresas que sí tienen un proceso establecido como DGSCA reflejan un beneficio en el proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software, y minimizan sus costos de desarrollo y mantenimiento de software, debido a que las prácticas y guías de base de datos permiten estandarizar tareas repetitivas relacionadas con el tratamiento de bases de datos.

Planeamos en un futuro realizar más pruebas en empresas u organizaciones que usen MoProSoft o que no tengan ningún tipo de proceso definido para medir adecuadamente los beneficios que los cambios propuestos otorgan a los usuarios del modelo.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto 506AC0287-COMPETISOFT (Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria de Software de Iberoamérica) del programa CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo).

Agradecemos la colaboración de la Mtra. Marcela Peñaloza y su equipo de trabajo en la DGSCA por sus valiosas aportaciones y sugerencias para la realización de las prácticas y guías que se proponen en este trabajo.

Agradecemos el apoyo recibido por parte del Macroproyecto Tecnologías para la Universidad de la Información y la Computación.

Referencias

- [1] International Standard Organization 27001:2005. Tecnología de la información - técnicas de seguridad - sistemas de gestión de la seguridad - requerimientos. In *ISO/IEC 27001*, 2005.
- [2] International Standard Organization 9126-1:2001. Software engineering - product quality - part 1: Quality model. *isoftec standard 9126*. In *Geneva*, 2001.
- [3] Ramez Elmehri, and Shankam B. Navathe. *Fundamentals of Database Systems, Fourth Edition*. Addison Wesley, 2004.
- [4] M. Genaro, E. Marcos, C.A. Valseguro, G. Carfara, and M. Platini. Building measure-based prediction models for unl class diagram maintainability. *Empirical Software Engineering*, 12(5):517-549, 2007.
- [5] M. Genaro, G. Poels, and M. Platini. Defining and validating metrics for assessing the understandability of entity-relationship diagrams. *Data Knowl. Eng.*, 64(3):534-557, 2008.
- [6] J.A. Horrocker. Typology of database quality factors. *Software Quality Journal*, 7(3-4):179-193, October 2004.
- [7] Y.W. Lee, D.M. Strong, B. K. Kahn, and R. Y. Wang. AIMQ: A methodology for information quality assessment. *Inf. Manage.*, 40(2):133-146, 2002.
- [8] H. Okaba. Moprosoft: A software process model for small enterprises. In *Proc. 1st Int'l Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, special report CMU/SEI-2006-SR-001*, *Software Eng. Institute*, pages 93-101, www.sei.cmu.edu/pub/documents/06reports/pdf/06sr001.pdf, 2006.
- [9] H. Okiba, C. Alquicira, A. Su Ramos, A. Martínez, G. Quintanilla, M. Ruvalcaba, F.L. Lara, M. Rivera, M. Orozco, Y. Fernández, and M.A. Flores. Modelo de procesos para la industria del software (MoProSoft). 1(1-3):135, 2005.
- [10] M. Platini, C. Calero, and M. Genaro. Table oriented metrics for relational databases. *Software Quality Control*, 9(2):79-97, 2001.
- [11] M. Platini, E. Marcos, C. Calero, and B. Vela. *Tecnología y diseño de bases de datos*. Alfaomega RA-MA, México, 1a. edición, 2007.
- [12] J.R. Rumble and D.M. Blakeslee. The essentials of a database quality process. *Data Science Journal*, 12:35-46, February 2003.
- [13] A. Silberschatz, H.F. Korth, and S. Sudarshan. *Database System Concepts*. McGraw-Hill College, 5ta. edición, 2005.
- [14] R. Y. Wang and D.M. Strong. Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*, 12(4):5-34, 1996.