

A INTEROPERABILIDADE DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO SOB O ENFOQUE DA ANÁLISE SINTÁTICA E SEMÂNTICA DE DADOS NA WEB

RESUMO

Com o desenvolvimento da Web, a integração entre diferentes sistemas de informação torna-se, cada vez mais, uma realidade. Pode ser usada em diversas áreas do conhecimento e de aplicações, desde Sistemas Integrados de Software em computação até empresas da computação pervasiva, que incluem *gadgets* e celulares, porém, em Ciência da Informação, é possível delimitar dois conceitos inequívocos usados, a integração e interoperabilidade, tanto para a disseminação como para a busca de informação, a análise sintática e a semântica dos dados, com consequências tanto para as diversas linguagens como para a descrição de conteúdos em ambientes não-homogêneos, que estão em diferentes padrões de metadados e linguagens de marcação. O objetivo deste trabalho é mostrar a integração e a interoperabilidade em ambientes heterogêneos de descrição de informação.

Palavras-chave: Sistema de informação, plataformas de integração de SI, metadados.

INTEROPERABILITY OF INFORMATION SYSTEMS ON FOCUS OF THE SYNTACTIC AND SEMANTIC ANALYSIS IN THE WEB DATA

ABSTRACT

The development of Web integration between different information systems become increasingly a reality. It can be used in various knowledge areas and applications Integrated Systems Software to computing to pervasive computing companies, which includes gadgets and mobiles, but in Information Science is possible to define two concepts used in the unambiguous integration and interoperability for so dissemination to search information, the sintatic and semantics analysis of data, with consequences both for the various languages and for the description of content in non-homogeneous environment, that is in different metadata standards and markup languages. The subject of this study is the integration and interoperability in heterogeneous environments description information

Key-words: Information System, framework of integration IS, metadata.

Marcos Luiz

Mucheroni

Doutor em Engenharia

Elétrica

Professor da Escola de
Comunicação e Artes -

Departamento de

Biblioteconomia e

Documentação

mmucheroni@hotmail.com

**José Fernando Modesto da
Silva**

Doutor em Ciência da

Informação

Professor da Escola de
Comunicação e Artes -

Departamento de

Biblioteconomia e

Documentação

fmodesto@usp.br

1 INTRODUÇÃO

A integração entre diferentes sistemas de informação tornou-se emergente com o surgimento e expansão da Web atual. A primeira versão da Web, na década de 90, apenas compartilhava textos, depois veio uma versão com imagens, no início do milênio, surgiu a concepção de Web Semântica e a ampliação atual das Redes Sociais e ambientes colaborativos fez surgir a Web 2.0, na qual o usuário é consumidor e produtor de conteúdos. Não só pela convergência de dispositivos e aplicações, mas principalmente para facilitar mecanismos de colaboração, gerenciamento e planejamento do fluxo de informação. Conforme Le Coadic (2004), os fluxos de informações consistem na circulação de informações por unidade de tempo, eles são fundamentais no uso da informação eletrônica e de ambientes colaborativos.

As redes sociais de relacionamento (exemplo: Orkut, Facebook, MySpace, linkEdIn), os ambientes colaborativos (exemplo: Wikis), e os Sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Dados (SEGD), entre inúmeros programas e conceitos, tornaram possível este modelo de integração, tornando as redes eletrônicas como redes humanas de informação.

Tomando emprestado da física o conceito do Big Bang¹, para marcar uma nova etapa da história humana, ao final do século XX, há a criação de um microcosmo intangível, baseado no intercâmbio de informação e conhecido pelo nome de Internet (SALAZAR, 2005). A Internet gerou uma aplicação popular chamada Web (BERNERS-LEE, 1989) e, na qual, semelhante a um universo em expansão (iniciado no Big Bang) a informação está em plena entropia.

Com a Internet, ambiente de suporte das redes eletrônicas, e a Web, como uma aplicação para disponibilização online de textos, imagens e diversas mídias, o acesso e o intercâmbio de informações ultrapassaram barreiras até então intransponíveis, e criou um universo de representação e de descrição complexo e muitas vezes ambíguo.

¹ A teoria cosmológica dominante do desenvolvimento inicial do universo, que estava originalmente muito quente e denso em algum tempo finito no passado e, desde então, tem-se resfriado pela expansão e em crescente entropia.

