

Interoperabilidad en los Sistemas de Información Documental (SID): la información debe fluir¹

Laureano Felipe Gómez*

RESUMEN

Un elemento vital para el desarrollo de la sociedad de la información, es el intercambio y cooperación oportuna, efectiva y automática de datos, información, documentos y objetos digitales entre los sistemas de información. Actualmente existen multitud de normas y estándares nacionales e internacionales para el desarrollo de los procesos antes mencionados (NISO, ANSI, ISO); también se han creado nuevas propuestas y proyectos desarrollados principalmente por las federaciones y redes internacionales de Bibliotecología (IFLA, ALA, OCLC, LOC, etc.), los cuales buscan llegar a este intercambio y cooperación conocido como **interoperabilidad**. En este artículo se busca presentar definiciones, propuestas y metodologías de interoperabilidad que buscan integrar los contenidos presentes en los diversos sistemas de información documental existentes y analizar el rol que juegan las bibliotecas, las cuales son los albergues del conocimiento académico universal.

Palabras clave: interoperabilidad, Sistemas de Información Documental, Protocolo Z39.50, Open Archives Initiative (OAI), SRU, SRW, metadatos.

INTER OPERABILITY IN DOCUMENT INFORMATION SYSTEMS: INFORMATION MUST FLOW

ABSTRACT

A vital element to develop the information society is the interchange and opportune, effective and automatic cooperation of data, information, documents and digital objects among information systems. Currently there are a huge amount of regulations and national and international standards to develop the processes previously mentioned (NISO, ANSI, ISO). There are also new proposals and projects mainly developed by federations and international networks of Library Studies (IFLA, ALA, OCLC, LOC, etc.), which want to reach this interchange and cooperation known as **inter operability**. This article intends to present definitions, proposals and methodologies of interoperability to integrate contents in diverse existing information systems and to analyze the role of libraries, which have been considered the refuge of universal academic knowledge.

Key Words: interoperability, Information systems, Protocolo Z39.50, Open Archives Initiative (OAI), SRU, SRW, metadata.

¹ Artículo generado bajo el proyecto de investigación titulado: Interoperabilidad en los sistemas de información documental: Desarrollo de modelos para el uso en las bibliotecas universitarias colombianas pertenecientes a Renata.

* Docente- Investigador - Facultad Sistemas de Información y Documentación - Universidad de La Salle.
Correo electrónico : felipe.gomez3@gmail.com

Fecha de recepción: enero 23 de 2007.

Fecha de aprobación: enero 30 de 2007.

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

Actualmente los Sistemas de Información hacen parte integral en nuestra vida cotidiana. Ellos se encuentran en todas las organizaciones y en los recursos en los que participamos; mientras éstos se encuentren apoyados por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Existen muchas y variadas aproximaciones al concepto de sistema de información, entre ellas vale la pena destacar:

- ◆ Un Sistema de Información puede definirse como “un conjunto de componentes interrelacionados que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir información para apoyar la toma de decisiones y el control de una organización. Igualmente apoya la coordinación, análisis de problemas, visualización de aspectos complejos, entre otros aspectos” (Laudon y Laudon, 2000).
- ◆ Definimos el sistema de información como un conjunto de elementos ordenadamente relacionados entre sí de acuerdo con unas ciertas reglas que aporta al sistema objeto (es decir, a la organización a la cual sirve y que le marca las directrices de funcionamiento) la información necesaria para el cumplimiento de sus fines, para lo cual tendría que recoger, procesar y almacenar datos, procedentes tanto de la misma organización como de fuentes externas, facilitando la recuperación, elaboración y presentación de los mismos (De Miguel y Piarrini, 1993).
- ◆ Un sistema de información contiene información de sus procesos y su entorno. Como actividades básicas producen la información que se necesita: entrada, procesamiento y salida. La retroalimentación consiste en entradas devueltas para ser evaluadas y perfeccionadas. Proporciona la información necesaria a la organización o empre-

sa, donde y cuando se necesita. Tipos: transaccionales, de apoyo a las decisiones y estratégicos (Wikipedia, 2006).

De esta forma podemos entender que, cualquier desarrollo informático que involucre un procesamiento de datos e información, y que apoye a las organizaciones en la optimización, mejoramiento y desarrollo de sus procesos puede ser considerado un sistema de información. En la práctica existen muchísimas variantes de esos sistemas de acuerdo al tipo de proceso que se desea trabajar al interior de las organizaciones.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Podemos considerar un Sistema de Información Documental (SID) como un tipo especial de sistema de información en el que el propósito principal es generar información útil a una necesidad específica de información suministrada por un usuario, con el fin de producir nuevo conocimiento. La información generada por el sistema de información documental se representa mediante documentos que son manejados por el sistema como objetos de información digital. Estos incluyen varias características específicas aparte del documento en sí, tal como los metadatos y la identificación digital asociada a cada documento. En otro contexto podemos decir que “los Sistemas de Información Documental (SID) son un tipo de sistema de información con características particulares, en las que destacan las funciones de representación y de comparación” (Fernández, 2003).

Los SID no modelan sistemas objeto que desarrollan actividades, sino sistemas objeto que constituyen depósitos interesantes de conocimiento representados mediante documentos. Según Codina un sistema de formación documental se puede caracterizar por los siguientes parámetros (Codina, 1996):

- 1- Acepta como entrada documentos cognitivos y necesidades de información.
- 2- Genera personas informadas como salida.
- 3- Su proceso de transformación se identifica con un subsistema de recuperación de información capaz de representar documentos y necesidades de información, comparar ambos y generar, como resultado, documentos probabilísticamente relevantes, de tal manera que su consulta permita la satisfacción de las necesidades de información expresada por los usuarios del sistema.

De los parámetros anteriores, podemos asimilar que una de las funciones básicas que poseen los SID, corresponden con las características particulares de un sistema de recuperación de información.

Los SID actuales manejan gran variedad de datos e información no sólo en el contexto de las bases de datos, también en el manejo de distintos formatos y tipologías documentales complejas. Es preciso conocer que una base de datos no hace al sistema de información, porque cuando se define la estructura del sistema de información en la base de datos, no tiene que limitarse única y exclusivamente a los tipos y variables de datos ofrecidos, adicionalmente se tiene que modelar dentro o fuera de esta todos los distintos formatos de archivo en los que se almacenan los documentos (DOC, XLS, AVI, SWF, MPEG, JPEG, etc.) y su interacción con el usuario (documentos, multimedia, vídeo, audio, animación, u ofimáticos).

HETEROGENIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

La heterogenización se puede definir como la diversidad de los sistemas de información en términos de: lengua, datos, metadatos, información, documentos,

protocolos, tecnologías, repositorios, codificación de caracteres, naturaleza de los datos (estructurado, semi-estructurado y no estructurado, junto a los documentos multimediales), así como características del usuario, sus preferencias, y sus capacidades Abiteboul; Buneman y Suciu, 1999).

El problema de la heterogenización está en la disparidad de los sistemas informáticos de gestión además de la información y documentos contenida. Estos sistemas de información fueron diseñados generalmente para atender necesidades particulares de gestión sin seguir ninguna norma o estándar, así mismo se refleja en la forma de interactuar en Internet (administradores de contenido CMS, *Blogs*, *Wikis*, Foros, *Chat*, Portales, administradores documentales DMS, sistemas de información bibliográfica, etc.), Debido a esto vemos una gran dificultad en que los sistemas de información se puedan interconectar y dialogar transparente y automáticamente sin la intervención humana que les permita compartir su información y documentos plenamente. “Existe un problema profundo a nivel interno de heterogenización de productos de *hardware* y *software*, además de la forma de ingreso de la información (niveles de catalogación), ya que existen muchos datos repetidos, dispares y contradictorios si comparamos cada sistema existente ” (Gómez, 2005).

Pese a lo anterior, existe un gran interés en las bibliotecas y los productores de información académica en las universidades, para compartir su información mediante la integración de sus sistemas y catálogos bibliográficos con el ánimo de fortalecer sus colecciones y servicios de información y esperando obtener mayor visibilidad e impacto principalmente en Internet, por ejemplo: “los bibliotecólogos asumen que una copia de casi cada libro impreso reside en por lo menos una biblioteca o archivo en alguna parte en el mundo, y ellos sienten que como especialistas de información lo deben poder encontrar fácil y rápidamente” (Cole, 2003).

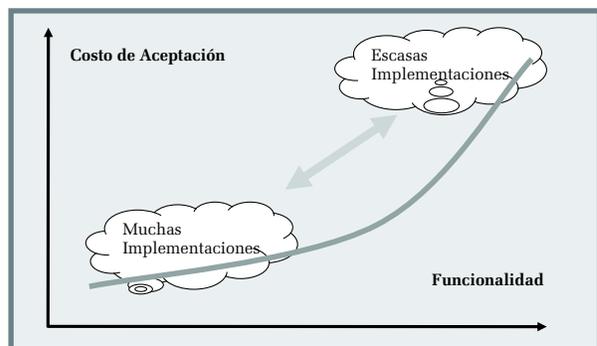
Podemos distinguir varios tipos de heterogenización en los sistemas de información documental como son:

- ◆ **Heterogenización semántica:** ocurre generalmente cuando un mismo dato o información tiene representaciones diferentes en varios sistemas de información, por ejemplo varios sistemas de información pueden manejar un campo de identificación de un documento que para otro significará la ubicación del mismo en un espacio físico o virtual.
- ◆ **Heterogenización sintáctica:** la heterogenización sintáctica se puede observar en la representación de las ecuaciones de consulta y recuperación de información y documentos en un sistema información frente a otro. Aunque existen varias alternativas de normalización no hay un acuerdo o estándar común que las agrupe a todas y cada sistema de información para implementar el modelo que mejor les convenga.
- ◆ **Heterogenización de las aplicaciones:** (Martínez, *et al.*, 2000) la causa de heterogeneidad puede estar en el tipo de aplicaciones, el modo de tratar los datos (de los sistemas de gestión de bases de datos a las herramientas de recuperación de información textual), y en las plataformas o lenguajes de implementación en la que fueron desarrollados.
- ◆ **Heterogenización de los datos y tipos de archivo:** este tipo de heterogeneidad se debe principalmente a los distintos tipos de datos y archivos que manejan los sistemas de información documental, por ejemplo todo sistema de información documental maneja y valida a sus usuarios de diferentes formas y utilizando distintos mecanismos de autenticación, por lo tanto los datos codificados de un usuario en un sistema informa-

ción muy probablemente no le servirán en otros. Así mismo no existe uniformidad sobre un tipo de archivo específico para almacenar documentos (doc, txt, xls, pdf, etc.) y que se pueda compartir entre diversos sistemas.

Cuando se desarrollan o se adquiere un sistema información en una organización siempre se busca obtener la mejor funcionalidad en el área específica del problema a solucionar al menor costo; sin embargo pocas veces se piensa en cómo este sistema de formación puede interactuar con otros sistemas tanto al interior de la organización como con otras organizaciones. La solución óptima sería que todos desarrollaran o adquirieran un único sistema información, de este modo no habría problemas al intercambiar (exportar), integrar (importar) o buscar información. Sin embargo esto no es la realidad, y para poder realizar lo anterior se requiere que todos los sistemas adquiridos o desarrollados manejen los mismos estándares. La adopción de estándares comunes puede proveer niveles óptimos de interoperabilidad; no obstante esto no se desarrolla debido al alto costo de implementación de estos (*hardware, software, personal, tiempo*), lo cual genera una curva de adopción de estándares en la casa de involucrados los costos de implementación contra la funcionalidad obtenida:

FIGURA 1. COSTO DE ACEPTACIÓN DE ESTÁNDARES Vs. FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.



INTEROPERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Existen muchísimas definiciones y acepciones del concepto de interoperabilidad (término a menudo traducido como interoperabilidad, del inglés *interoperability*) que van desde el manejo ferroviario y de transportes, pasando por la política internacional hasta llegar al campo de los sistemas de información. El diccionario Oxford define el concepto “**Interoperable**” a partir de sus raíces etimológicas como²:

- ◆ **inter** – “junto; entre o entre sí mismos; uno con otro”.
- ◆ **operable** - “capaz de ser logrado; capaz realmente de ser utilizado” .

