

EVALUACIÓN DE BASES DE DATOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Luis A. Loya Acosta, Victoria González de Moss, Patricia C. Parroquín Amaya

Fernando Estrada Saldaña

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

Ante la necesidad de tener acceso a materiales digitales utilizados en las materias que se imparten en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, se plantea como solución un repositorio de objetos de aprendizaje, analizar y seleccionar una base de datos que permita la organización, almacenamiento y administración de la información. Este documento presenta un análisis y evaluación de las características principales de las bases de datos relacionales, orientadas a objetos y bases de datos en XML para determinar cual se adapta mejor a las necesidades del repositorio.

Palabras clave: Bases de Datos relacionales, Bases de Datos Orientadas a Objetos, Bases de Datos en XML.

Introducción

Los objetos de aprendizaje (OA) son una estrategia que varias universidades que cuentan con la infraestructura y recursos necesarios están implementando hoy en día. Una actividad natural en el campo de los OA está siendo el concentrarlos o recopilarlos en contenedores que los organicen y los mantengan disponibles para diferentes usos de manera que sean fácilmente accesador y reutilizados. Estos contenedores se conocen como Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA).

Actualmente se están formando redes de colaboración entre las diferentes organizaciones que cuentan con ROA para que éstos se intercomunicen con la finalidad de ampliar el alcance a los OA y su reutilización, ésto de forma ubicua, es decir, que quien busque la información o contenidos educativos no se preocupe por la fuente o ubicación física del objeto.

Los repositorios están conformados por grandes volúmenes de datos que están en constante cambio, no tienen alguna estructura definida, es por esto que los datos y la información que es guardada en ellos

no se puede almacenar como una base de datos convencional, ya que la información que se maneja es volátil (Guadalupe, 2000).

Los datos que conforman un repositorio pueden estar presentados ya sea en documentos de texto o en imágenes, los cuales son localizados por los usuarios por medio de su descripción.

Análisis de las Bases

Después de estudiar los modelos de bases de datos y las bases de datos relacionales, orientadas a objetos y bases de datos de XML se presenta a continuación las características principales de cada una de ellas para identificar cual es la más conveniente para la propuesta de repositorio de objetos de aprendizaje.

Una vez realizado el análisis comparando las características generales de los diferentes modelos de bases de bases se identificaron características comunes y se obtuvo la información necesaria para realizar una comparación entre los modelos de bases de datos.

Comparación entre las Bases de Datos

Las bases de datos relacionales son apropiadas para las aplicaciones que requieren flexibilidad en sus estructuras de datos y para acceder a partes de la base de

datos. La flexibilidad en las estructuras de datos permite que los datos que son almacenados de manera lógica en grupos de datos similares, puedan ser relacionados entre sí según sea necesario, de una mejor manera que si se manejara una estructura sencilla. La flexibilidad en el acceso de a las partes de las bases de datos permite a la base de datos proporcionar el dato exacto que el usuario requiera en el formato más apropiado para ser mostrado. (Keller W. y Coldewey J., 2001).

Las bases de datos relacionales limitan la replicación de los datos al almacenar toda la información perteneciente a un elemento en particular en un mismo lugar y después vincular esta colección de información con objetos relacionados a la misma, no hay necesidad de guardar los datos del elemento original en diferentes lugares.

Al guardar los datos relacionados con un objeto en un lugar simple, hay más probabilidad de que los datos puedan ser almacenados o utilizados de manera incompleta o incorrecta. En las bases de datos relacionales es más fácil manejar la inconsistencia de los datos. (Business Collaborator, 2003)

Los usuarios de los datos almacenados en las bases de datos

relacionales no tienen por qué preocuparse por la estructura de los datos, esto permite al diseñador de la base de datos optimizar el almacenamiento de los datos mientras son presentados al usuario en un formato que ellos necesiten. Se puede acceder a información específica de varias tablas y de esta manera generar una nueva, lo cual será presentado ante el usuario sin que este sepa cómo y dónde está almacenada esa información (Business Collaborator, 2003).

No es necesaria la experiencia para que un usuario pueda obtener información de una base de datos, de la misma manera, diferentes componentes de los datos pueden recibir mantenimiento por diferentes personas, así, la actualización de los datos puede ser realizada por más de una persona, sin afectar la estructura de los datos. Una base de datos relacional bien diseñada puede proporcionar el almacenamiento adecuado de los datos y recuperación de la información durante largos periodos de tiempo. (Business Collaborator, 2003)

Las bases de datos relacionales constan de buena seguridad, una base de datos relacional soporta los permisos de acceso, lo cual le permite al administrador de la base de datos permisos de implementación así como permisos para los accesos a la información que existe en las

tablas de la base de datos. Una base de datos relacional maneja el concepto de usuarios y derechos de usuario, lo cual cubre con las necesidades de seguridad. Las relaciones son asociadas con los privilegios. (Oak M., 2008).