Explorar característica desse universo desperta o objetivo deste trabalho, de conceituar, em ambientes heterogêneos de descrição de informação, os conceitos de interoperabilidade sob o enfoque da análise sintática e semântica, esclarecedoras nas ontologias atuais.

2 A INTEROPERABILIDADE

A interoperabilidade é uma propriedade de dois ou mais sistemas interagirem e trocarem dados, baseados em métodos definidos, com a finalidade de obterem os resultados esperados (SANTOS, 2010).

O conceito de interoperabilidade é referenciado em computação como “a capacidade de sistemas operacionais operarem e cooperarem mesmo na presença de diferentes representações de dados e protocolos de comunicação” (CAFEZEIRO; HAEUSLER, 2007, p.15) enquanto integração significa apenas unir em um portal diferentes ambientes.

Nessa área da Informática, há conceituação de ordem mercadológica (ou comercial), que apresenta a interoperabilidade como uma capacidade do software e do hardware, pertencentes a diferentes máquinas e de diferentes marcas comerciais, compartilharem dados (MARTÍNEZ; LARA, 2007), no início, porque havia sistemas operacionais distintos, de onde vem o nome.

No âmbito da Ciência da Informação, é o paradigma do fluxo da informação que está em questão. Neste aspecto, Le Coadic (2004) detecta três revoluções científicas que afetaram cada uma das etapas do ciclo da informação: “o tempo da produção da informação, o da comunicação e o do uso da informação [...] dando origem a três novos paradigmas científicos: o do trabalho coletivo, o do fluxo e o do usuário”.

No âmbito da Biblioteconomia, Documentação e da Ciência da Informação, a interoperabilidade, de maneira geral, é entendida como a capacidade que os sistemas de hardware e software têm para se comunicar e operar com outros sistemas no intercâmbio de dados. Esses sistemas, geralmente, são de diferentes tipos, modelos e marcas comerciais distintas (MARTÍNEZ; LARA, 2007).

Um exemplo atual seria garantir a interoperabilidade de dados entre diferentes sistemas, como: Android da Google, o iOS do iPad e o sistema Linux em um *tablet* comum.

Ainda, nesse sentido, há a definição não restrita aos sistemas computacionais, e ao intercâmbio de dados entre eles. Dessa forma, interoperabilidade passa a ser entendida, como processos, tecnologias e protocolos requeridos para assegurar a integridade dos dados, quando se transferem de um sistema a outro, assim como a transmissão de resultados consistentes e com significado para o usuário final (MARTINEZ; LARA, 2007).

Entretanto, a conceituação de interoperabilidade não é consensual. Outras quatro definições ilustram esta variedade do termo (IEEE, 2000):

- a habilidade de dois ou mais sistemas trocarem informações entre si e fazer uso dessas informações trocadas.
- a capacidade de unidades de equipamentos trabalharem conjuntamente na realização de funções úteis.
- a capacidade promovida, mas não garantida, de aderir a um determinado conjunto de padrões, o que possibilita a distintos equipamentos trabalharem em rede.
- a habilidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações em uma rede heterogênea e usar essas informações.

Portanto, na definição de interoperabilidade, insere-se a adequada interconexão de sistemas e o intercâmbio de dados, informação e conhecimento entre eles.

Assim, o desenvolvimento variado de inúmeros componentes computacionais, de equipamentos, desde celulares, *smartphones*, *palms*, *tablets*, *e-readers* (leitores de livros digitais), netbooks, notebooks e desktops, até dispositivos conectados na rede, como simples receptores, tais como, sensores de tempo ou porta-retratos e mesmo impressoras, criou um ambiente em rede diverso e heterogêneo.

Mesmo a diversidade técnica de tratamento da informação requer formatos para garantir a interoperabilidade, por exemplo, alguns *tablets* não trabalham com formatos de outros. Todos esses fatores, incluindo a diversidade de dispositivos e formatos, requerem

um alto grau de interoperabilidade, para permitir, não apenas a conexão perfeita técnica e sintática, mas também discernir o contexto no qual a informação é inserida.

Esta capacidade técnica de trabalhar um ambiente onipresente e em rede, cada vez mais, criou a computação ubíqua, que provê serviços e informações a qualquer momento e em diversos dispositivos, sendo importante que o usuário possa compartilhar (MARINO, 2001), e tenha uma maneira precisa na hora da descrição do conteúdo (CODINA; PEDRAZA-JIMÉNES; ROVIRA, 2009a).

