

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

**A CONTRIBUIÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NA
ESPECIFICAÇÃO DE ONTOLOGIAS: APLICAÇÃO EM
REDES COLABORATIVAS**

Karla Simony Gurgel de Andrade
Graduada em Análise de Sistemas

Dissertação submetida para satisfação parcial dos
requisitos do grau de mestre em
Gestão da Informação

**Dissertação realizada sob a orientação do
Professor Doutor António Lucas Soares,
do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

Porto, Outubro de 2008

RESUMO

O presente trabalho apresenta como objectivo central o desenvolvimento de uma metodologia para a especificação de uma ontologia no domínio da avaliação de desempenho de redes colaborativas de organizações. Vivemos actualmente numa “época de avaliação” onde as organizações necessitam cada vez mais de justificar o seu desempenho; a avaliação de performance das redes é uma necessidade crescente porque as redes possuem altas taxas de insucesso e por esta razão as organizações devem ter uma atitude realista perante a participação em redes.

Para conceber um sistema de gestão de desempenho de uma rede colaborativa é necessário em primeiro lugar criar uma semântica comum para a linguagem usada nos vários domínios da rede. Esta semântica comum deverá ser criada de uma forma colaborativa. O método a desenvolver basear-se-á nos métodos da engenharia de requisitos (em particular métodos de cenários) para chegar a uma conceptualização partilhada dos domínios envolvidos, nomeadamente o da avaliação de desempenho. A prototipagem rápida terá como plataforma uma ferramenta para criar mapas de conceitos.

No processo de construção de uma ontologia, muitas vezes os desenvolvedores usam critérios próprios e não uma metodologia específica, o que pode levar a uma prática comum que é passar directamente do passo de aquisição do conhecimento para o passo de implementação, gerando assim diversas dificuldades. É necessária então a adopção de uma metodologia para reduzir o surgimento de problemas. Das várias metodologias existentes, as que consideram a construção colaborativa têm a grande vantagem de, em sua conceptualização, reflectir as diferentes visões e diferentes experiências dos envolvidos no processo, resultando numa ontologia muito mais elaborada.

As investigações realizadas na área da ontologia e da Web Semântica apontam para um futuro onde as ontologias são várias, pequenas e contextualizadas. Desenvolver uma ontologia deverá ser uma tarefa simples e realizada por engenheiros de software e não por especialistas em desenvolvimento de ontologias. Actualmente nenhuma metodologia para o desenvolvimento de ontologias é considerada completamente madura, muitas não consideram o desenvolvimento colaborativo e concentram-se nos aspectos de modelagem, sendo vagos no que diz respeito a elicitação dos conceitos e dos relacionamentos. A Engenharia de Requisitos no entanto, possui metodologias centradas na captura, modelagem, análise e elicitação das reais necessidades do utilizador, podendo assim contribuir enormemente para a construção de ontologias centradas no estabelecimento de estratégias de elicitação.

Palavras-Chave: Ontologia; Engenharia de Requisitos; Redes Colaborativas; Colaboração; Avaliação de Desempenho; Gestão da Informação; Mapas Conceptuais.

ABSTRACT

This study presents as a central goal, the development of a methodology for the specification of an ontology in the performance evaluation of organizations collaborative networks. We live now in a "time of evaluation" in which organizations increasingly need to justify their performance. The network performance evaluation is a growing need because the networks have high rates of failure and for this reason the organizations should have a realistic attitude before engaging in networks.

To develop a system of performance management of a collaborative network, it is necessary first to create a common semantic for the language used in several areas of the network. This common semantics should be created in a collaborative manner. The method to be developed will be based on requirements engineering methods (in particular scenarios methods) to reach a shared conceptualization of the involved areas, particularly the performance evaluation. The rapid prototyping will be done through the use of a tool to create concept maps.

In the process of building an ontology, the developers often use their own criteria rather than a specific methodology, which can lead to a common practice that is passed directly from the knowledge acquiring step to the implementation step, thereby generating a variety of difficulties. It is then necessary to adopt a methodology to reduce the arising of problems. Of the various methodologies available, those regarding the collaborative development have the great advantage of, in its conceptualization, reflecting the different views and different experiences of those involved in the process, resulting in a much more elaborate ontology.