Según Yao-Wen Tu, una de las problemáticas de las bases de datos relacionales, es la falta de capacidad para manejar aplicaciones gráficas, las cuales envuelvan imágenes, o tipos de datos especiales, así como aplicaciones que manejen datos complejos interrelacionados (Tu Y., 2003).

Dentro de las bases de datos orientadas a objetos existen ciertos aspectos que la hacen una opción viable de utilización durante la elección de un tipo de bases de datos, uno de ellos es que el diseñador puede especificar la estructura de los objetos de la base de datos, así como las operaciones que se le pueden aplicar a dichos objetos, esto implica que la manipulación de los datos dentro de los objetos se pueda realizar de una manera rápida y sencilla. (Metz et al., 2004)

Otro aspecto que es muy importante resaltar dentro de este tipo de base de datos es la flexibilidad y el soporte para el manejo de datos complejos (Bichindaritz., 2005). Estas dos características pueden

proporcionar la oportunidad de añadir una subclase sin tener que volver estructurar la base de datos cuando se tengan que hacer modificaciones en el diseño de la base de datos. Mediante la herencia, dicha subclase recibirá los atributos de la clase maestra, y dentro de esa subclase se podrán declarar nuevos atributos así como métodos adicionales que cubran con las necesidades de los cambios realizados sin afectar la estructura de toda la base de datos. (Benítez *et al.*, 2002).

El manejo de los datos complejos dentro de las bases de datos orientadas a objetos es de manera rápida y dinámica, al proporcionar la capacidad de manejar datos tanto alfanuméricos como datos en formato de voz o sonido, así como dibujos o diagramas, lo cual representa una ventaja dentro de su utilización, esto se debe a que dentro de la estructura de las bases de datos se da mediante referencias o apuntadores entre los objetos para comunicarse de una forma más eficiente.

El manejo de apuntadores para la comunicación entre objeto genera que las bases de datos orientadas a objetos pasen más rápido de un objeto a otro, reduciendo en gran medida la recuperación de los datos relacionados entre sí, ya que todos los datos

se encuentran agrupados en un mismo lugar (Benítez *et al.*, 2002).

Es necesario mencionar ciertos aspectos negativos de este tipo de bases de datos ya que al ser una tecnología de reciente aplicación aun se trabaja en la corrección de esos detalles. El primer aspecto en el que se tiene que hacer mención es que al ser una tecnología nueva, presenta un grado de inmadurez dentro del mercado, esto viene a presentar diversos fallos en el momento de la implementación dentro de un sistema, así como falta de compatibilidad entre un sistema de manejo de datos orientado a objetos y otro.

De igual forma esta inmadurez representa una baja presencia dentro del mercado. Otro aspecto importante que se debe de ver dentro de estas bases de datos es la falta de estándares dentro del desarrollo de bases de datos orientadas a objetos, aunque este punto ya es visto por el grupo manejador de objetos (OMG), una organización internacional de proveedores de sistemas de información y usuarios, la cual está dedicada a impulsar estándares para la realización de aplicaciones orientados a objetos. (Benítez *et al.*, 2002).

Al ser establecida una nueva tecnología es necesaria la aceptación de que dicha tecnología desarrollará ciertos

problemas, lo cual eventualmente se estará solucionando, y ya después de esto, se irán adquiriendo todos los beneficios que se esperan de este tipo de bases de datos.

Si se cuenta con grandes grupos de documentos de XML para manejar, las bases de datos de XML tienen algunas ventajas reales que pueden hacer que valga la pena evaluar la gama de productos que existen en la actualidad dentro de las bases de datos de XML.

Dentro del documento *Managing XML data: native XML databases*, Elliot Rusty Harold (Harold, 2005) menciona algunos beneficios de la utilización de las bases de datos nativas de XML, los cuales son importantes ya que se realiza el análisis con respecto a los otros tipos de bases de datos.