A integração de Sistemas de Informação exerce um papel fundamental, tanto no contexto semântico quanto sintático da informação. A camada que define a arquitetura de tecnologia da informação (uso e geração da informação) e a infraestrutura de comunicação (organização e disseminação da informação) são as camadas onde se realizam os requisitos do modelo de negócio (HASSELBRING, 2000).

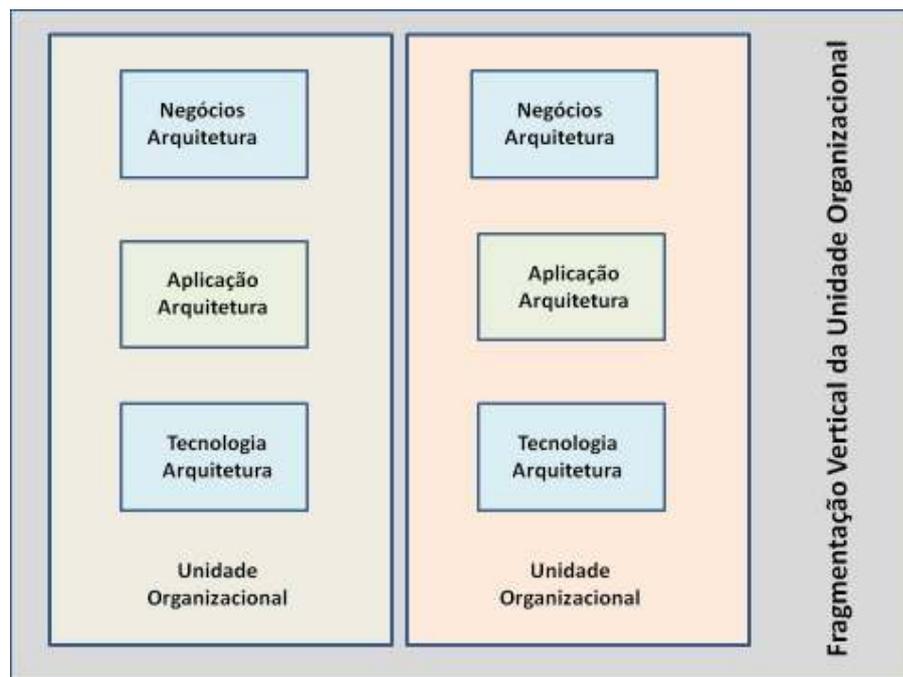


Figura 01 – Modelo organizacional de SI verticalizado (Fonte: HASSELBRING, 2000).

O modelo apresentado na Figura 01, não é o modelo adequado à realidade, o modelo vertical, pois, na prática, cada uma das unidades organizacionais não pode ser

tratada de forma isolada, como acontece na maioria das empresas, visto que as unidades devem ser altamente inter-relacionadas e devem ser tratadas como este ambiente, de múltiplos dispositivos, requer.

Conforme o trabalho de Lunardi, Dolci e Maçada (2010), à medida que a aquisição dessas tecnologias torna-se mais acessível financeiramente, mais rápida é sua popularização, permitindo a grande número de empresas usufruir de seus benefícios, restritos, anteriormente, às empresas de grande porte.

A Figura 02 mostra que, em muitos sistemas de informação, a interação é semelhante ao que acontece entre pessoas. Portanto é importante considerar níveis de integração do sistema, a chamada horizontalidade das camadas, integrando os sistemas e criando processos inter-organizacionais, embora este processo seja mais amplo, pois envolve relações humanas.