The research done in the ontology and the Semantic Web field, point to a future where ontologies are numerous, small and contextualized. Develop an ontology should be a simple task, performed by software engineers and not by specialists in ontology development. Currently, no methodology for the ontology development is considered completely mature. Many do not consider the collaborative development and focus on those aspects of modeling being vague with regard to elicitation of the concepts and relationships. The engineering requirements however, have focused on methodologies for capturing, modeling, analyzing and eliciting the real user's needs, thus contributing greatly to the ontology development focused on establishing elicitation strategies.

KeyWords: Ontology; Requirements Engineering; Collaborative Network; Collaboration; Performance Evaluation; Knowledge Management; Concept Maps.

AGRADECIMENTOS

Ao alcançar a fase final deste trabalho, uma frase me vem à mente: “A mente que se abre para uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original” (Albert Einstein). É uma síntese daquilo que acredito e que guiou os meus esforços nesta jornada de 2 anos, e a minha mente, sempre predisposta a aprender, jamais voltará ao seu tamanho original.

Nada teria sido possível sem o apoio do Programa Alβan, Programa de bolsas de alto nível da União Europeia para América Latina, que me contemplou com a bolsa nº E06M101045BR. Agradeço portanto aos dirigentes e colaboradores deste programa, que como a tantos outros estudantes, ajudou-me a concretizar um grande sonho, que nasceu da grande paixão que sinto por este país e que hoje transforma-se em uma enorme conquista.

Quero agradecer ao meu orientador, Professor António Lucas Soares, o apoio científico, a paciência, a compreensão e o interesse mostrado durante toda a execução deste trabalho, que me guiou e orientou em cada etapa desta dissertação.

Agradeço aos meus pais e a minha querida prima Silvana, que apesar da distância de um oceano, estiveram sempre presentes, a motivarem e transmitirem confiança em minha capacidade de ultrapassar os obstáculos e as dificuldades inerentes a todo recomeço de uma vida tão longe da família.

Quero agradecer também a todos os colegas do mestrado que ajudaram-me nesse recomeço, que estiveram presentes nos momentos bons e nos não tão bons assim, aqueles com quem aprendi e que fizeram-me sentir que estava em casa e que nesta nova casa, eu tinha amigos verdadeiros. Agradeço aos meus grandes amigos Vitor Santos e Bruno Paulino, que mais do que amigos, são parte de minha história.

Há alguns anos tracei este objectivo e a conclusão desta dissertação representa o fim de uma etapa, não o fim do processo. Inicia-se agora uma nova fase, com novos desafios, os quais enfrentarei com a mesma paixão, determinação, confiança e entusiasmo que sempre guiaram os meus passos em busca da realização dos meus sonhos.