La interoperabilidad nace a partir de la evolución de las tecnologías de información y comunicación y del auge de los sistemas de información, en el que se busca diferenciar e ir mucho más allá del concepto manejado por la bases de datos. Este concepto se ha incorporado en muchas perspectivas, tal como lo señala Paul Miller la interoperabilidad se puede manejar en los siguientes entornos: técnico, semántico, político, humano, legal, íter-comunitario e internacional. Incluso en Wikipedia definen la interoperabilidad como: “una propiedad que puede predicarse de sistemas de naturaleza muy diferente, como pueden ser los sistemas informáticos, o los ferroviarios”.³ Sin embargo, uno de los pioneros en hablar de ese término en el contexto de los sistemas de información fue Lynch Cliford, el cual lo describió como: “la habilidad de una máquina (...) para interactuar provechosamente con otras máquinas de manera casual y automática, esto sin planeación o negociación

previa entre las organizaciones que operan estas máquinas”, (Lynch, 1993) mientras que Preston & Lynch la definen como: “los componentes de cualquier sistema (...) que se comunican con otro de forma efectiva y correcta, y permite ofrecer servicios al usuario”. (Preston y Lynch, 1994) Otras definiciones comúnmente aceptadas incluyen:

- ◆ Interoperabilidad es la posibilidad de que distintos tipos de ordenadores, redes, sistemas operativos, y aplicaciones trabajen juntos de forma eficaz, sin comunicación previa, de tal forma que puedan intercambiar información de manera útil y con sentido. Hay tres aspectos que se deben tener en cuenta en la interoperabilidad: semántica, estructural y sintáctica.⁴
- ◆ La interoperabilidad es la capacidad de sistemas múltiples con diversas plataformas del hardware y del *software*, estructuras de datos e interfaces, para intercambiar datos con la pérdida mínima de contenido y de funcionalidad (Niso, 2006).
- ◆ La interoperabilidad está relacionada con la posibilidad de que los sistemas de las Administraciones Públicas trabajen juntos de forma satisfactoria y productiva independientemente de la tecnología o la aplicación que se utilice, o qué proveedor ha suministrado el sistema subyacente (Microsoft, 2006).
- ◆ El acta de gobierno electrónico (e-Government) de los EE.UU. del año 2002 define la interoperabilidad como “la capacidad con la que comunican e intercambian datos diferentes sistemas operativos y de software, aplicaciones, y servicios de una manera exacta, eficaz y consistente” (United States Government Accountability Office, 2006).

² Concise Oxford Dictionary (9th Ed.)

³ Véase: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Interoperabilidad>>

⁴ Tomado de: glosario DCMI <<http://es.dublincore.org/documents/usageguide/glossary.shtml>>

- ◆ De la misma forma, el Acta de Derechos de Autor de Milenio Digital de EE.UU. (DMCA) del año 1998 define la interoperabilidad como “la capacidad con la que programas de ordenador intercambian información, así como la de utilizar mutuamente esa información que ha sido intercambiada entre ellos” (WIPO, 2006).
- ◆ Así mismo, el Marco Europeo de Interoperabilidad, una iniciativa para facilitar la interoperabilidad de servicios y sistemas a nivel pan-europeo, define la interoperabilidad como “la capacidad de los sistemas de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y de los procesos de negocio que soportan, para intercambiar datos y compartir información y conocimientos” (Consejo Superior de Informática de la Comisión Europea, 2006).

Después de analizar todos los conceptos anteriormente expuestos y utilizando una aproximación basada en el contexto de las bibliotecas digitales y los Sistemas de Información Documental, podemos definir la interoperabilidad como: **“la capacidad de un sistema de información de comunicarse y compartir datos, información, documentos y objetos digitales de forma efectiva (con una mínima o nula pérdida de su valor y funcionalidad), con uno o varios sistemas de información (siendo generalmente estos sistemas completamente heterogéneos, distribuidos y geográficamente distantes), mediante una interconexión libre, automática y transparente, sin dejar de utilizar en ningún momento la interfaz del sistema propio”**. Es importante considerar que aunque se puede lograr la interoperabilidad utilizando modelos propietarios creados por los desarrolladores de los propios sistemas de información, en el contexto en que se está enfocando ese trabajo; la interoperabilidad para que sea trabajada universal indistintamente por los sistemas de formación debe estar basada en estándares abiertos, de esta forma “una solución informática tendrá futuro porque se podrá comunicar con todo su entorno, o, por el contrario, será meramente pasajera y al fi-

nal tan cara como cualquier moda” (Consejo Superior de Informática de la Comisión Europea, 2006).

De lo anterior podemos deducir que la interoperabilidad en los sistemas de información documental esta asociada primordialmente a las necesidades de: intercambiar (exportar), integrar (importar) y buscar (recuperar). Sin embargo, en el contexto primordial de las bibliotecas se busca solucionar un problema de recuperación de información distribuida, con el fin de interrogar varias fuentes de información de manera simultánea y desde un único sitio donde un usuario podrá realizar dichas búsquedas (MetaBúsqueda).

La interoperabilidad es uno de los retos más grandes de las bibliotecas modernas, que buscan construir una biblioteca universal, donde las colecciones y los servicios son provistos por diferentes organizaciones con distintos sistemas de información documental; en la que la información proviene de variadas fuentes y es procesada de diversas maneras y manejada por múltiples procesos de calidad. El propósito general de la interoperabilidad en el ámbito documental es el de construir una red de sitios académicos y bibliotecas, que permitirían la recuperación mundial dentro de una base de conocimiento heterogénea, independientemente de la localización física de los documentos proporcionados. “Los usuarios no deberían tener que navegar y buscar en varios servidores por separado. Deberían poder acceder a una sola interfaz que pueda conectar a todos los nodos diferentes de la red de los sitios que contienen la información y el conocimiento (bibliotecas)” (Hernández, 2006).

En el contexto general de la Web 2.0, La interoperabilidad puede ser entendida como la base de la Web semántica, que busca la integración de toda una infraestructura tecnológica que permita el intercambio global de conocimiento asistido por máquina y la codificación del significado de la información mediante lenguajes de marcado XML. Para que pueda ser comprendida por las máquinas, esta toma la forma del

concepto de la Web Semántica, tal como lo indica Tim Berners Lee como “una extensión de la Web actual en la que el significado de la información esté bien definido, permitiendo al hombre y las máquinas trabajar en estrecha cooperación” (Berners *et al.*, 2001).

La interoperabilidad se vuelve importante en el contexto de las bibliotecas digitales: diferentes tipos de contenido y servicios a surgir alrededor de varios proyectos alrededor del mundo. Cada servicio provee en mayor o menor medida de manera novedosa el ofrecer al usuario el mejor y abundante contenido posible para acceso inmediato al documento completo. Existen varias razones para querer interoperar los contenidos en los sistemas de información documental:

- ◆ Reducir los costos por compra de material académico a las editoriales.
- ◆ Reducir el ciclo de vida entre el autor y los usuarios finales, para hacer del conocimiento generado.
- ◆ Cubrir la mayor cantidad de áreas del conocimiento.
- ◆ Incrementar el tamaño de mi colección de documentos digitales.
- ◆ Potenciar la investigación al permitir acceder directamente a otros tipos de investigaciones relacionadas.
- ◆ Generar ahorro de costos en las investigaciones evitando la duplicidad de esfuerzos.
- ◆ Integrar las bibliotecas digitales existentes con los mínimos esfuerzos en una biblioteca digital universal.
- ◆ La reubicación de contenidos en diferentes sistemas de información y servidores sería totalmente transparente para el usuario final.