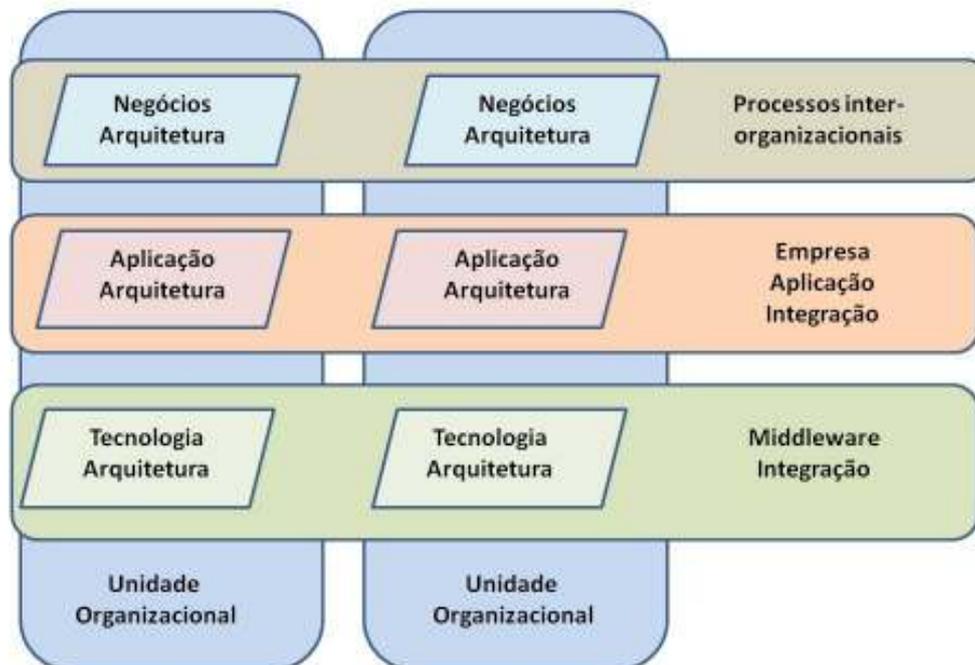


Figura 02 – Modelo organizacional de SI horizontalizado (Fonte: HASSELBRING, 2000).

Para criar este modelo de negócio intra-organizacional, os processos dentro das organizações devem ser eficazes. Entretanto, nos modelos atuais, verticalizado e sem incorporação de TI, nem sempre esta integração está presente, porém isto já é uma tarefa trivial, mesmo para os sistemas já existentes (legados).

Isto é necessário, para permitir o fluxo eletrônico de dados nos processos inter-organizacionais, apoiados por sistemas de informação (SI). Esses sistemas que devem ser integrados.

Este aspecto já é uma tarefa necessária no ambiente mais simples, principalmente se os Sistemas de Informação existentes (sistemas legados) forem heterogêneos. De acordo com Hasselbring (2000), esse processo deve obedecer a alguns critérios, tais como:

Integração de aplicativos empresariais. O objetivo é integrar o planejamento de recursos empresariais (ERP) independentes, isto geralmente é realizado por algum tipo de serviço de mensagem ou sistema automático no banco de dados.

Sistemas Paralelos e Distribuídos. Pesquisas no funcionamento dos sistemas operacionais, redes de computadores e programação paralela e sistemas concentrados, em grande medida, em gestão da coexistência e coordenação das múltiplas atividades simultâneas. Nestas áreas da comunicação, entre os componentes do sistema e sua sincronização, são problemas comuns a serem resolvidos. Quando se trata de SI, a coordenação é necessária, para gestão de recursos compartilhados e dependências entre atividades e em todos os sistemas; é óbvio que se pode aprender com os *trade-offs* entre as diferentes disciplinas envolvidas no SI, conforme enfatizam Malone e Crowston (1994), para quem, o estudo da coordenação é relevante para diferentes disciplinas como Informática, Linguística e pesquisa.

Sistemas de banco de dados. Problemas de ligação e integração em banco de dados heterogêneos e sistemas de informação foram abordados na área de banco de dados por algum tempo. Embora a investigação sobre processamento paralelo e distribuído sublinha a integração de sistemas computacionais de componentes, a pesquisa sobre sistemas de banco de dados é mais preocupado com a integração de dados. Sistemas federados, como sistemas de banco de dados, por exemplo, é uma abordagem

comum, mas a integração dos bancos de dados heterogêneos, por meio de esquema de algum sistema de descrição, requer mais que isto, pois as dificuldades sintáticas se apresentam aí.

Engenharia de software. Quando se trata de SI, lidar com sistemas complexos de sistemas de software é preciso relacionar os dados fornecidos por outras aplicações, por exemplo, um entendimento comum é necessário a cada entrada de uma pessoa no sistema. Padronização de formatos de mensagem e uma mensagem e o conteúdo desempenha um papel importante neste contexto; XML é um padrão emergente, também, para definir a sintaxe de estruturas de dados transferidos via internet, possibilitando interoperabilidade entre implementações, tornando concretas a sintaxe e a semântica das mensagens (Hasselbring, 2000).

