

Organização e representação de conhecimento: incrementos metodológicos e tecnológicos para o mapeamento conceitual

Eduardo Amadeu Dutra Moresi^{1,3}, Ivo Pierozzi Junior², Leandro Henrique Mendonça de Oliveira², e Alessandra de Moura Brandão³

¹Universidade Católica de Brasília, Brasil. moresi@ucb.br

²Embrapa, Brasil. ivo.pierozzi@embrapa.br; leandro.oliveira@embrapa.br

³Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasil. emoresi@cgee.org.br; abrandaoc@cgee.org.br

Resumo. Na era do conhecimento, os processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação têm sido executados, cada vez mais, por meio das chamadas redes de conhecimento, devido ao alto grau de complexidade e multi-inter-transdisciplinaridade das temáticas envolvidas. Este artigo apresenta e descreve uma metodologia de mapeamento de domínios de conhecimento, cuja execução permite o alinhamento de várias ferramentas objetivando sistemas de organização de conhecimento como recurso para facilitar a elaboração de sistemas de conceitos, expressões de busca e significação da informação recuperada em bases de dados. A metodologia proposta se constitui de quatro etapas, baseadas em métodos e técnicas de: mapeamento do domínio do conhecimento; codificação do conhecimento; aplicação de linguística de *corpus* e de processamento de linguagem natural e representação do conhecimento.

Palavras-chave: mapeamento do conhecimento; organização do conhecimento; representação do conhecimento; espaços conceituais; gestão do conhecimento.

Knowledge organization and representation: methodological and technological increments for conceptual mapping

Abstract. In the knowledge era, research, development and innovation processes have been increasingly performed through the so-called knowledge networks, due to the high degree of complexity and multi-inter-trans-disciplinarity of the issues involved. This article presents and describes a mapping methodology of knowledge domains, whose execution allows the alignment of several tools aiming, systems of knowledge organization as a resource to facilitate the elaboration of concept systems, search expressions and information signification recovered from databases. The proposed methodology consists of four steps based on methods and techniques of: mapping the knowledge domain; knowledge codification; linguistic corpus applications and natural language processing; and knowledge representation.

Keywords: knowledge mapping; knowledge organization; knowledge representation; conceptual spaces; knowledge management.

1 Introdução

Na era do conhecimento, os processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, devido ao alto grau de complexidade e multi-inter-transdisciplinaridade temática, têm sido executados, cada vez mais, por meio das chamadas redes de conhecimento (Torres et al., 2011). Boa parte do conhecimento gerado nessas redes costuma ser explicitado em linguagem natural e, via de regra, textualmente, constituindo um volume enorme de documentos impressos ou digitais sendo, neste último formato, disponibilizados amplamente em ambiente Web ou bases de dados cujo acesso é facilitado pelas tecnologias da informação e comunicação (TIC).

Os mapas semânticos, construídos por meio de análises de coocorrência de palavras, são usados para entender a estrutura cognitiva de um domínio do conhecimento (Cahlik, 2000; Salvador & Lopez-Martinez, 2000). Esses mapas são gerados a partir de diferentes fontes textuais, incluindo palavras

extraídas de títulos de artigos, palavras-chave declaradas pelos autores ou descritores atribuídos pelo editor que estão registrados e indexados em bases de dados como a Elsevier Scopus e a Clarivate Web of Science, as quais, atualmente, oferecem excelentes facilidades automatizadas para os usuários interessados em exploração e reuso de dados, informações e conhecimento.

O poder computacional para recuperação e análise desses conteúdos está prontamente disponível para os usuários analisarem redes com grandes quantidades de documentos (Zhao & Strotmann, 2008). Por outro lado, grande quantidade de informação requer o uso de ferramentas avançadas para viabilizar sua análise (Shiffrin & Börner, 2004), organização e sua ressignificação em outros contextos. Historicamente, essas soluções não surgiram sem grande esforço. Dada a falta de recursos de computação, os primeiros estudos, naturalmente, tendiam a se concentrar em pequenas iniciativas e foram, com algumas exceções, acadêmicos por natureza. No entanto, o esforço para analisar grandes quantidades de documentos e obter respostas diminuiu consideravelmente, acompanhando o aumento da disponibilidade de dados em formato digital e o aumento exponencial do poder computacional, os quais incluem algoritmos avançados para visualização da informação e para análises qualitativas.