- ◆ Dar soporte a importantes soluciones sociales y políticas, tales como la accesibilidad, la identificación de usuario, la privacidad y la seguridad.
- ◆ Promover la capacidad de elección, la competencia y la innovación.

Debido al gran auge que ha tomado la interoperabilidad principalmente en los sistemas de formación del Estado vemos que algunos de los factores subyacentes para la puesta en práctica de programas de interoperabilidad son:

- ◆ **Servicios orientados al usuario final:** asegurando el despliegue de servicios digitales especializados e información central en el usuario de modo que su utilización mejore realmente el uso de la información por parte de los usuarios.
- ◆ **La eficacia operacional:** en la cual se alinean la mayor cantidad del sistema de información posible con el fin de trabajar más eficazmente el reducir la duplicidad de inconsistencias de información existente y que permita trabajar como una organización colectiva más que como un conjunto de almacenes de información separados.
- ◆ **Asegurando un retorno de la inversión (ROI):** el manejar sistemas interoperables asegura una reducción de costos en el mantenimiento, configuración y actualización de estos. Además permite dado caso la migración gradual, eficiente y evolutiva a nuevas plataformas.

PROTOSCOLOS Y PROYECTOS DE INTEROPERABILIDAD EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

En el aspecto operacional, la interoperabilidad se puede concebir como una base de trabajo (*framework*) desarrollada y ajustada para cada sistema

de información específico que le daría cierta autonomía e “inteligencia” a los sistemas de información. Este *framework* involucra el desarrollo de modelos generales que en la mayoría de los casos incluyen un protocolo y sus especificaciones para ser desarrolladas al interior de los sistemas de información documental. Muchas propuestas y protocolos de interoperabilidad han sido desarrollados, entre ellas vale la pena destacar los siguientes:

- ◆ Z39.50 <<http://www.loc.gov/z3950/agency/resources>>
- ◆ Simple Digital Library Interoperability Protocol (SDLIP) <<http://www-diglib.stanford.edu/~testbed/doc2/SDLIP>>
- ◆ OAI (Open Archives Protocol) <<http://www.openarchives.org>>
- ◆ Guildford protocol <<http://openlib.org/acmes/root/docu/guilp.html>>
- ◆ Dienst protocol <<http://www.cs.cornell.edu/cdlrg/dienst/protocols/DienstProtocol.htm>>
- ◆ ZING SRU/W (Search and Retrieval Protocol) <<http://www.loc.gov/standards/sru/>>
- ◆ Starts (Stanford **Protocol** Proposal for Internet Retrieval and Search) <http://infolab.stanford.edu/~gravano/starts_home.html>
- ◆ Dienst protocol <<http://www.cs.cornell.edu/cdlrg/dienst/protocols/DienstProtocol.htm>>
- ◆ Lyceum Protocol <<http://citeseer.ist.psu.edu/ma-a97lyceum.html>>

- ◆ Harvest: A Distributed Search System <<http://harvest.sourceforge.net/harvest/doc/index.html>>

ACUERDOS DE INTEROPERABILIDAD EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Lograr la interoperabilidad entre sistemas de información heterogéneos es un tema central en todas las organizaciones tanto privadas como estatales. La información y documentos potenciales albergados, tienen una amplia variedad de tipos de datos, de estándares, de metadatos, de protocolos, de esquemas de la autenticación, y de modelos del negocio. “La meta de la interoperabilidad es construir servicios coherentes para los usuarios, a partir de los componentes existentes en los sistemas de información que son técnicamente diferentes y manejados por diversas organizaciones”.⁵ Realizar esto requiere de acuerdos para cooperar en varios niveles:

- ◆ **Acuerdos técnicos:** incluye formatos, protocolos, sistema de seguridad de etc. (como los mensajes deben ser intercambiados), la descripción y definición de los estándares y normatividad existente principalmente basados en modelos abiertos.
- ◆ **Acuerdo de contenido:** incluye los datos, metadatos e información. Igualmente los acuerdos semánticos para interpretar la información.
- ◆ **Acuerdos de búsqueda:** (Schäuble y Smeaton, 1998) incluye la semántica y la estructuración de las ecuaciones de búsqueda así como los operadores que se puedan utilizar.

5 Véase: A Spectrum of Interoperability: The Site for Science Prototype for the NSDL William Y. Arms, Diane Hillmann, Carl Lagoze, Dean Krafft, Richard Marisa, John Saylor, and Carol Terrizzi, Cornell University; and Herbert Van de Sompel, The British Library. D-Lib Magazine, 8 (1), January 2002. <<http://www.dlib.org/dlib/january02/arms/01arms.html>>.

- ◆ **Acuerdos organizacionales:** incluyen la base de las reglas de acceso preservación, servicios sobre las conexiones, autenticación, privacidad, confidencialidad, seguridad y protección de la información, etc.
- ◆ **Acuerdos políticos:** se requiere el uso de una política claramente definida, una base para el uso de especificaciones técnicas disponibles ampliamente. Adicionalmente incluye los modelos de licenciamiento sobre el contenido que va interoperar.
- ◆ **Acuerdos económicos:** consiste en la forma de hacer sustentable la implementación de un sistema interoperable. Aquí se incluyen acuerdos de cooperación, formas de pago, servicios con costo, entre otros.
- ◆ **Acuerdos culturales:** consiste en los mecanismos que se utilizarán para generar una cultura institucional basada en el modelo de sistema de formación interoperar, lo cual es también un factor crítico para el éxito.

MODELOS DE INTEROPERABILIDAD EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Se pueden definir cuatro modelos de interoperabilidad entre los sistemas de información documental distribuidos, de acuerdo con la forma en que interactúan éstos y como el usuario utiliza el sistema de información como si fuera único sistema. Estos modelos trabajan especialmente cuando estamos hablando de interoperabilidad asociada a un problema de recuperación de información que involucra realizar una metabúsqueda entre los sistemas de información participantes; estos son (Arms, 2000):

- ◆ Estandarización (*Standardization*).
- ◆ Federación (*Federated*).
- ◆ Recolección (*Harvesting*).
- ◆ Reunión (*Gathering*).