3 ALGUMAS APLICAÇÕES QUE PODEM SER INTEGRADAS

O conceito de interoperabilidade está associado a diversos modelos de negócios, baseados em iniciativas eletrônicas. Martinez e Lara (2007) destacam exemplos nesse sentido, como:

Comércio eletrônico: a interoperabilidade tem a importante função de melhorar a conectividade de rede, possibilitando que fornecedores, comerciantes, consumidores, entidades financeiras, poder público e outros estabeleçam proveitoso fluxo de informação e operação de negócios, no que se refere à vantagem do comércio eletrônico. Nesse aspecto, o comércio eletrônico engloba processo de transação não-convencional entre dois ou mais atores, através de meios eletrônicos, sendo importante garantir a interoperabilidade.

Governo eletrônico: baseado na aplicação das tecnologias e internet, para apoiar as novas formas de atuação das organizações públicas, integrando informação e prestação de serviços interativos, acessíveis por diferentes canais de acesso. Nesse sentido, a interoperabilidade torna-se essencial não só como processo de normalização técnica das tecnologias utilizadas pelas distintas organizações públicas, mas como recursos que

contribui para que essas organizações possam estabelecer estratégias para ter a interoperabilidade.

E-learning: a aprendizagem online é relacionada com aspectos de interoperabilidade (normalização técnica, informativa e organizativa). Os softwares utilizados conseguem adequada interoperabilidade, mediante adoção de padrões de sistemas e conteúdos. Aspectos vantajosos que permitem oferecer respostas imediatas aos alunos, além de lhes oferecer biblioteca de material de formação, combinado com conteúdo preparado por instrutores, que podem tomar **de (ou como?)** medidas necessárias durante o processo de aprendizagem.

Bibliotecas digitais: sua criação envolve integração de complexos sistemas, que inclui coleções de documentos de estruturas diferentes e conteúdos de diversos tipos. Há, ainda, variados componentes de software e hardware, que devem operar as diferentes estruturas documentais, algoritmos de processamento, múltiplos acessos de pessoas e comunidades.

A simples adoção de ambientes de Redes Sociais, construída através de um CMS (*Content Management Systems*) ou algum ambiente de e-learning (Teleduc, Moodle ou outros), é apenas uma integração, a preocupação com a interoperabilidade é um passo adiante.

4 A INTEROPERABILIDADE ENTRE AMBIENTES E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

O conceito de interoperabilidade está embebido em um grande número de iniciativas, projetos e tecnologias, que constituem, em si mesmas, uma abundância de tipologias de interoperabilidade. Martinez e Lara (2007) sistematizam essa tipologia sob o ponto de vista do conteúdo, diferenciando a interoperabilidade sintática e semântica; e sob o ponto de vista da organização, onde se localizam três tipos de interoperabilidade: semântica, organizativa, e técnica.

4.1 A interoperabilidade sintática

Denominada também interoperabilidade dos dados, baseia-se na codificação dos dados, mediante utilização das linguagens de marcação para desenvolvimento de sistemas, modelos de gestão de documentos e registros eletrônicos, e formatos de apresentação da informação.

O uso inadequado ou a subutilização da metalinguagem XML, deve-se à incompreensão de sua função sintática, assim como à ambiguidade entre o software de banco de dados (já definidos como SGBD). O SQL, um popular banco de dados, por exemplo, e os formatos dos campos das bases de dados, tornam o tema da interoperabilidade sintática necessário.

Ao definir o formato dos dados, os campos para descrevê-los, o tipo de suporte – som, texto, vídeo, etc. – é possível defini-los em XML ou nomear os campos do SQL, sem que sua semântica esteja completamente definida em uma linguagem.

Fazendo uma analogia com a gramática de uma língua, ao definir o que são sujeitos, verbos, adjetivos e predicado, não se está definindo um conteúdo semântico, uma frase, mas apenas o que será necessário para que uma frase (um conteúdo) seja válido numa língua.

Os bancos de dados (SQL, Postgres, NO-Sql, etc.) estão para a semântica das bases de dados, assim como o XML ou uma metalinguagem de marcação está para os metadados.