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	Razões, Motivações e Questões de Investigação	1
1.2	Relevância e Objectivos de Investigação	2
1.3	Metodologia	4
1.4	Contribuições deste Trabalho	5
1.5	Estrutura da Dissertação	5
2	Desenvolvimento Colaborativo de Ontologias	7
2.1	O Estado da Arte no Estudo das Ontologias	7
2.2	Desenvolvimento de Ontologias	20
2.3	Desenvolvimento Colaborativo	30
2.4	Problemas e Necessidades de Investigação	33
3	A Engenharia de Requisitos e o Desenvolvimento de Ontologias	34
3.1	Visão Geral dos Processos da Engenharia de Requisitos	34
3.2	Framework da Engenharia de Requisitos	36
3.3	Especificação de Ontologias como um Problema de Elicitação de Requisitos	49
4	OntoScene: um método para especificação de ontologias baseado em cenários	55
4.1	Visão Geral do Método	55
4.2	Mapas Conceptuais como uma Ferramenta para Construir Conceptualizações Partilhadas	56
4.3	A Metodologia OntoScene	63
5	Aplicação do método OntoScene para gerir a informação em um projecto de investigação	82
5.1	Visão Geral do Projecto pmColNet	82
5.2	Como uma Ontologia Pode Prover Suporte aos Processos e Tarefas de Gestão da Informação do pmColNet	83
5.4	Análise dos Resultados e Considerações sobre a Aplicação da Metodologia	111
6	Conclusões e Trabalhos Futuros	114
6.1	Conclusões	114
6.2	Trabalhos Futuros	116
	Referências	119
	Anexo A	124
	Anexo B	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustração 1 - Metodologia aplicada na realização do trabalho	4
Ilustração 2 - Exemplo de uma ontologia do domínio dos circuitos electrónicos.....	10
Ilustração 3 - Exemplo de uma base de conhecimentos de circuitos electrónicos	11
Ilustração 4 - Classificação das Ontologias.....	14
Ilustração 5 - Exemplo de uma ontologia informal	14
Ilustração 6 - Modelo UML de uma ontologia.....	15
Ilustração 7 - Fases para a construção da base de dados Cyc.....	21
Ilustração 8 - Passos da metodologia Uschold & King.....	22
Ilustração 9 - Metodologia KACTUS	24
Ilustração 10 - Methontology.....	25
Ilustração 11 - Passos da metodologia DILIGENT	27
Ilustração 12 - Modelo de Colaboração	32
Ilustração 13 - Contexto de Definição de Requisitos	36
Ilustração 14 - Cenário das transacções efectuadas pelo utilizador da biblioteca.....	47
Ilustração 15 – Processo de desenvolvimento de uma ontologia	51
Ilustração 16 - Documento de esp. de requisitos da ontologia	51
Ilustração 17 - Mapa conceptual comparativo entre Eng. de Requisitos e Eng. de Ontologias.....	53
Ilustração 18 - Exemplo de um mapa conceptual Fonte:	57
Ilustração 19 - Mapa conceptual NASA para apres. inf. Ref. à exploração do planeta Marte	62
Ilustração 20 - Processos da metodologia OntoScene	66
Ilustração 21 - Esquema de um mapa conceptual	74
Ilustração 22 - Processo para publicação da versão final do mapa conceptual	75
Ilustração 23 - Cronograma das actividades a serem realizadas no pmColNet	92
Ilustração 24 - Home page do portal pmColNet.....	93
Ilustração 25 – Mapa conceptual desenvolvido no projecto RCED.....	96
Ilustração 26 - Mind Map da avaliação de desempenho	97
Ilustração 27 - pmColNet - processo colaborativo de construção do mapa conceptual.....	99
Ilustração 28 - Visualização da lista de mapas conceptuais no servidor INESC Porto.....	99
Ilustração 29 - Mapa conceptual da avaliação de desempenho de redes colaborativas.....	100
Ilustração 30 - Mapa conceptual dos 3 componentes que suportam uma rede	101
Ilustração 31 - Storytelling 1 - cena 1.....	103
Ilustração 32 - Storytelling 1 - cena 2.....	104
Ilustração 33 - Storytelling 1 - cena 3.....	104
Ilustração 34 - Storytelling 1 - cena 4.....	105
Ilustração 35 - Storytelling 1 - cena 5.....	105
Ilustração 36 - Storytelling 1 - cena 6.....	106
Ilustração 37 - Storytelling 2 - cena 1.....	107
Ilustração 38 - Storytelling 2 - cena 2.....	108
Ilustração 39 - Storytelling 2 - cena 3.....	108
Ilustração 40 - Storytelling 2 - cena 4.....	109
Ilustração 41 - Storytelling 2 - cena 5.....	109
Ilustração 42 - Storytelling 2 - cena 6.....	110
Ilustração 43 - Storytelling 2 - cena 7.....	110

LISTA DE ABREVIATURAS

CLT	Cluster
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
DAML	DARPA Agent Markup Language
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
EO	Engenharia de Ontologias
ER	Engenharia de Requisitos
ESVC	Enterprise Sponsored Virtual Communities
HCM	Human Computer Interaction
INESC Porto	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto
KIF	Knowledge Interchange Format
OIL	Ontology Inference Layer
pmColNet	Performance Management in Collaborative Network
RC	Rede de Compras
RCED	Redes Colaborativas de elevado desempenho no Norte de Portugal
RD	Rede de Distribuição
RDF	Resource Description Framework
RIDi	Rede de Investigação, Desenvolvimento e Inovação
RP	Rede de Produção
SHOE	Simple HTML Ontology Extensions
SC	Supply Chain
TOVE	TOronto Virtual Enterprise
UNSPSC	United Nations Standard Products and Services Code
VBE	Virtual Breeding Environment
VO	Virtual Organization
XML	Extensible Markup Language
XOL	Ontology Exchange Language

1 Introdução

1.1 Razões, Motivações e Questões de Investigação

O papel de uma ontologia é capturar o conhecimento partilhado em um dado domínio, transformar esse conhecimento em conceitos e relacionamentos entre os conceitos e representá-los através de um vocabulário formal, que possa ser utilizado de maneira comum e que favoreça a partilha e reutilização da informação.