En los modelos anteriormente mencionados, los primeros poseen el nivel más completo de interoperabilidad pero su aplicación e implementación es más complicada y costosa por lo cual son poco utilizados, mientras que los últimos modelos requieren menor o ningún esfuerzo de implementación. Sin embargo poseen un pobre nivel de interoperabilidad. A continuación se describen en detalle:

- ◆ **Estandarización:** este modelo implica que todos los sistemas de información existentes sean homogéneos (*hardware y software*) y manejen los mismos estándares, lo cual se puede dar si todo las organizaciones poseen el mismo sistema de esta forma la solución de interoperabilidad está dada por el desarrollador del sistema de información, la cual propondría a las organizaciones del mecanismo de integración adecuado al sistema implantado. En este caso cuando un sistema desea interoperar con otro simplemente se conecta a este mediante los mecanismos predefinidos y comparte la información de manera transparente. Este modelo se aplica principalmente en las redes de cooperación (P2P).
- ◆ **Federación:** este modelo implica que los sistemas de información que desean intercambiar datos, manejen unos protocolos y estándares comunes, no importando que los sistemas de información y proveedores sean diferentes. En éste, cada especificación del modelo de interoperabilidad es formalmente definido a partir de unas normas y estándares existentes o creados de acuerdo al propósito específico requerido por los sistemas de información que vayan a interoperar; cada organización se encarga que sus sistemas de información cumplan estos lineamientos adquiriéndolos o desarrollándolos.

El problema de la Federación consiste en los grandes esfuerzos que tienen que hacer las organizaciones para implementar las normas y estándares en las que

generalmente son implantadas en pocos sistemas de información adecuadamente y por lo tanto, cuando se construyó la Federación son pocos los miembros que realmente pueden participar activamente.

En este modelo, un sistema de información puede operar con uno o varios sistemas de información simultáneamente, conectándose de forma directa a ellos por medio de una base de conocimientos en la que figuran todos los sistemas de información que cumplen a cabalidad las especificaciones requeridas para realizar el intercambio de información. Este modelo aplica principalmente a modelos de meta búsqueda utilizando el protocolo Z39. 50 y el protocolo SRW/U.

◆ **Recolección:** este modelo involucra la presencia de un sistema centralizado que actúa como maestro, el cual recopila los datos o información de todos los sistemas que interoperan, comportándose como un solo sistema de información. El concepto subyacente es que los participantes toman algunos esfuerzos pequeños que permiten algunos servicios compartidos básicos, sin especificar un sistema completo de acuerdos. Mientras que el sistema centralizado se especializa en ofrecer servicios avanzados para los usuarios. A la par que los servicios que son construidos mediante la técnica de recolección son claramente de menor alcance respecto a los construidos mediante la Federación, el tráfico de red que genera el nivel de recolección es menor, de modo que más organizaciones puedan ensamblar y mantener sus sistemas de información actuales. Este modelo aplica principalmente a la meta búsqueda utilizando los protocolos OAI-PMH y Guilford.

◆ **Reunión:** si varias organizaciones no están preparadas para modificar o preparar sus sistemas de información de ninguna manera y desean in-

teroperar entre sí, pueden aplicar este modelo de interoperabilidad, el cual se basa en lograr la interoperabilidad mediante la participación de un agente externo que actúe como un inspector de los sistemas de información, el cual trata la información y los documentos existentes como simples datos sin estructura y sin orden alguno.

Este modelo aplica principalmente a los buscadores de Internet, los cuales entran e indexan toda la información posible a la que puedan acceder directamente. Por causa del bajo costo ocasionado por este nivel de interoperabilidad se pueden integrar grandes cantidades de sistemas de información. Sin embargo, los servicios ofrecidos serán bastante pobres en comparación con los anteriores modelos de interoperabilidad.

NIVELES DE INTEROPERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Para lograr la interoperabilidad en los sistemas de información documentales, esta se debe manejar en distintos niveles ó capas que trabajen en conjunto para que exista una comprensión común de un dominio del conocimiento. Estos son: infraestructura, estructura, sintaxis y semántica.⁶

◆ **Sintaxis:** uso de herramientas e interfaces comunes que proporcionan uniformidad superficial en la navegación y el acceso. En general, se refiere a la capacidad de los sistemas de información para leer datos procedentes de otros similares y obtener una representación que pueda ser compatible. En general corresponde con el uso de lenguajes y metalenguajes estructurados (XML, ASN1), como elementos que representan la sintaxis entre los sistemas de información.

6 Krsulovic, E. Blog de la Web Semántica. [10/19/2002]. <<http://www.dcc.uchile.cl/~ekrsulov/prj/ws-blog/>>

- ◆ **Semántica:** capacidad de los sistemas de información para acceder, de forma consistente y coherente basado en un modelo de “inteligencia” a datos, información, documentos, objetos digitales y servicios similares, distribuidos en repositorios heterogéneos, todo esto con la ayuda de un protocolo mediador. También se puede entender como la capacidad de los sistemas de información para intercambiar información basándose en un común significado de los términos y expresiones que se usan con el hecho de asegurar la consistencia en la forma en que la información es representada y entendida por los márgenes.
- ◆ **Infraestructura:** utilización de un medio como Internet, para realizar los procesos de intercambio de datos, información, documentos, metadatos y objetos digitales. Es la capacidad de los sistemas de información de interactuar en ambientes no solo cerrados, sino distribuidos, soportados por protocolos de intercambio y acceso comunes a redes de datos tales como TCP/IP.
- ◆ **Estructura:** corresponde a los modelos que sirven como el marco de descripción de recursos (RDF); estos ofrecen un medio para especificar esquemas semánticos de modo que se puedan compartir.

COMPONENTES DE LA INTEROPERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Los sistemas de información interoperables deben implementar determinadas normas y estándares que permitan el acceso transparente y rápido a la información. Para lograrlo hay que utilizar y mezclar varios tipos de normas y estándares, cada una asociada a un tipo especial de problema: manejo de contenidos y su representación, su descripción, y los mecanismos de interconexión:

- ◆ **Representación de contenidos (objetos y documentos digitales):**
 - ◆ Formatos.
 - ◆ Identificación única de documentos.
 - ◆ Encapsulamiento de funcionalidad.
 - ◆ Protección de *Copyright*.
- ◆ **Descripción de contenidos (metadatos):**
 - ◆ Niveles de descripción.
 - ◆ Vocabularios controlados.
 - ◆ Manejo de autoridades.
- ◆ **Mecanismos de interconexión (OAI, Z39.50, ZING SRW/U, Webservices, OAI, etc.):**
 - ◆ Protocolos de comunicación.
 - ◆ Formato de mensajes, comandos y contenidos.
 - ◆ Control de errores.
 - ◆ Duplicidad de la información.