Essas práticas configuram as chamadas “competências analíticas” (Levine et al., 2017) de uma organização e representam o conjunto de metodologias e ferramentas para reunião e análise de grandes volumes de informação com objetivo de criação de inteligência¹. Atualmente, as competências analíticas resgatam um referencial teórico e metodológico multidisciplinar e que envolve, entre as principais abordagens, temas como visualização da informação, sistemas de organização do conhecimento (SOC), mineração de dados e de textos, processamento de linguagem natural (PLN), linguística de corpus e terminologias, mapas e estruturas conceituais, além de modelagens matemática e estatística.

O objetivo deste artigo é apresentar e descrever uma metodologia de mapeamento de domínios de conhecimento, cuja execução permite o alinhamento de várias ferramentas tendo-se como resultado, sistemas de organização de conhecimento como recursos para facilitar a elaboração de sistemas de conceitos, expressões de busca e significação da informação recuperada. O texto está estruturado, após esta breve introdução, com o referencial teórico, que aborda os principais conceitos que sustentam o trabalho, com a metodologia proposta, conclusões e referências bibliográficas.

2 Referencial teórico

Sistemas de organização do conhecimento (SOC) se referem a um termo genérico usado para abordar uma ampla gama de itens (taxonomias, tesouros, esquemas de classificação e ontologias), que foram concebidos com diferentes propósitos, em momentos históricos distintos. Os SOC são caracterizados por diferentes estruturas e funções específicas, variados modos de se relacionar com a tecnologia e empregados em uma pluralidade de contextos por diversas comunidades. No entanto, o que todos eles têm em comum é o fato de terem sido projetados para apoiar a organização do conhecimento e da informação visando facilitar o gerenciamento e a recuperação. Para torná-lo acessível e utilizável (por agentes humanos ou tecnológicos), o conhecimento precisa, de fato, ser organizado de alguma maneira (Soergel, 2008), algo que, dada a grande quantidade de produção científica e cultural, se tornou cada vez mais importante nos últimos anos.

A visualização de domínios do conhecimento tem como objetivo revelar as áreas da comunicação científica, conforme refletidos na literatura científica publicada e nas trajetórias de citação realizadas

¹ “Inteligência é a informação avaliada” (CLAUSER; WEIR, 1976)

por pesquisadores em suas publicações. Há de fato uma conexão importante entre a visualização de domínios e o que Hjørland (1997) chamou de análise de domínio. A visualização fornece técnicas de habilitação para análise de domínio, especialmente em áreas de conhecimento multidisciplinares e de rápida evolução. O campo de visualização de domínio também tem sido chamado de “cientografia” (Garfield, 1994), embora este termo não pareça ser amplamente utilizado.

Os avanços na visualização da informação têm sido significativamente impulsionados pela pesquisa de recuperação de informação, cujo problema central tem sido como melhorar a sua eficiência e a sua eficácia. De um modo geral, quanto mais um usuário souber sobre seu espaço de pesquisa, maior será a probabilidade de sua pesquisa ser eficaz. Muitos sistemas de visualização de informações descrevem a estrutura semântica geral de uma coleção de documentos. Os usuários podem usar essa visualização estrutural como base para navegação e pesquisa subsequentes.

A seleção de uma unidade de análise é o passo inicial da análise de qualquer domínio do conhecimento, seguido pelas perguntas a serem respondidas. Essa premissa do processo vai ao encontro do “espaço conceitual” de Gärdenfors (2014) o qual fornece caracterizações precisas de várias categorias ontológicas: um “objeto” é representado por uma sequência de pontos em um conjunto de espaços conceituais; uma “propriedade” por uma região em um espaço conceitual e um “conceito” por uma sequência de regiões em um conjunto de espaços conceituais.

As unidades de análise mais comuns no mapeamento de literatura são periódicos, documentos, autores e termos descritivos ou palavras-chave. Cada um apresenta diferentes facetas de um domínio e facilita diversos tipos de análise. Por exemplo, um mapa de periódicos pode ser usado para obter uma visão macro da ciência (Bassecoulard & Zitt, 1999), mostrando as posições relativas e as relações entre as principais disciplinas.