Na linguagem natural, muitas vezes dependemos do contexto para interpretar a semântica de um determinado termo, o que pode ocasionar mal entendidos. Ao fornecer um vocabulário rígido para representar o conhecimento, as ontologias evitam assim as interpretações ambíguas, dado que há uma descrição exacta para cada termo.

O que difere uma ontologia de uma taxonomia ou de um vocabulário de termos utilizados em uma empresa, é o facto de que através das ontologias é possível realizar inferências, deduções por meio de raciocínio sobre os objectos que compõem o domínio.

A partilha e a reutilização dos conceitos que compõem uma ontologia são aspectos de suma importância, uma vez que diminuem o “retrabalho” daqueles que desenvolvem aplicações dentro de um mesmo domínio do conhecimento. Por exemplo, uma ontologia criada para o domínio das bibliotecas poderá ser reutilizada por várias outras bibliotecas, já que o vocabulário é o mesmo, assim não será necessário analisar e modelar novamente o mesmo domínio. É possível também criar uma ontologia mais genérica e a partir dela, desenvolver outras mais específicas.

A tarefa de construir uma ontologia no entanto, pode não ser tão simples e muitas vezes é levada a cabo de maneiras que podem dificultar ou até impedir o propósito para o qual ela foi criada.

De acordo com (Felicíssimo et al., 2003), muitos desenvolvedores não seguem uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias, fazem uso apenas de seus conhecimentos particulares sobre o domínio a ser modelado, suas próprias percepções. Isto acontece muitas vezes porque a tarefa de desenvolvimento é atribuída aos peritos do domínio em questão, por achar-se que, sendo especialistas naquele assunto, são as pessoas mais indicadas para levar a cabo a função de desenvolver a ontologia.

Quando o desenvolvedor não segue uma metodologia específica e vai directo ao passo da implementação, surgem sérias dificuldades como:

- As ideias, as razões pelas quais um determinado termo foi definido daquela maneira, ou as restrições atribuídas a um dado conceito, ficam implícitas no código da implementação.
- O facto das decisões tomadas pelo desenvolvedor estarem implícitas no código, dificulta o entendimento de outros desenvolvedores que desejem fazer uso da mesma ontologia, para por exemplo criar outra mais específica.
- O mesmo facto citado acima dificulta a manutenção da ontologia, caso o responsável pelo seu desenvolvimento saia da empresa, por exemplo, e a tarefa seja incumbida a outra pessoa.

(Simperl et al., 2006) afirma que é fundamental adoptar uma técnica que reduza o surgimento desses problemas. Um framework metodológico que seja capaz de prover importantes benefícios, estruturar os processos e assim quebrar sua complexidade, transformando-os em tarefas capazes de serem geridas.

1.2 Relevância e Objectivos de Investigação

Há diversas metodologias para a construção de ontologias, muitas delas não consideram a construção colaborativa e uma grande parte preocupa-se mais com os aspectos de modelagem em detrimento de aspectos importantes, como a elicitación dos termos. As metodologias voltadas à uma construção colaborativa beneficiam-se dos diferentes pontos de vista e experiências das várias pessoas envolvidas no processo. Como resultado, tem-se uma ontologia mais rica e mais propensa a ser aceita por todos.

Além da colaboração, há outros aspectos que devem ser considerados no processo de construção de uma ontologia, como por exemplo a elicitación. A Engenharia de Requisitos possui metodologias centradas na captura, modelagem, análise e elicitación das reais necessidades do utilizador.

Na presente dissertação será apresentado o trabalho realizado no âmbito do projecto pmColNet (Performance Management in Collaborative Network), cujo principal objectivo é criar uma abordagem multi-paradigma para a gestão do desempenho em Redes Colaborativas, onde será desenvolvido um sistema baseado em tecnologias colaborativas para apoiar a avaliação de desempenho de redes interorganizacionais, mais especificamente, redes colaborativas de curta duração. A investigação realizada no âmbito deste projecto é justificada pela ausência de resultados teóricos e práticos relativamente às ferramentas metodológicas que apoiam uma visão situacional e contextual da avaliação de desempenho das redes. Os estudos realizados têm-se focado nas estruturas e nos processos que contribuem para o sucesso global da rede, bem como nos resultados da actuação da rede, na forma como esses resultados podem ser medidos.