Una de las ventajas más importantes y que muy comúnmente es pasada por alto, de las bases de datos nativas de XML es que mantiene todo el contenido de un documento en una búsqueda fácil, en un lugar fácil de administrar. No es necesario preocuparse por los grupos de nombres de archivos, o por la estructura de los directorios, ya que todo se encuentra en la base de datos. Todo lo que se tiene que hacer para extraer la información de una

base de datos de XML es realizar una consulta.

Hoy en día mucha información crítica es guardada en documentos de Microsoft Word y en hojas de cálculo de Excel, la mayoría de esa información puede ser almacenada en forma centralizada, en un repositorio de bases de datos de apoyo. Al almacenar esta información en un repositorio, hace posible encontrar la información cuando se necesite, también, por este medio, se habilita la posibilidad de manejar respaldos y sistemas redundantes. Esto puede beneficiar a las compañías evitando la pérdida de proyectos al ser borrados por error.

Una ventaja relacionada con el almacenamiento de los datos en una base de datos de XML es que al ser almacenados en estas, un mismo contenido puede ser visto de diferentes formas, esto de acuerdo a las necesidades del usuario. Si bien no es una característica particular de las bases de datos de XML, dentro de este tipo de base de datos se tiene la ventaja que el resultado final de una consulta de XML genera un documento particular, a diferencia de otros tipos de bases de datos que tienen que utilizar herramientas particulares para poder generar dichos documentos.

La principal ventaja dentro de las bases de datos de XML es el desempeño. Las consultas desarrolladas sobre una base de datos nativa de XML bien diseñada y bien implementada, son más rápidas que las consultas hechas sobre otros tipos de base de datos. Una de las razones para que las consultas sean desarrolladas con rapidez es que la base de datos puede realizar cualquier método de indexación para que trabaje de una manera más rápida.

Así por ejemplo, puede mantener una tabla que contenga todos los valores de identificación en un documento, y de esta manera puede saltar directamente al elemento con el número de identificación específico, en vez de tener que buscar en cada parte del documento hasta encontrarlo, como es el caso de algunas herramientas para manejo de XML. Otro punto por el cual las bases de datos de XML tienen un buen desempeño es debido a que este tipo de base de dato pre-analiza cada documento cuando va a ser almacenado, de esta manera, no necesita revisar cada documento cuando se realiza una consulta, o crear un modelo de objetos que represente el documento a consultarse.

Las bases de datos de XML tienen la capacidad de manejar grandes documentos, esto es debido a que este tipo de base de

datos contiene una característica de respaldo de documentos, algunas herramientas de XML realizan respaldos de un documentos una vez que este llega a un tamaño específico, esto hace que la base de datos trabaje de una forma normal, y no afecta en el rendimiento.

Cabe mencionar una ventaja específica de las bases de datos nativas de XML, esta es, que se tiene la capacidad de recuperar el documento original, carácter por carácter, cuando este sea requerido. Los cual es una característica importante en negocios donde es necesario reproducir el documento original.

Al igual que los otros tipos de bases de datos mencionados, las bases de datos de XML tienen ciertas desventajas, entre las que sobresalen las siguientes:

Debido a que las bases de datos de XML son un tipo de base de datos muy nuevo, no se cuenta con mucha experiencia dentro del ramo, por lo cual muchos de los sistemas son experimentales o limitados.

Ya que es una tecnología nueva, el lenguaje que se utiliza dentro de este tipo de base de datos no es muy sencillo de aprender, por lo cual muchos de los desarrolladores de sistemas toman la iniciativa de utilizar un lenguaje ya conocido, como lo es SQL. (Aerts, 2003)

De acuerdo a las características que se mostraron de cada una de las bases de datos estudiadas, se hizo necesario analizar cada una de estas bases de datos en relación con el tipo de documentos que se iban a utilizar dentro del repositorio de objetos de aprendizaje.

Repositorios y objetos de aprendizaje

Fue de gran importancia durante el estudio dirigir la investigación en relación a los repositorios de objetos de aprendizaje, ya que es en este entorno donde será aplicada la base de datos seleccionada acorde a este estudio.

Los objetos de aprendizaje que fueron de interés dentro esta investigación son aquellos relacionados con el área educativa. Como se mencionó anteriormente un objeto de aprendizaje, se presenta primordialmente de manera digital, contando con la característica de que puede ser utilizado cuantas veces sea necesario para los usuarios, sin que pierda la razón de su creación. De igual forma, dentro de los objetos de aprendizaje existe un elemento de primordial importancia, el cual se utiliza para describir el esquema que va a utilizar el objeto de aprendizaje una vez que es diseñado, este elemento es conocido como metadato.