Em muitas situações, as pessoas utilizam palavras com a finalidade de pesquisar assuntos, conceitos ou ideias. A intenção é recuperar informações que possibilitem o entendimento conceitual a partir do significado das relações que se estabelecem com os termos recuperados na pesquisa. A análise de dados oriundos de metadados dos documentos indexados em uma base de referências bibliográficas torna-se essencial para gerenciar, localizar, interpretar ou usar outros dados ou uma fonte desses dados. Os metadados de uma referência bibliográfica não residem no objeto de informação, mas no seu relacionamento com outro objeto de informação e, mais especificamente, no seu uso. Nesse sentido, a organização do conhecimento se destina a atender as seguintes necessidades (Soergel, 2008): apoiar o pensamento, a construção de sentido, a integração do conhecimento e a descoberta de novos conhecimentos e lacunas por pessoas e programas de computador; fornecer um roteiro semântico para um indivíduo e promover o entendimento compartilhado, melhorar a comunicação em geral e a colaboração; apoiar a aprendizagem e a assimilação de informação; suportar a exibição significativa e bem estruturada de informações; fornecer a base conceitual para sistemas baseados em conhecimento; suportar interoperabilidade sintática e semântica e a preservação de significado ao longo do tempo; fornecer informações sobre termos, conceitos e outras entidades a leitores, escritores e tradutores para ajuda-los a compreender o texto, a conceituar um tópico e a encontrar o termo adequado. Contudo, os métodos e tecnologias de visualização de dados e informações e de análise de redes podem ser associados a estudos bibliométricos e cientométricos e se revelam muito eficazes em processos de recuperação da informação e de descoberta de conhecimento em *corpora* textuais.

Devido ao enorme volume de dados e informações publicado e disponível atualmente, ferramentas computacionais para mapeamento, organização, representação, análise e reuso desses conteúdos documentais têm sido desenvolvidas e embutidas em metodologias que abrangem busca e recuperação de informações, análises quantitativas e qualitativas, categorizações e classificações de assuntos, de tópicos ou de temáticas. Assim como as redes sociais que os produzem, dados, informações e conhecimento podem, igualmente, ser organizados em redes ou sistemas de

conceitos. Esse processo envolve as premissas que conteúdos informacionais podem ser representados pelos conceitos ali incluídos, que, por sua vez, podem ser representados pelos termos que os denotam, conforme a Teoria do Conceito (Dahlberg, 1978). Finalmente, os termos e suas inter-relações num conteúdo textual, primariamente frequência e coocorrência, podem ser mapeados no formato de redes, constituindo um sistema de conceitos, inclusive com atribuições semânticas para qualificar tais inter-relações.

O campo de visualização de informação avançou muito nos últimos anos, trazendo novas técnicas para a análise gráfica da literatura, de patentes, de genomas e outros tipos de conteúdos informacionais (Chen & Song, 2017). No entanto, é preciso lembrar que, enquanto a visualização pode ser crítica para o entendimento e cognição humanos, ela é simplesmente uma janela para as análises rigorosas, muitas vezes multidimensionais, que formaram a base da informática por muitos anos. Assim, o “mapeamento” não se refere apenas à tela de visualização, mas também às técnicas subjacentes de mineração e análise de dados e o reconhecimento de padrões ou propriedades específicas dos elementos que compõem o sistema conceitual envolvido. Mapear domínios de conhecimento, então, toma como sua entrada assuntos aparentemente diversos de análises, incluindo e integrando: análises de redes (por exemplo, web, redes sociais, redes livres de escala e caminhos metabólicos); linguísticas; conceituais (domínio, conteúdo, discurso, assunto); de extração de tópicos; de citações, coautorias, coocorrência de palavras-chave; indicadores (metadados) de ciência e tecnologia, além de técnicas de visualização.

O principal objetivo do mapeamento de domínios de conhecimento é fornecer subsídios de análise para o especialista quanto para o não-especialista. Para o não-especialista, o mapeamento fornece um ponto de entrada em um domínio, um meio de obter conhecimento nos níveis macro e micro. Para o especialista, o mapeamento fornece uma validação de percepções e um meio de investigar rapidamente tendências e novas informações, incoerências e divergências, tanto quanto convergências. No entanto, até mesmo o especialista pode se surpreender com os desenvolvimentos na periferia de sua percepção. O mapeamento e a exploração interativa fornecem contexto para tais surpresas.