Há um forte grau de complexidade na avaliação de performance de redes, por exemplo, não é uma tarefa simples escolher os critérios apropriados que deverão ser aplicados na avaliação, para cada critério deverá haver um conjunto de indicadores que permitirão fazer sua medição e essa escolha poderá depender dos propósitos da avaliação, do tipo de rede ou de outros tantos factores. Portanto a avaliação é de certa forma um processo político, colaborativo e que pode apresentar resultados imprevisíveis, mesmo porque os stakeholders normalmente têm diferentes interesses.

Para atingir seus objectivos, a equipa do pmColNet deverá elaborar modelos de informação inovadores, serão aplicados métodos multi-critério e o resultado deverá ser um protótipo de um sistema de informação para avaliação de desempenho da rede. No entanto, para criar um sistema de gestão

de performance é necessário inicialmente criar uma semântica única para a linguagem que será utilizada no domínio do conhecimento em questão. Essa semântica comum deverá ser criada de uma forma colaborativa. Decidiu-se portanto desenvolver uma ontologia para conceptualizar o domínio e assim facilitar a comunicação e a disseminação da informação entre os participantes. A construção de uma ontologia, conforme dito anteriormente, deve apoiar-se em uma metodologia, que deve preferencialmente ser colaborativa e preocupar-se com os aspectos referentes à elicitação dos termos e relacionamentos, pelo que é aconselhável a adopção de técnicas da engenharia de requisitos que conduzam o processo.

Neste contexto, a questão central de investigação para esta dissertação é:

Como a Engenharia de Requisitos pode contribuir na especificação de ontologias?

Para responder a esta questão, pretende-se com este trabalho desenvolver um método para a especificação de uma ontologia de avaliação de desempenho numa rede colaborativa de organizações, contribuindo para a referida abordagem construtivista no que diz respeito aos modelos de informação. A metodologia desenvolvida tem como base as técnicas utilizadas pela Engenharia de Requisitos como forma de se chegar a uma conceptualização partilhada dos domínios envolvidos, particularmente o da avaliação do desempenho. A prototipagem rápida será realizada através do uso da ferramenta Cmap Tools, que permite a construção colaborativa de mapas de conceitos. Após a conceptualização será utilizada a técnica de cenários para elicitação das funcionalidades que a ontologia poderá prover. A aplicação da metodologia desenvolvida neste trabalho, no âmbito de um projecto de investigação, deve ser capaz de apresentar como resultado os benefícios alcançados em razão da utilização de técnicas da ER nos processos que compõem a metodologia.

Desta forma, os objectivos deste trabalho são:

1. Realização de um estudo sobre o estado da arte da Engenharia de Ontologias;
2. Realização de um estudo sobre a aplicabilidade de métodos e ferramentas da Engenharia de Requisitos na especificação de ontologias;
3. Criação de uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias num ambiente colaborativo, baseada em métodos da Engenharia de Requisitos;
4. Desenvolvimento colaborativo de uma ontologia genérica e informal do domínio da avaliação de desempenho de redes colaborativas.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho é portanto o estudo de caso, que permitiu a aplicação da metodologia em um projecto de investigação, tendo sido possível assim validar os resultados alcançados. Entretanto, inicialmente foi necessário realizar uma investigação exaustiva do estado da arte da Engenharia de Ontologias, como forma de obter o conhecimento necessário para o desenvolvimento da metodologia, bem como foi necessário realizar um estudo no campo da Engenharia de Requisitos e também no domínio das redes colaborativas, embora esse último não tenha sido um estudo muito aprofundado, uma vez que não havia a intenção de obter o conhecimento de um perito, mas apenas o suficiente para perceber as questões envolvidas, a problemática e como os objectivos deste trabalho poderiam ir de encontro aos objectivos do projecto pmColNet.