El propósito que tiene la utilización de los metadatos es el facilitar y mejorar la recuperación de la información. Un objeto de aprendizaje está formado por un conjunto de esquemas de metadatos, los cuales son creados para describir, de una manera estandarizada, objetos de información, para que, de esta manera, puedan ser utilizados por diferentes usuarios y aplicaciones. El esquema proporciona un modelo estructural de cómo está representada los objetos de información dentro del documento (Taxonomy guide, (Sin fecha)).

Los esquemas de metadatos son necesarios dentro de los objetos de aprendizaje, ya que sin ellos se convertirían en documentos planos, de los cuales sería difícil la búsqueda de información. Es por esto que ambos se conforman por una característica similar, el uso del lenguaje de XML para su aplicación.

De acuerdo al estándar de metadatos en objetos de aprendizaje escrito por el Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), se define el uso de XML como lenguaje estándar para la creación de esquemas de metadatos de objetos de aprendizaje, a su vez estos metadatos deben de estar almacenados en un solo archivo, este archivo debe ser adjuntado a los objetos

de aprendizaje, o debe de encontrarse disponible con el propósito de localizar y recuperar los objetos de aprendizaje (Downes, 2003).

De esta manera XML forma parte fundamental dentro de los repositorios de objetos de aprendizaje, ya que es la base para la creación de los mismos. Es por este aspecto que se debió detallar acerca del almacenamiento de XML dentro de las bases de datos relacionales así como las bases de datos orientadas a objetos. Cabe mencionar que las bases de datos nativas de XML no fueron estudiadas en este aspecto ya que, de acuerdo a sus características, proporcionan el ambiente idóneo para el almacenamiento de XML, sin embargo fue necesaria su comparación con respecto a los otros tipos de bases de datos estudiados para así determinar cuál debía ser aplicada dentro del repositorio de objetos de aprendizaje.

Almacenamiento de XML en bases de datos relacionales

En la actualidad las bases de datos relacionales tienen la capacidad de almacenar documentos en lenguaje de XML, esto es debido a que se han ido creando extensiones de los programas ya existentes para poder soportar dicho almacenamiento. Este almacenamiento trae

algunas ventajas, las cuales hacen viable su utilización dentro de un repositorio de objetos de aprendizaje.

Una ventaja dentro de las bases de datos relacionales es que esta tecnología cuenta con muchos años de experiencia, esto hace que sea una tecnología confiable que los sistemas que existen en la actualidad sean sistemas sólidos y maduros.

Otra de las ventajas importantes de las bases de datos relacionales en relación con el lenguaje de XML es la posibilidad de que datos semi-estructurados y tradicionales, puedan coexistir y ser utilizados por múltiples aplicaciones, ya que al ser almacenados los documentos en una tabla relacional, es más fácil procesar consultas complejas dentro de las bases de datos y con más rapidez. (Jinghao, 2004)

De igual forma, las bases de datos relacionales tienen algunas desventajas con respecto al almacenamiento de documentos de XML, estas desventajas pueden dificultar de manera amplia el almacenamiento y manejo de dichos datos.

La principal desventaja con respecto a las bases de datos relacionales es que, para poder almacenar un documento de XML en dichas bases de datos, es necesario convertir el documento a un esquema relacional, esto quiere decir, que cada documento tiene que

ser dividido en discretos componentes, para después ser almacenado en cada uno de los campos de las tablas de una base de datos. Si este procedimiento no se maneja con cuidado, se pueden generar problemas de integridad en los datos (Schaffner, 2003).

A su vez al momento de extraer un documento de XML de la base de datos relacional, tiene que re-ensamblarse los componentes que fueron divididos, y de esta manera poder obtener de nuevo el documento con anterioridad almacenado, lo cual resulta un procedimiento complejo ya que dentro de un documento de XML pueden repetirse los elementos.

Almacenamiento de XML en bases de datos orientadas a objetos

El Internet ofrece un medio para transportar objetos de una aplicación a otra aplicación, sin embargo, los datos deben ser guardados en un almacén de datos, recuperados por una aplicación, manipulados en el dominio de la aplicación, transportados dentro de la Internet por otra aplicación, extraídos dentro de la aplicación, manipulados de nuevo, y después guardados en un almacén.

Los datos pueden ser también procesados y/o modificados en algunas otras partes dentro de este proceso, en consecuencia, los datos tienen que ser

transformados en diferentes formatos dentro de algunas de estas estaciones. Los almacenes suelen ser bases de datos relacionales, esto debido a que, como se menciono con anterioridad, es la base de datos más comercial actualmente.