Vários métodos de mapeamento, organização e representação do conhecimento partem da lógica que não existe “gestão do conhecimento” mas, na prática, o que se conduz é uma variedade de atividades de trabalho que viabilizem o compartilhamento de informações (Wilson, 2002). Dessa forma, enquanto representante convencional do conhecimento explicitado, o documento é a unidade de análise mais usada porque pode ser usado para mapear um campo científico ou técnico específico e o seu desenvolvimento. Cocitação e coocorrência de termos são os dois tipos mais comuns de análise, e muitas vezes levam a diferentes agrupamentos. Nos níveis mais refinados, as técnicas de cocitação agrupam documentos por paradigma científico, ou pela mesma questão de pesquisa e hipóteses, ao passo que as comunidades de coocorrência de termos são de natureza mais tópica.

O mapeamento em redes de termos de indexação revela a estrutura cognitiva de um campo (Callon & Law, 1983). Há algum debate sobre se a análise conjunta deve ser usada para estudos de dinâmica da ciência (Leydesdorff, 1997). As abordagens mais confiáveis visam combinar técnicas de palavras coocorrentes com análises de citações (Noyons, Moed & Luwel, 1999). Técnicas mais avançadas, usando algoritmos sofisticados para agrupar e relacionar tópicos, são uma grande promessa para estudos dinâmicos (Griffiths & Steyvers, 2004; Erosheva, Fienberg & Lafferty, 2004).

3 Metodologia proposta para mapeamento conceitual

Este item apresenta a metodologia proposta para o mapeamento conceitual de domínios de conhecimento. Como esse assunto em si constitui, também, um domínio do conhecimento, com intuito de contextualização das várias áreas e disciplinas técnico-científicas envolvidas num eventual processo operacional, realizou-se um exercício de composição do panorama científico pertinente, nos moldes de uma revisão de literatura sem a pretensão, no entanto, de executá-la com o rigor convencional. Com esse panorama, inclusive já utilizando algumas ferramentas preconizadas na metodologia, pretendeu-se uma conotação de cunho ilustrativo, para evidenciar os incrementos propostos, mesmo em detrimento da realização de um exercício exaustivo de revisão de literatura. Na sequência, é descrita a metodologia e mostrado um exemplo utilizando o texto do conceito “*strategy*” extraído da Wikipedia².

3.1. Panorama científico sobre mapeamento conceitual

A pesquisa na base Elsevier Scopus³ utilizando a expressão – “*concep* mapping*” OR “*knowledge mapping*” OR “*information organization*” OR “*knowledge organization*” OR “*knowledge domain map**” OR “*knowledge codification*” OR “*knowledge representation*” OR “*corpus linguistics*” – resultou 33.081 documentos, no período de 1954 a 2019.

A Figura 1 apresenta uma visualização da coocorrência de termos das referências recuperadas na pesquisa bibliográfica. Foi utilizado o aplicativo VOSviewer (Waltman, van Eck, Noyons, 2010) com a ocorrência de pelo menos 20 vezes, o que resultou em 307 termos. Nota-se que os seguintes termos se destacam: *knowledge representation*, *ontologies*, *corpus linguistics*, *concept mapping*, *knowledge management*, *natural language processing*, *artificial intelligence*, entre outras. Contudo, alguns termos com baixa frequência devem ser observados por oferecerem oportunidades de pesquisa *conceptual spaces*, *information visualization*, *bibliometric analysis*, *knowledge maps*, *cognitive linguistics*, *semantic analysis*, etc.

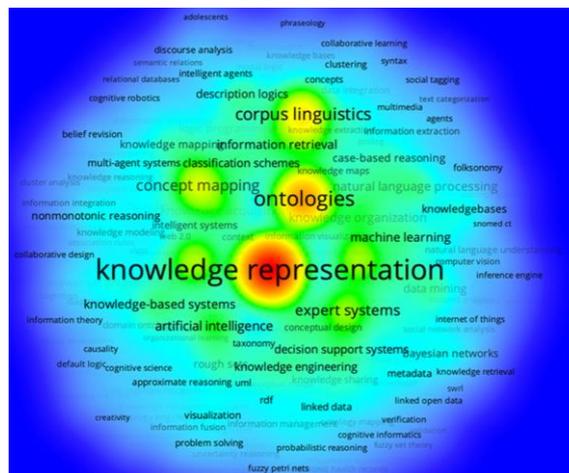


Fig. 1. Mapa de coocorrência de termos.