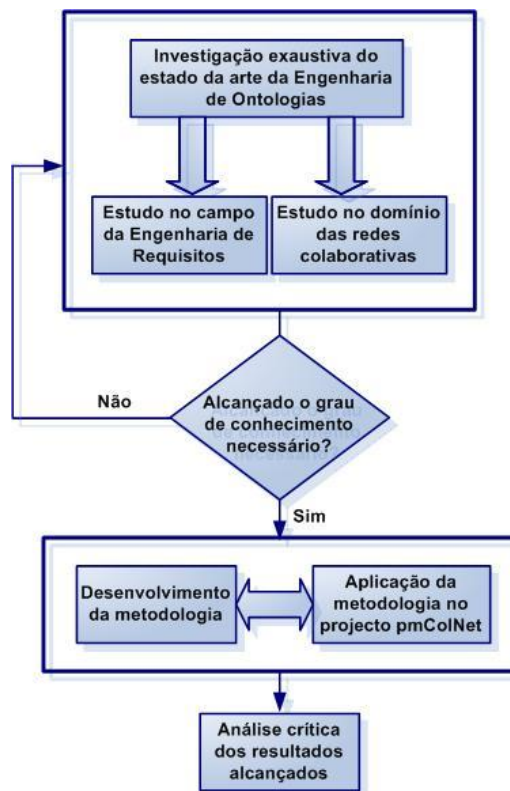


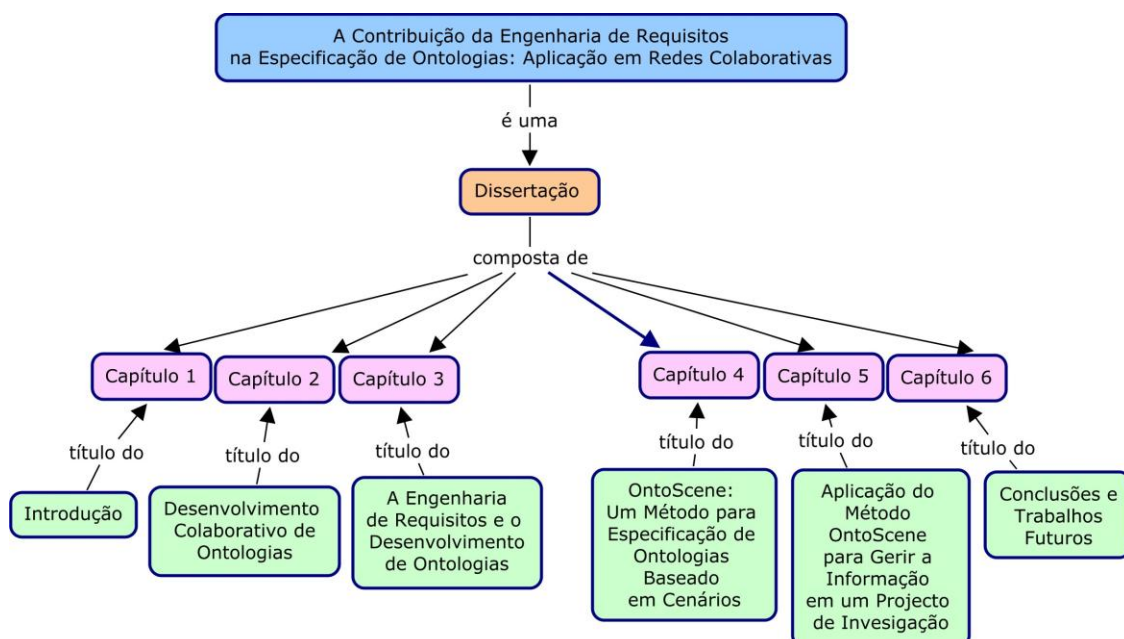
Ilustração 1 - Metodologia aplicada na realização do trabalho

1.4 Contribuições deste Trabalho

Com a criação de uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias, baseada nas metodologias aplicadas no desenvolvimento de software, o presente trabalho pretende mostrar os resultados práticos obtidos com estudo de caso realizado no âmbito do projecto pmColNet. A intenção é mostrar que a Engenharia de Ontologias pode e deve utilizar as técnicas da Engenharia de Requisitos, pois tais técnicas são comprovadamente eficazes, principalmente na fase de elicitação dos requisitos. Pretende-se com este trabalho mostrar a importância de construir uma ontologia de forma colaborativa e seguindo uma metodologia que suporta principalmente a fase que corresponde à elicitação dos termos que farão parte da ontologia, bem como a elicitação das funcionalidades que serão por ela providas.