Debido a que las bases de datos relacionales almacenan los datos en tablas planas, no son consideradas las adecuadas para la manipulación de dichos datos. Ya que los datos por si mismos pueden ser expresados en una forma de estructura compleja. En el lenguaje orientado a objetos la manipulación es mucho más eficiente, expresando los datos como objetos con diversas características, las cuales fueron mencionadas anteriormente dentro de este documento, para mantener las relaciones entre objetos. Cuando los datos dentro de un ambiente orientado a objetos persisten en un formato de tablas planas, las relaciones jerárquicas entre los objetos no se conservan, haciendo que la recuperación y la persistencia de los datos sea una tarea compleja (XML news desk, 2000).

Las bases de datos orientadas a objetos son una buena opción para manipular los datos ya que estas los almacenan en forma de objetos, manteniendo la relación entre los objetos. Una base de datos orientada a objetos

trabaja bajo la suposición de que las bases de datos deben almacenar los objetos que sean copiados directamente de los objetos que fueron definidos en el lenguaje de programación usado para escribir la aplicación. Estos sistemas están basados en un modelo de objetos que mantenga la relación jerárquica entre los objetos, dejando el tipo de dato y ofreciendo una traducción de los objetos para que puedan ser guardados en la base de datos (XML news desk 2000).

De igual forma que las bases de datos relacionales, las bases de datos orientadas a objetos cuentan con pocos años de experiencia en la aplicación del lenguaje

de XML, por consiguiente, no se cuenta con la madurez necesaria para el manejo de los documentos en este lenguaje, esto también ha hecho que existan pocos sistemas que incluyan el lenguaje de XML para el manejo y almacenamiento de los datos. (Jinghao, 2004)

Después de haber realizado la comparación de las características los 3 tipos de bases de datos a estudiarse, así como la forma en que estas bases de datos almacenan información en lenguaje de XML, se representa en la tabla 1 una comparación entre las características similares en las bases de datos.

Tabla 1. Comparación de las Bases de datos

	Bases de datos relacionales	Bases de datos orientadas a objetos	Bases de datos nativas de XML
ALMACENAMIENTO			
Almacenamiento de datos alfanuméricos	x	x	x
Almacenamiento de datos complejos		x	x
Almacenamiento de datos de XML	(Utilizando herramientas diseñadas para su almacenamiento)	x	x
Tipo de almacenamiento	Tablas	Objetos	Documentos
RENDIMIENTO			
Consistencia a sobrecarga		x	x
Consistencia en concurrencia	x	x	x
Velocidad de procesamiento de consultas	Lenta a consultas complejas		Rápido
SEGURIDAD			
Autenticación	x	x	x
Autorización	x	x	x
Confidencialidad	x	x	x
ADMINISTRACION			
Extensibilidad		x	x
Interoperabilidad	x	x	x
Compatibilidad	x		x
Escalabilidad		x	x
Simplicidad	x	x	x

Conclusión

Los repositorios de objetos de aprendizaje han sido resaltados como una alternativa ante la problemática de que la información contenida en los objetos de aprendizaje es cambiante, pretendiendo crear objetos de aprendizaje, mediante un lenguaje estándar. Dicho lenguaje se ha definido como el lenguaje de XML. Las bases de datos relacionales son una opción cuando se pretende almacenar datos alfanuméricos, éste tipo de base de datos de igual manera pueden almacenar XML, sin embargo, se tiene que seguir un procedimiento un tanto complicado, esto puede resultar en dificultades al momento de intentar recuperar el documento, así como en la lentitud del sistema a la hora de realizar una consulta.

Tanto las características de las bases de datos orientadas a objetos como las características de bases de datos de XML son dos opciones importantes para el almacenamiento de un objeto de aprendizaje, las bases de datos orientadas a objetos presentan un diseño que se hace ideal para el manejo de los objetos en su formas nativa, de igual forma permiten el manejo jerárquico, el cual es muy importante dentro de la estructura de XML, ya que esto define la forma en la

que está compuesto el documento. Es también importante destacar que las bases de datos orientadas a objetos cuentan con una interrelación en sus datos y datos con longitud variable, lo cual es un detalle crítico ya que XML maneja varios tipos de datos vinculados dentro del contenido de su estructura, sin embargo, la desventaja principal de este tipo de base de datos es la posibilidad de generar una incompatibilidad entre el sistema que maneje la base de datos y el modelo que sea utilizado para almacenar el documento, esto debido a que se presenta el modelo de datos en un LOO.