Na análise dos artigos mais citados, vários autores trataram da organização do conhecimento, do mapeamento conceitual, do uso de ontologias e da representação do conhecimento. Também foram

² Disponível em <https://en.wikipedia.org/wiki/Strategy>

³ Apenas a base de dados Scopus foi escolhida por ser uma das poucas a oferecer aos usuários facilidades automáticas na formatação dos dados recuperados para posterior análise qualitativa no software VOSviewer (v. Seção 3.2.).

identificados trabalhos empregando processamento em linguagem natural, aprendizagem a partir de representações verbais e gráficas e construção de conhecimento colaborativo. Na análise dos artigos mais recentes, foram tratados temas relativos à representação do conhecimento, ontologias, organização do conhecimento, compartilhamento do conhecimento e mapeamento conceitual. Em suma, a bibliografia analisada revela o potencial do mapeamento conceitual para análise de informações textuais visando a descoberta de conhecimento. A partir da pesquisa bibliográfica em um domínio temático, os mapas conceituais auxiliaram a interpretação de conceitos com base nas relações que se estabelecem entre as palavras-chave declaradas pelos autores ou utilizadas para a indexação dos documentos.

3.2 Metodologia de mapeamento conceitual

Questões como gestão da informação e do conhecimento, descoberta de conhecimento, inteligência e planejamento estratégicos e estudos de prospecção antecipativa passaram a ser relevantes no desenvolvimento institucional das organizações, independente dos setores aos quais elas se vinculam (governamentais, acadêmicos, terceiro setor, entre outros). Essa onda de crescentes e diversos interesses, objetivos e estratégias institucionais se converte no insumo principal para a sistematização proposta no modelo descrito na Figura 2, visando o mapeamento, a organização e a representação de domínios de conhecimento específicos.

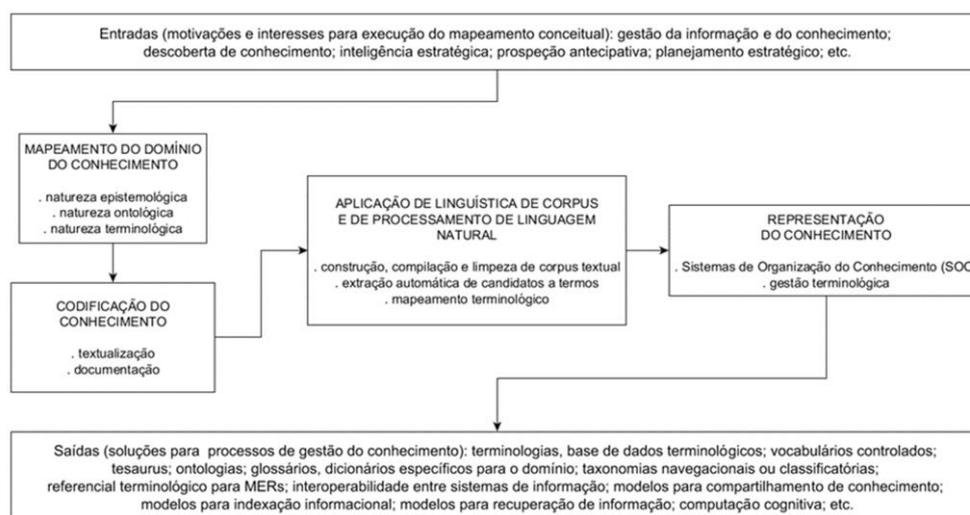


Fig. 2. Metodologia de mapeamento conceitual.

O processo se constitui de quatro etapas: mapeamento do domínio do conhecimento; codificação do conhecimento; aplicação de linguística de *corpus* e de processamento de linguagem natural; e representação do conhecimento.

O mapeamento do domínio do conhecimento se refere à definição do espaço do conhecimento humano a ser modelado no processo. No entanto, isso não significa um corte e um isolamento desse domínio de conhecimento: tal delimitação é um exercício conceitual para identificação e reconhecimento da temática a ser explorada e posterior análise de contextos, propósitos, estratégias, tendências, oportunidades, desafios, etc., vinculados a essa temática. Essa etapa pode ser executada a partir de escolha pessoal das temáticas ou envolver equipes de trabalho, por meio de dinâmicas sociais presenciais ou virtuais. Os dados podem ser coletados por meio de técnicas como *brainstormings*, entrevistas, questionários, leituras, entre outras.