ASPECTOS QUE INFLUENCIAN LA IMPLANTACIÓN DE LAS INTEROPERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Hay que tener en cuenta varios aspectos que pueden influenciar el éxito o fracaso en la implantación de un sistema información interoperable; estos incluyen: encapsulamiento, modularidad, ortogonalidad, minimalidad, semántica clara y precisa, universalidad, extensibilidad, datos y archivos seguros, generalidad y escalabilidad.

- ◆ **Encapsulamiento:** el encapsulamiento es un principio antiguo de la ingeniería del software (Parnas, 1972) y que es tomado fuertemente en la programación orientada a objetos. Éste consiste básicamente en la abstracción del problema que se quiere resolver dividiendo en pequeño sus tareas que posteriormente se pueden reutilizar.

◆ **Modularidad:** la modularidad se consigue en la construcción de un sistema de información interoperable mediante la integración de varios componentes o módulos funcionales, esta soporta la interoperabilidad en tres vías:

1. Mediante el encapsulamiento de la complejidad del sistema de información a incrementar, la interoperabilidad se reduce a pequeños problemas.
2. Al generar una dependencia clara entre los distintos objetos que se han encapsulado.
3. La separación en módulos funcionales, simplifica la modificación y actualización del sistema y su cooperación con otros.

◆ **Ortogonalidad:** la ortogonalidad contempla la libertad para la combinación de características del sistema o lenguajes. Esto permite combinar sistemas de formación antiguos con nuevos modelos desarrollados y asimismo todo tipo de normas estándares.

◆ **Mínimalidad:** la minimalidad requiere un detallado análisis de los conceptos y características de los sistemas de información para descubrir redundancias y posibilidades de generalización en los datos contenidos en estos.

◆ **Semántica clara y precisa:** la semántica se requiere para entender los diferentes entornos y lenguajes con los que se ha construido cada sistema de información y así poder realizar un cruce entre estos. La interoperabilidad requiere que los sistemas de información se comprendan entre sí de forma clara y precisa sin dar a lugar ambigüedades, que puedan generar ruido y distorsión en la comunicación entre los diversos sistemas de información.

◆ **Universalidad:** la universalidad incluye la posibilidad que un sistema de información se pueda conectar con cualquier otro existente en el mundo de manera transparente. Esto implica que la

información y los documentos de un sistema serán entendidos y asimilados por el otro.

◆ **Extensibilidad:** esta involucra que los protocolos o normas estándares utilizados por los diversos sistemas de información sean implementados tanto en productos comerciales como de acceso abierto y que cualquier persona o desarrollador que desee interoperar un sistema de información con otro lo pueda realizar sin ningún inconveniente.

◆ **Datos y archivos seguros:** esta implica el desarrollo de un modelo para la corrección y detección de errores en los datos y documentos que albergan cada sistema de información. Así mismo se debe incluir una estrategia de preservación digital que permite reconstruir un archivo corrupto.

◆ **Generalidad:** la generalidad incluyen el uso de estructuras de datos genéricas que sean entendidas totalmente por cualquier sistema de información. Igualmente incluye el uso de formatos de archivo abiertos que cualquier usuario podrá utilizar sin depender de aplicaciones propietarias

◆ **Escalabilidad:** la escalabilidad consiste en la posibilidad del sistema de información de agregar funcionalidades sin afectar sus componentes de interoperabilidad existente.

COMO ALCANZAR LA INTEROPERABILIDAD

La interoperabilidad puede ser alcanzada por muchos caminos complementarios:

◆ **La adopción de estándares abiertos:** un estándar abierto es una especificación técnica (es decir un conjunto de requerimientos técnicos de funcionalidad), estos estándares normalmente provienen de organizaciones de normas internacionales o

regionales/locales como ISO o ECMA. Los estándares deben tener las siguientes características:

1. Desarrollada, mantenida, aprobada, o ratificada con regularidad mediante consenso, en una organización creadora de estándares orientada por el mercado que es abierta a todos los participantes interesados y cualificados.
 2. Publicada sin restricciones (en una forma electrónica o tangible) con el detalle suficiente como para permitir un entendimiento completo del alcance y el objetivo del estándar (por ejemplo, los implementadores potenciales no tienen restricciones de acceso al estándar).
 3. Disponible públicamente sin costo o con unos precios razonables para su adopción y puesta en práctica por cualquier parte interesada.
 4. Cualquier derecho sobre patentes necesario para implementar estándares abiertos debe estar disponible para todos los implementadores por parte de aquellos que estén desarrollando la especificación, en términos razonables y no discriminatorios (RAND, reasonable and non-discriminatory), con o sin el pago de unos royalties o tarifas razonables.
- ◆ Adopción de "recomendaciones": esta incluye especificaciones técnicas de organismos de la industria tales como el W3C. No son "estándares" en sí, pero sí especificaciones en que los fabricantes acuerdan dar soporte. Estas especificaciones pueden adjuntarse a propiedad intelectual específica.
 - ◆ Adopción de normas "propietarias": estas son especificaciones técnicas que son desarrolladas y mantenidas por una única entidad o por un grupo privado y cerrado de entidades que cooperan entre sí, y que están normalmente disponibles mediante su publicación y ampliamente licenciadas bajo condiciones comercialmente razonables, de modo que puedan ser ampliamente adoptadas

por todo el mercado (por ejemplo, Adobe PDF, Java, APIs Win 32).

- ◆ Formatos publicados, APIs o protocolos: estas son especificaciones publicadas que permiten la interoperabilidad con varias plataformas y aplicaciones. Pueden ser formatos de archivo que permiten la interoperabilidad a nivel de intercambio de ficheros (como por ejemplo el esquema XML para aplicaciones como Microsoft Office), APIs que permiten la interoperabilidad a nivel de programa entre una aplicación y una plataforma subyacente, y los protocolos que definen la manera mediante la cual el software "habla" directamente a través del "cable".
- ◆ Publicación y licenciamiento de tecnologías y propiedad intelectual relacionada: estas son especificaciones, procesos, o interfaces que son publicados y ampliamente licenciados (por ejemplo, el programa de licencias de patentes de IBM).
- ◆ Esfuerzos de colaboración en la industria orientados por voluntarios; estos son esfuerzos entre *partners* y competidores para solucionar problemas relacionados con la interoperabilidad, con la intención de satisfacer al cliente y la demanda del mercado (por ejemplo, el acuerdo de Interoperabilidad Sun-Microsoft).