De igual forma las bases de datos de XML al contar con una estructura netamente nativa de XML, facilita tanto la consulta como el almacenamiento de los documentos de XML, no es necesario la utilización de ninguna aplicación que interprete el tipo de datos, así como también el manejo de los documento en estas bases de datos se hace de una manera sencilla, lo que proporciona rapidez en las consultas. El modelo de datos dentro es definido dentro del documento, por lo cual, al ser el documento en lenguaje de XML, no crea conflicto alguno con el sistema que se vaya a utilizar para el manejo de la base

de datos. Son sin duda alguna, de acuerdo a los resultados obtenidos de esta investigación, las bases de datos de XML la opción idónea para utilizarse dentro del repositorio de objetos de aprendizaje.

Las bases de datos de XML proporcionarían al repositorio sencillez en su almacenamiento de objetos, facilidad de entendimiento para sus consultas, así como rapidez para realizar consultas, recuperar documentos en su totalidad, y ampliar su capacidad de almacenar nuevos objetos, todo esto sin la necesidad de tener que volver a realizar un procedimiento largo y complicado, arriesgando la pérdida de la información, o la integridad de un documento.

Referencias

Aerts, J. 2003. *Bases de Datos Nativas XML*. Recuperado el 15 de abril del 2009, de <http://www.xml4pharma.com/XMLDB/index.html>.

Benítez, R. & Roa, I. & Romero D. 2002. *Bases de datos orientadas a objetos*. Recuperado el 7 de abril del 2009, de <http://www.dei.uc.edu.py/tai2002/BDOO/ventoo.htm>.

Bichindaritz, I. 2005. *Object-oriented databases*. Recuperado el 7 de abril del 2009, de http://courses.washington.edu/tcss445/tcss445A_16.ppt#34.

Business Collaborator 2003. *Introduction to the relational database tool*. Recuperado el 2 de abril del 2009, de <http://dev-odbc.groupbc.com/bchelp/sec-8-0.html>.

Oak, M. 2008. *Advantages of relational databases*. Recuperado el 2 de abril del 2009, de

<http://www.buzzle.com/articles/advantages-of-relational-databases.html>

Downes, S. 2003. *Learning objects standards*. Recuperado el 23 de abril del 2009, de: http://community.flexiblelearning.net.au/GlobalPerspectives/content/article_4503.htm.

Guadalupe, E. 2000. *Repositorios de información*, Tesis Recuperado el 24 de febrero del 2009, de:

<http://www.fismat.umich.mx/~elizalde/tesis/node7.html>.

Harold, E. 2005. *Managing XML data: native XML databases*. Recuperado el 15 de abril del 2009, de <http://www.ibm.com/developerworks/xml/library/x-mxd4.html>.

Jinghao, L. 2004. *XML database- the future way to save your data !?*. Recuperado el 14 de abril del 2009, de http://www.cie-sea.org/2004Spring/XML_database.ppt#21.

Keller, W. & Coldewey, J. 2001. *Relational database access layers a pattern language*. Recuperado el 2 de abril del 2009, de:

http://www.objectarchitects.de/ObjectArchitects/papers/Published/ZippedPapers/plop_relzs05.pdf

Metz, M., Kumaresan, P., Gavinlertvatana, N., Keow, K. and Ramachandran, P. 2004. *Object oriented databas*. Recuperado el 7 de abril del 2009, de:

<http://www.ieor.berkeley.edu/~goldberg/courses/F04/215/215-OODB.ppt#7>.

Schaffner, B. 2003. *Clearing the confusion about xml databases*. Recuperado el 4 de marzo del 2009, de:

http://articles.techrepublic.com.com/5100-22_11-5075453.html?tag=rbxccnbt1.

Taxonomy guide Glossary (Sin fecha). Recuperado el 23 de abril del 2009, de:

<http://plc.fis.utoronto.ca/tgdemo/Glossary.asp>.

Tu, Y. 2003. *Object-relational DBMSs*. Recuperado el 2 de abril del 2009, de <http://www.cs.sjsu.edu/~lee/cs157b/Object-Relational%20DBMSs.ppt>

XML news desk 2000. *XML, RDBMS and OODBMS: peaceful coexistence?* Recuperado el 14 de abril del 2009, de <http://xml.sys-con.com/node/40047>.