A codificação do conhecimento se refere à conversão do conhecimento tácito um formato explícito, especificamente, em “textualização”, ou seja, transposição de áudios, vídeos ou qualquer outro formato em que o conhecimento tenha sido registrado, para um formato textual, reunindo o maior conteúdo possível referente às temáticas que ainda não se apresente nessa forma como, por exemplo, as discussões socializadas em sessões de *brainstormings* ou painéis. Nessa etapa, utilizam-se técnicas diversas de registro, documentação e transcrição e são reunidos os documentos que compõem o *corpus* a ser processado na etapa que se segue.

Na sequência, as aplicações de linguística de *corpus* e de processamento de linguagem natural se realizam em três fases: construção, compilação e limpeza dos documentos selecionados para a composição do *corpus* textual para análise. Essa fase também inclui a transformação de arquivos PDF ou em outros formatos, para o padrão TXT, que é o mais adequado ao processamento computacional utilizado nas fases seguintes; extração semiautomática de candidatos a termos com o emprego de *softwares* contendo algoritmos para essa extração com base em métricas de frequência e coocorrência de palavras ou expressões (n-gramas) no *corpus*, utilizando o *software* VOSviewer; mapeamento terminológico em que se recomenda um alinhamento terminológico dos candidatos a termos obtidos na fase anterior com recursos léxicos disponíveis e referentes às temáticas definidas para a análise. A representação do conhecimento se propõe a produzir os artefatos explicitados textualmente. Recomenda-se novamente uma validação pelos especialistas de domínio, pois a intenção é gerar os produtos finais do processo de modelagem e análise. Duas fases podem ser executadas tanto em sequência como de forma independente uma da outra:

- desenvolvimento e aplicação de sistemas de organização do conhecimento que se refere à elaboração de um formato de representação diferente do textual linear. Dessa forma, desde formatos unidimensionais, como listas de termos, até os mais elaborados em estrutura e funcionalidade, como as ontologias, podem ser elaborados. Nessa fase, ainda, desenvolvem-se aplicações dos SOC para diversos processos de Gestão da Informação e do Conhecimento como, por exemplo, taxonomias navegacionais multifacetadas, que podem ser empregadas na construção de expressões booleanas de busca em bases de dados ou, ainda, estruturas conceituais como as redes semânticas que podem ser representadas no *software* yEd (yWorks, 2019);

- execução de gestão terminológica com o emprego de ferramentas e técnicas de gestão terminológica como, por exemplo, identificação de contextos visando definir os termos associados à temática delimitada no início do processo. O *software* livre e-Termos (Oliveira, 2009) é recomendado pois foi construído especificamente para esse fim, incluindo a operacionalização de praticamente todas as 4 etapas deste processo. Além disso, o e-Termos também atende as funcionalidades de um repositório de dados terminológicos.

Adicionalmente, alguns pontos específicos de operacionalidade do processo descrito acima, merecem um olhar mais atencioso: na escolha das tecnologias de suporte ao processo, baseados no exercício empírico de realização de mapeamento, organização e representação do conhecimento, algumas ferramentas metodológicas e alguns *softwares* revelaram-se bastante adequados.

O *software* VOSviewer tem se revelado muito satisfatório, oferecendo excelentes funcionalidades de edição e visualização de sistemas de conceitos. O bom desempenho de extração automática de termos deve ser atestada pelos especialistas de domínio que reconhecem nos termos propostos pelo *software* as formas lexicais apropriadas para os conceitos, referendando a Teoria do Conceito (Dahlberg, 1978), que embasa a concepção do processo aqui apresentado. Além disso, o *software* que se propõe a elaborar graficamente um panorama do domínio analisado, fornece métricas associadas à terminologia que viabiliza análises e abordagens relacionadas à análise de redes (centralidades, comunidades) e às geometrias do conhecimento, mais especificamente aos conceitos recentes de “espaço conceitual” (Gärdenfors, 2014) e “esfera semântica” (Lévy, 2011).