4.2 A interoperabilidade semântica

Podem também ser conceituadas como interoperabilidade de metadados, ontologias, topic maps etc. Está orientada à descrição dos recursos de informação para facilitar o intercâmbio e apoiar a recuperação da informação por parte do usuário (BOTERAM, 2010). Nesse processo, faz-se uso de um conjunto de ferramentas para a representação da informação contida nos recursos. Geralmente proveniente da Documentação, estas ferramentas são compostas de vocabulários controlados, sistemas

de classificação, padrões de metadados, ontologias e *topic maps*. A interoperabilidade semântica se identifica com a codificação de conteúdos: metadados, que é um conjunto com semântica comum (CAPLAN, 2003).

A ontologia, inserida nessa tipologia de interoperabilidade, define os termos e suas relações a partir do vocabulário da área, assim como regras de combinação desses termos e relações. Seu objetivo é o de melhorar a representação da informação, ao possibilitar a análise do conhecimento em determinado campo, separar o conhecimento em um domínio.

Berners-Lee, Hendeler e Lassila (2001) destacam que as ontologias constituem elemento essencial para lograr os objetivos de processamento e entendimento automático da informação na web.

Na Figura 03, é sintetizada a conceituação da interoperabilidade sintática e semântica, destacando as relações, os recursos ou ferramentas essenciais para codificar e operar o fluxo e a gestão da informação.

O software livre, por sua característica em ter o código fonte aberto, possibilita realizar modificações, adaptações e adequações em sua estrutura, segundo diferentes contextos (ALVIM; MIRANDA; CORTES, 2010). Esse aspecto permite a interoperabilidade de programação, pois o código está acessível e pode ser modificado por outro programador. Os formatos abertos permitem o intercâmbio de dados entre diversos níveis de usuário, o XML é o filtro sintático em nível de metalinguagem que permite estruturar buscas no nível dos dados, embora não seja um recurso para gerenciar um banco de dados (aqui no conceito de software), ou seja, não é um SGBD (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados), ele prepara, no nível técnico, a estrutura SGED (Sistema de Gerenciamento Eletrônico de Dados), que permitirá a classificação de metadados no nível semântico (Metadados, Ontologias, *Topic Maps*) e, no nível sintático, sendo para isto necessário usar uma linguagem padrão.

Na figura 03, pode-se organizar isto em três dimensões: a mudança organizacional é a

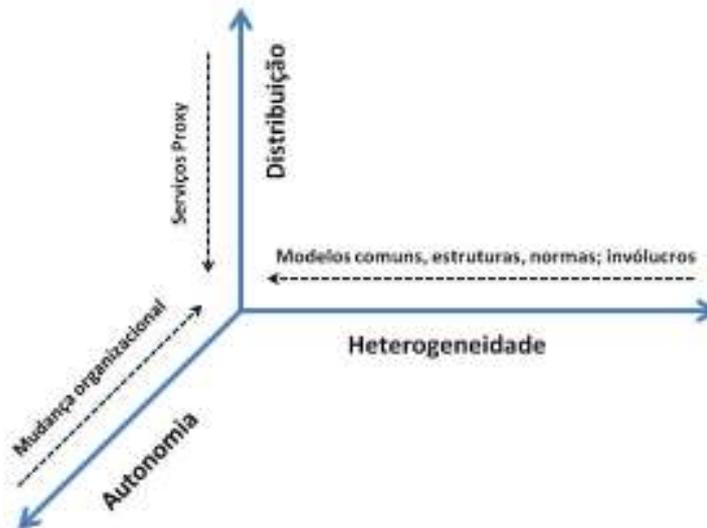


Figura 03- Relação entre gestão do conhecimento e interoperabilidade (Adaptada: MARTINEZ; LARA, 2006).

que deve assegurar autonomia, que significa a preservação de documentos, independentemente de mudanças organizacionais; distribuição, garantir serviços de proxy, de segurança e de estabilidade do sistema e o suporte para tudo isto.

Para isto, deve-se observar os padrões existentes e criar um modelo conceitual único, com ferramentas de conversão (BEARMAN, 1999). Para este objetivo é preciso um formato de elementos de XML, chamado esquema RDF (*Resource Description Framework*), ou XML-Schema, o conjunto de valores que estes elementos poderão ter (MARTINEZ; LARA, 2006).

E, por último, são necessários protocolos de disseminação de conteúdos, como, por exemplo, o protocolo OAI (*Open Archives Initiative*) (BARRUECO; COLL, 2003).

Alguns autores (BENTAHAR, 2005) chamam as normas e meios de colaboração como Interoperabilidade Pragmática e os diferencia dos dois níveis explorados anteriormente.