PROBLEMAS DE LA INTEROPERABILIDAD

Existen dos impedimentos para lograr la meta de la interoperabilidad en los sistemas de información:

- ◆ **Aspectos técnicos:** en la perspectiva técnica es claramente posible diseñar e implementar un sistema de información o rediseñar un sistema existente, dejándolo totalmente interoperable utilizando modelos y arquitecturas abiertas. Sin embargo los costos asociados son bastante altos

y pocas empresas ven realmente la necesidad de realizar este proceso.

- ◆ **Aspectos sociales:** la inercia social respecto al cambio y al modo del trabajo de los sistemas de formación existentes respecto al nuevo modo de trabajo es enorme, lo cual retrasaría cualquier implementación de un sistema información interoperable y homogéneo.

Adicionalmente hay que tener en cuenta que muchas de las soluciones de interoperabilidad implantadas no toman en cuenta los roles desempeñados en las organizaciones adolescentes de aspectos fundamentales como (Corrales; Rendón y Mart, 2006):

- ◆ El no poseer un lenguaje, una visión común y una modularización del dominio general de aplicación.
- ◆ No manejar el concepto de asociación de soluciones de acuerdo a las necesidades de la organización.
- ◆ Deficiencias en las vías para comunicar y organizar la información.
- ◆ Incapacidad de adaptación de los sistemas de la organización frente a posibles cambios.

INTEROPERABILIDAD EN COLOMBIA

Es tan importante trabajar la interoperabilidad entre los sistemas de información, que entre los planes de la agenda de conectividad del gobierno colombiano se encuentra este tema como punto prioritario para el desarrollo y modernización de todas las entidades del Estado:

“crear una infraestructura de interoperabilidad que incorpore estándares de intercambio de información para el gobierno, y herramientas de in-

teroperabilidad, que permitan la integración y la interacción adecuada de los sistemas de información de las entidades del Estado, y que establezca una sólida base tecnológica para el intercambio de información, servicios, y la implementación de trámites en línea”.⁷

Para el Estado colombiano, la interoperabilidad es el conjunto de herramientas necesarias para que los sistemas de información del Estado conversen entre sí y conlleven a que: (Gómez, 2006)

- ◆ Se utilicen las mejores prácticas internacionales para el desarrollo de estándares de intercambio de información.
- ◆ Se implemente una plataforma de intercambio de información independiente de *hardware*, *software*, aplicaciones, o de proyectos.
- ◆ Se implemente un lenguaje común para que los diferentes sistemas de información puedan entenderse e intercambiar información de manera adecuada: Gobierno en Línea XML (GEL XML).

Lo que se busca es integrar todos los diferentes servicios y trámites prestados por el Estado, permitiendo simplificar pasos, disminuir tiempos y mejorar los procesos administrativos tanto internos como asociados a los trámites, de modo que no se les solicite a las personas información que ya posee alguna entidad del Estado en sus sistemas de información propios. También se desea contar con información oportuna para la toma de decisiones y planes de desarrollo del Estado colombiano. Según el Plan de Desarrollo 2019 (Visión Colombia 2019: Sociedad Informada), el gobierno colombiano tiene en cuenta que los sistemas de información de las diferentes entidades del Estado son, generalmente, islas informáticas, en donde claramente se identifican situaciones como:

7 Portal de la Intranet Gubernamental. Plataforma de interoperabilidad [2007] <<http://200.21.208.242/portal/index>>.

- ◆ Duplicidad y falta de integridad de la información.
- ◆ No hay claridad frente a la responsabilidad de la información.
- ◆ No se cuenta con la información en el momento oportuno y por ende imposibilidad de intercambio de información en línea.

CONCLUSIONES

Aunque los investigadores han estado luchando para lograr la interoperabilidad por más de 20 años, esta ha sido un problema crítico en la presente década y lo será para el futuro próximo porque el número de los sistemas informáticos, depósitos de la información, usos, y los usuarios se están multiplicando en una forma exponencial. Lo anterior obliga que en el análisis y diseño de los sistemas de información del futuro esté siempre presente el componente de interoperabilidad asociada. “La interoperabilidad es también, al lado de naturaleza, un problema extremadamente complejo y de difícil desarrollo” (Paepcke; Chang; García-Molina; y Winograd, 1998).

XML se convertirá en la base sintáctica gracias a su gran soporte aceptación en la Web, este metalenguaje es aceptado por la mayoría de sistemas de información que existen actualmente, adicionalmente es el estándar de facto para describir y modelar documen-

tos. Respecto al estándar de red que se ha de utilizar, aunque existen diversos protocolos el uso del protocolo **HTTP** (protocolos de transferencias de hipertexto) se ha convertido en el estándar de facto para el desarrollo de aplicaciones (Web). Incluso vemos como para el manejo e intercambio de información hoy es muy común utilizar algo llamado servicios Web (Web Service), una colección de protocolos y estándares que sirven para interoperar datos entre aplicaciones todo sobre Web.

Distintas aplicaciones de *software* desarrolladas en lenguajes de programación diferentes, y ejecutadas sobre cualquier plataforma pueden utilizar los servicios Web para intercambiar datos en redes de ordenadores como Internet (Wikipedia, 2006). Un ejemplo de estos servicios Web, los podemos observar en las páginas personalizadas de búsqueda para Google, en la cual cualquier persona puede construir de manera personalizada su página de búsqueda inicial a partir de interoperar el sistema de Google con componentes e información provenientes de otros sitios en Internet, estos componentes llamados Gadgets (adminículos, truquitos, etc.) nos ofrecen diversos y variados servicios (por ejemplo podría incrustar juegos, acceso mi correo electrónico, calendario, noticias de los principales diarios, etc.), con eso estamos evidenciando el poder de la interoperabilidad en su máxima expresión y utilizado por un servicio que comúnmente todos usamos.

BIBLIOGRAFÍA

Arms, W. *et al.* A Spectrum of Interoperability: The Site for Science Prototype for the NSDL, Cornell University; and Herbert Van de Sompel, The British Library. *D-Lib Magazine*, 8 (1), January 2002. <<http://www.dlib.org/dlib/january02/arms/01arms.html>>.

Arms, W. *Thoughts about Interoperability in the NSDL*. Draft for discussion, August 2000. <<http://www.cs.cornell.edu/wya/papers/NSDL-Interop.doc>>.

Berners, T.; Handler, J.; Lassila, O. “The Semantic Web”. *Scientific American* 284. (2001).