4 Conclusões

As melhorias e o aumento das opções de visualização dos dados e informações, assim como a agregação de recursos de semântica computacional, trazem novas possibilidades de *insights* cognitivos para o reconhecimento de padrões em sistemas conceituais complexos. Dessa forma, as soluções relatadas no presente artigo aumentam a aplicabilidade e o uso efetivo de dados e informações em processos envolvendo o desenvolvimento e aplicações de inovações em Ciência & Tecnologia, apontando tendências, oportunidades e desafios em contextos mais organizados de domínios do conhecimento. Em nível mais operacional, as soluções metodológicas e tecnológicas aqui apresentadas trazem facilidades nos processos de reunião, processamento, compartilhamento e disseminação do conhecimento, explorando o potencial de linguagens híbridas e complementares de representação. Isso permite uma melhor apreensão desses conteúdos informacionais em diversos níveis de reuso.

Referências

- Bassecouard, E. & Zitt, M. (1999). Indicators in a research institute: A multi-level classification of scientific journals. *Scientometrics*, 44 (3), 323-345.
- Cahlik, T. (2000). Comparison of the maps of science. *Scientometrics*, 49(3), 373-387.
- Callon, M. & Law, J. (1983). From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Social Science Information*, 22, 191–235.
- Chen, C., & Song, M. (2017). *Representing Scientific Knowledge: The Role of Uncertainty*. Springer International Publishing.
- Clauser, J., & Weir, S. M. (1976). *Intelligence research methodology: An introduction to techniques and procedures for conducting research in defense intelligence*. Washington: Defense Intelligence School.
- Dahlberg, I. (1978). Teoria do conceito. *Ciência da informação*, 7(2), 101-107.
- Erosheva, E., Fienberg, S. & Lafferty, J. (2004). Mixed-membership models of scientific publications. In *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 5220 – 5227.
- Gärdenfors, P. (2014). *The Geometry of Meaning: Semantics Based on Conceptual Spaces*. Cambridge MA: MIT Press.
- Garfield, E. (1994). Scientography: Mapping the tracks of science. *Current Contents: Social & Behavioural Sciences*, 7(45), 5-10^[1]_{SEP}
- Griffiths, T. L. & Steyvers, M. (2004). Finding scientific topics. In: *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 5228 –5235.
- Hjørland, B. (1997). *Information seeking and subject representation: an activity-theoretical approach*

to information science. Westport: Greenwood Press.

- Levine, D., Strother-Garcia, K., Hirsh-Pasek, K. & Golinkoff, R. M. (2017). Names for things... and actions and events: following in the footsteps of Roger Brown. In: Fernández, E. M., & Cairns, H. S. Ed. (2017). *The Handbook of Psycholinguistics*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lévy, P. (2011). *The semantic sphere 1: computation, cognition, and information economy*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Leydesdorff, L. (1997). Why words and co-words cannot map the development of the sciences. *Journal of American Society of Information Science*, 48, 418–427.
- Noyons, E. C. M., Moed, H. F. & Luwel, M. (1999). Combining mapping and citation analysis for evaluative bibliometric purposes: a bibliometric study. *Journal of American Society of Information Science*, 50, 115–131.
- Oliveira, L. H. M. (2009). *E-TERMOS: Um ambiente colaborativo web de gestão terminológica*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- Salvador, M. R., & Lopez-Martinez, R. E. (2000). Cognitive structure of research: Scientometric mapping in sintered materials. *Research Evaluation*, 9, 189-200.
- Shiffrin, R. M., & Börner, K. (2004). Mapping knowledge domains. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (Suppl 1), 5183–5185.
- Soergel, D. (2008). Digital Libraries and Knowledge Organization Systems. In: Kruk, S. Ed. (2008). *Semantic Digital Libraries*. Springer.
- Torres, T. Z., Pierozzi Jr, I., Pereira, N. R., & De Castro, A. (2011). Knowledge management and communication in Brazilian agricultural research: An integrated procedural approach. *International Journal of Information Management*, 31(2), 121-127.
- Waltman, I., van Eck, N. J., & Noyons, E. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, 4 (4), 629-635.
- Wilson, T. D. (2002). The nonsense of knowledge management. *Information research*, 8(1), 8-1.
- Yworks. yEd Graph Editor: High-quality diagrams made easy. Retrieved from <https://www.yworks.com/products/yed>.
- Zhao, D., & Strotmann, A. (2008). Evolution of research activities and intellectual influences in information science 1996–2005: Introducing author bibliographic-coupling analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59 (13), 2070-2086.