4.3 A interoperabilidade Organizativa ou Pragmática

Conceito que se refere à definição de objetivos de organização interna, a reorganização dos processos de gestão e o estabelecimento dos meios, para colaborar com outras gestões no intercâmbio de informação que possuem estruturas internas distintas. A interoperabilidade organizativa apresenta aspectos relacionados ao estabelecimento de serviços de gestão eletrônica, facilmente identificável, acessível e centrado no usuário. Basicamente, enfatiza que as organizações devem reorganizar seus processos de gestão para se adaptarem às oportunidades da revolução eletrônica.

A interoperabilidade pragmática refere-se ao uso eficaz dos serviços de sistemas; ela está ligada aos requisitos e funcionalidades que devem ser padronizados em normas, definidos em acordos com órgãos de regulamentação.

A condição mais importante e genérica, para assegurar a interoperabilidade, é garantir que o remetente da mensagem e o receptor compartilhem o mesmo entendimento dos dados na mensagem e a mesma expectativa do efeito da mensagem.

Os dados da mensagem têm um significado apenas quando ela é interpretada em termos de algum domínio de assunto do sistema. No entanto, os utilizadores nem sempre sabem o modelo do domínio objeto de um sistema, na maioria das vezes, nem o semântico nem o sintático. Dependendo do seu conhecimento sobre o sistema, ele pode fazer suposições sobre o assunto de domínio do sistema e utilizar esses sujeitos, usuário-modelos de domínio para a construção de mensagens e se comunicar com o sistema; e a interoperabilidade pragmática deve garantir isto, além de normas de acessibilidade (visual e funcional, por exemplo) e de segurança e privacidade, tema bastante em relevo na Web, a privacidade dos dados.

4.4 A interoperabilidade Técnica

Conceito que implica o processamento automático e a reutilização da informação entre diferentes sistemas e plataformas. Tradicionalmente, organizações desenvolvem estruturas hierarquizadas, orientadas a comunidades definidas de usuários, com suas próprias formas de processar a informação. Esta situação originou sistemas de informação

fechados, verticais, e proprietários, que imitam os predecessores em modelos impressos e incapazes de compartilhar informação com outras organizações.

Garantias de compatibilidade com formatos anteriores dos equipamentos, facilidades de uso por equipamentos de marcas diferentes, possibilidades de gravação em outros formatos indicam algumas das características da interoperabilidade técnica.

5 CONCLUSÃO

A interoperabilidade facilita o fluxo e acesso à informação eletrônica, desde que as organizações observem o estabelecimento de diretrizes de acessibilidade, baseadas nas WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) do W3C (*World Wide Web Consortium*), que permitem garantir o acesso adequado, por parte dos usuários, diante da volumosa quantidade de recursos eletrônicos disponíveis na Web.

São necessários, não apenas discussões de formatos padrões que permitam esta interoperabilidade nestes três níveis (técnico, semântico e sintático), mas desenvolvimento técnico colaborativo, que auxilie esta disseminação de formatos.

Os ambientes, em geral, promovem a integração dos dados e recursos, mas sem a necessária organização sintática e semântica de seu acervo, os formatos são diversos e o crescimento dos dispositivos móveis, que podem capturar estes dados, cria um ambiente heterogêneo onde é necessária discussão mais profunda da interoperabilidade de dados e recursos.

A Ciência da Informação tem longa tradição e experiência na descrição de conteúdos; e a crescente heterogeneidade de dispositivos e equipamentos pode ser auxiliada por esta descrição desenvolvida em diferentes padrões de metadados e linguagens de marcação, colaborando com a interoperabilidade nestes ambientes.

A simples integração de ambientes não reduz a entropia dos ambientes informacionais, e também não facilita, para o usuário, a busca e a recuperação dos conteúdos.

A elaboração de padronizações é fundamental na estruturação dos dados na Web; a interoperabilidade técnica e pragmática devem estabelecer comitês, normas e padrões que permitam o uso de documentos oriundos de equipamentos e sistemas anteriores e de outras marcas e modelos.

A diversidade de equipamentos, a variedade de dispositivos móveis, *tablets*, *palms*, *netbooks* e ambientes interativos na produção e consumo da informação em fluxo exigem esforço de discussão e reflexão sobre os problemas de ambientes heterogêneos.