- Carson, S. y Freivalds, D. Z39.50 and LIAS: Penn State's experience. *Information Technology and Libraries* 12. 2. (1993): 230-237.
- Codina, L. "La investigación en sistemas de información". Tramullas, J. (Ed.). *Tendencias de investigación en Documentación. Actas del Seminario*. Zaragoza, 1996.
- Colaboradores de Wikipedia. *Sistema de información*. [24/12/2006]. <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_de_informaci%C3%B3n&oldid=6175841>.
- Cole T. "Using OAI: innovations in the sharing of information". *Library Hi Tech*. 21. 2. (2003): 115-117. <<http://www.emeraldinsight.com/0737-8831.htm>>
- Consejo Superior de Informática de La Comisión Europea. *Marco Europeo de Interoperabilidad Versión 1.0.*, <<http://europa.eu.int/idabc/>>
- Corrales, J.; Rendón, Á. y Mart, J. *Gestión de Integración e Interoperabilidad de Servicios de Información*. Grupo de ingeniería telemática, Popayán: Universidad del Cauca, Colombia. [2006] <<http://www.cintel.org.co/rctonline/noticia.php3?nt=543&edicion=10> un>
- De Miguel, A. y Piarrini, M. *Concepción y diseño de bases de datos. Del Modelo E/R al Modelo Relacional*. Madrid: RA-MA, 1993.
- Fernández, M. *Modelos de sistemas de información documental*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2003.
- Finnigan, S. y Ward, N. *Z39.50 made simple*. (1998). Appendices of baseline implementation, object registries, and summary of Version 3 facilities. <<http://www.dstc.edu.au/Research/Projects/Z3950/zsimple.htm>>.
- Gómez, G. Taller "Interoperabilidad e Intranet Gubernamental". Bogotá, 2006.
- Heery, R.; Powell, A. y Day, M. *Metadata: CrossROADS and interoperability*. *Ariadne*, Issue 14 (1998). <<http://www.ariadne.ac.uk/issue14/metadata/>>.
- Hernández, H. *Las bibliotecas públicas en España, una realidad abierta*. <<http://www.fundaciongsr.es/bp/index2.html>>.
- Iltis, S. *Z39.50: An overview of development and the future* (1995). <<http://www.cas.washington.edu/~camel/z/z.html>>.
- Krsulovic, E. Blog de la Web Semántica. [10/19/2002]. <<http://www.dcc.uchile.cl/~ekrsulov/prj/ws-blog/>>
- Laudon, K. y Laudon, J. *Administración de los sistemas de información*. Prentice Hall, 2000.
- Library of Congress (1995). *Z39.50 version 3 baseline requirements*. <<http://lcweb.loc.gov/z3950/agency/v3base.html>>.
- Lynch, C. "Interoperability: the standards challenge for the 1990". *Wilson library bulletin*. 67. 7. (1993): 38-42.
- Lynch, C. (1993) Interoperability: The standards challenge for the 1990s. *Wilson Library Bulletin*, March, 38-42.
- Lynch, C. (1997) The Z39.50 Information Retrieval Standard. *Dlib Magazine*. <<http://www.dlib.org/dlib/april97/04lynch.html>>.
- Martínez, M., Cuesta, C., Fuente, P. y Lamirel, J. "Integración de Colecciones Heterogéneas en Bibliotecas Digitales". *Jornadas de Bibliotecas Digitales* 1. (2000): 39-48. <http://imhotep.unizar.es/jbidi/jbidi2000/04_2000.pdf>
- Michael, J. *Responding to the Revolution: Becoming the Library Without Walls. From A to Z 39.50: a networking primer* Westport, Connecticut: Mecklermedia. (1995): 32-38.

- Miller, P. *Interoperability: What it is and why should I want it*. Ariadne, 24. <http://www.ariadne.ac.uk/issue24/interoperability/intro.html>>
- Models library interoperability profile family. (1997). <<http://www.ukoln.uk/dlis/models/clumps/technical/zprofile/zprofile.html>>.
- Moen, W. (1998). *Texas Z: The Texas Z39.50 requirements and specifications project. A discussion paper*. <<http://unt.edu/wmoen/Z3950/TexasZDPAug98.htm>>.
- Moen, W. *The Bath profile: An international Z39.50 specification for library applications and resource discovery*(1999) <<http://www.unt.edu/wmoen/ProfileDraftforReview15Sept99.htm>>.
- Opentia. *Interoperabilidad y estándares abiertos*, 2005. <http://www.opentia.com/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=9>
- Paepcke, A. *et al.* "Interoperability for digital libraries worldwide". *Communications of the ACM* 41 4. (1998).
- Paepcke, A.; Chang, C.; Garcia-Molina, H. y Winograd, T. "Interoperability for digital libraries worldwide: how to achieve interoperability among the world's scattered digital libraries? Nobody knows exactly, though it's worth keeping several points in mind when creating the links (Interoperability)" *Communications of the ACM* 41. 4. (1998): 33(11).
- Payette, S.; Blanchi, C.; Lagoze, C. y Overly, E. "Interoperability for Digital Objects and Repositories: The Cornell/CNRI Experiments". *D-Lib Magazine*. (1999). <doi:10.1045/may99-payette>.
- Payette, S.; Blanchi, C.; Lagoze, C. y Overly, E. Interoperability for digital objects and repositories: The Cornell/CRNI Experiments. *Dlib Magazine* (1999). <<http://www.dlib.org/dlib/may99/payette/05payette.html>>.
- Portal de la Intranet Gubernamental. Plataforma de interoperabilidad [2007] <http://200.21.208.242/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=1&Itemid=168>
- Preston, C. y Lynch, C. *Interoperability and conformance issues in the development and implementation of the Government Information Locator Service (GILS)* (1994). <<http://www.ovid.com/support/ztry/ztry1.htm>>
- Schäuble, P. y Smeaton, A. *An International Research Agenda for Digital Libraries: Summary Report of the Series of Joint NSF-EU*
- State of Iowa Libraries. *An evaluation of Z39.50 within the SILO Project* (1998). <<http://www.silo.lib.ia.us/bluang.htm>>.
- Stovel, L.; Fuchs, R. y Chang, J. "RLG's Z39.50 Server: Development and Implementation Issues". *Information Technology and Libraries* 12. 2, (1993): 227-230. <<http://www.w3.org/Search/9605-IndexingWorkshop/Papers/StPierre@BluAngel.html>>.
- United States Government Accountability Office. Expanding E-Government Improved Service Delivery for the American People Using Information Technology. <<http://www.gao.gov/new.items/d0512.pdf>>.
- Working Groups on Future Directions for Digital Libraries Research*. October 12, 1998. <http://www.ercim.org/publication/ws-proceedings/DELOS-B/dl_sum_report.pdf>.
- World Intellectual Property Organization (WIPO). Digital Millennium Copyright Act. <<http://www.copyright.gov/legislation/dmca.pdf>>