REFERÊNCIAS

ALVIM, F. A.; MIRANDA, L. A.; CÔRTEZ, D. S. Software público e interoperabilidade. In: MESQUITA, C.S.F.; BRETAS, N.L. *Panorama da interoperabilidade no Brasil*. Brasil: MP/SLTI, 2010.

BARRUECO, J. M.; COLL, I. S. Open Archives Initiative. Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH): descripción, funciones y aplicaciones del protocolo. *El Profesional de la Información*, v. 12, n. 2, p. 99-106. 2003.

BEARMAN, D. Reality and Chimeras in the Preservation of Electronic Records. *D-Lib Magazine*, v. 5, n. 4, April 1999. Disponível em: <http://www.dlib.org/dlib/april99/bearman/04bearman.html>. Acesso em: 10 de abr. 2009.

BENTAHAR, D. A pragmatic and semantic unified framework for agent communication. Québec: Laval University, 2005.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J. A.; LASSILA, O. The Semantic Web : A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, v. 284, n. 5, p. 34-43, May 2001. Disponível em: <http://www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-web>. Acesso em: 10 de abr. 2009

BOTERAM, F. Content architecture: semantic interoperability in na international comprehensive knowledge organization system. *Aslib Proceeding New Information Perspective*, v. 62, n. 4/5, p. 406-414, 2010.

CAFEZEIRO, I.; HAUESLER, E. H. Semantic Interoperability via Category Theory. *ACM International Conference Proceeding Series*, v. 334, 2007.

CAPLAN, P. *Metadata Fundamentals for all librarians*. USA : ALA, 2003.

CODINA, L.; PEDRAZA-JIMÉNES, R.; ROVIRA, C. Sistemas de información y metadatos em La web semântica. In: CODINA, L.; MARCOS, M. C.; PEDRAZA-JIMÉNES, R. *Web semântica y sistemas de información documental*. Gijón [Espanha] : Ediciones Trea, 2009a.

CODINA, L.; PEDRAZA-JIMÉNES, R.; ROVIRA, C. Ontologias y sistemas de informarción documental. In: CODINA, L.; MARCOS, M. C.; PEDRAZA-JIMÉNES, R. *Web semântica y sistemas de información documental*. Gijón [Espanha] : Ediciones Trea, 2009b. [não aparece no texto]

HASSELBRING, W. Information Integration System. *Communications of the ACM*, v. 43, n. 6, p. 32 - 38, 2000.

IEEE STANDARDS INFORMATION NETWORK, IEEE 100. *The authoritative dictionary of IEEE standards terms*. 7 ed. New Ypork: IEEE, 2000.

LE COADIC, Y. F. *A Ciência da Informação*. Brasília: Briquet de Lemos/Livros, 2004.

LUNARDI, G. L., DOLCI, P.C. e GASTAUD, A. C. Adoção de tecnologia de informação e seu impacto no desempenho organizacional: um estudo realizado com micro e pequenas empresas. *Revista de Administração da USP*, v.45, n.1, p. 5-17, 2010.

MALONE, T. e CROWSTON, K. The interdisciplinary study of coordination. *ACM, Computing Survey*, v. 1, n. 26, p. 87-119, 1994.

MARINO, M. T. *Integração de informações em ambientes científicos na Web : uma abordagem baseada na arquitetura RDF*. Rio de Janeiro, 2001. Dissertação (Mestrado) – IM/NCE – UFRJ.

MARTINEZ USERO, J. A. La necesidad de interoperabilidad de La información em los servicios de administración electrónica: XML, uma posible solución. *e-Cooperación em La Administración Pública*, n. 27, p. 4-8, Sept./Oct., 2004.

MARTINEZ, J. A.; LARA, P. Interoperabilidad de los contenidos en las plataformas de elearning: normalización, bibliotecas digitales y gestión conocimiento. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 3, n.. 2, out. 2006. Disponível em: http://www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/martinez_lara.pdf. Acesso em: 10 de abr. 2009.

MARTINEZ, J. A.; LARA, P. *La interoperabilidad de la información*. Barcelona: UOC, 2007.

SALAZAR, I. *Las popriedades de Internet*. Gijon (Espanña) : Trea, 2005.

SANTOS, E. M. Desenvolvimento e implantação da arquitetura e-Ping. In: MESQUITA, C.S.F.; BRETAS, N.L. *Panorama da interoperabilidade no Brasil*. Brasil: MP/SLTI, 2010.