1.5 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está estruturada em 6 capítulos, apresentados a seguir:



- No capítulo 1, que agora se encerra, faz-se um enquadramento do trabalho, justificam-se suas razões, a motivação que levou ao seu desenvolvimento e os objectivos a atingir.
- O capítulo 2 apresenta um estudo exaustivo do estado da arte da Engenharia de Ontologias, os conceitos, as vantagens no uso das ontologias e quais as principais áreas de aplicação. Traz também uma relação das principais linguagens, metodologias (não colaborativas e colaborativas) e ferramentas para a construção de ontologias. Ainda faz parte deste capítulo um estudo mais aprofundado sobre o desenvolvimento colaborativo e como o mesmo pode acrescentar valor no processo de construção de ontologias.

- O capítulo 3 aborda como a Engenharia de Requisitos pode contribuir no processo de construção de ontologias, centrada no estabelecimento de estratégias de elicitação. Inicialmente é apresentado um estudo sobre o estado da arte da Engenharia de Requisitos e as fases que a compõem com foco na Elicitação, uma vez ser esta a fase que será tratada com mais detalhes e que irá contribuir de forma decisiva na construção da metodologia desenvolvida neste trabalho. São abordadas também as dificuldades encontradas durante a Elicitação, as técnicas mais utilizadas, em particular a técnica de cenários, escolhida para ser aplicada no processo de elicitação das funcionalidades que a ontologia deverá prover. O capítulo se encerra com o estudo realizado sobre as falhas encontradas na especificação de ontologias, quando esta fase não é tratada como um problema de elicitação de requisitos.
- O capítulo 4 apresenta OntoScene: um método para especificação de ontologias baseado em cenários. Inicialmente é fornecida uma visão geral do método, a razão pela qual o mesmo foi criado e seus potenciais benefícios. A seguir é explicado como os mapas conceptuais podem ser úteis na construção de conceptualizações partilhadas, seguida de uma apresentação da ferramenta CmapTools, utilizada neste trabalho para construir e representar o conhecimento no domínio da avaliação de desempenho de redes. Ainda faz parte deste capítulo a descrição detalhada de cada uma das 6 etapas que constituem a metodologia OntoScene e os aspectos que foram considerados em cada fase de seu desenvolvimento, com ênfase no uso da técnica de cenários para elicitar os requisitos das funcionalidades que serão providas pela ontologia.
- O capítulo 5 aborda como o método OntoScene é utilizado para gerir a informação em um projecto de investigação, mais especificamente no pmColNet. Inicialmente é feita uma apresentação do projecto, seus objectivos e os motivos pelos quais foi decidido desenvolver uma ontologia para ser aplicada no mesmo. Em razão da ontologia estar inserida no domínio da avaliação de desempenho de redes colaborativas, houve a necessidade de apresentar uma visão geral desse domínio, para que as questões envolvidas no processo de construção pudessem ser melhor compreendidas. A seguir é realizada uma explanação dos experimentos realizados, onde foram seguidos todos os passos referentes a cada etapa da metodologia, no âmbito do pmColNet. Tais experimentos representam portanto o estudo de caso realizado neste trabalho e constituem uma forma de validar a eficácia do método. O capítulo encerra-se com uma análise crítica dos resultados obtidos com o experimento e algumas considerações sobre a metodologia.
- O capítulo 6 é constituído de duas secções. A primeira traz as conclusões obtidas deste trabalho, que inclui a pertinência do tema escolhido, as dificuldades encontradas durante sua realização, as lições aprendidas ao longo de seu desenvolvimento e uma análise mais profunda da aplicabilidade, eficácia e potencialidade da metodologia OntoScene. A segunda secção descreve os trabalhos futuros que se pretende realizar, como forma de obter um conhecimento mais apurado e uma validação mais eficaz da metodologia e das questões aqui envolvidas.

2 Desenvolvimento Colaborativo de Ontologias

2.1 O Estado da Arte no Estudo das Ontologias

Segundo (Gasevic et al., 2006), a palavra ontologia vem do grego ontos+logoi, que significa “conhecimento do ser”. Tem sua origem na parte da filosofia que preocupa-se com a natureza do ser. Mais precisamente, é o estudo das categorias das coisas que existem em um determinado domínio.

Ainda segundo o autor, informalmente, a ontologia de um certo domínio refere-se à sua terminologia, todos os conceitos fundamentais sobre esse domínio específico, sua taxonomia, relacionamentos e axiomas¹. Formalmente, para um domínio D, que utiliza uma linguagem L, uma ontologia provê um catálogo daquilo que é assumido existir dentro de D.

O termo ontologia foi posteriormente adoptado pelas comunidades de Ciências da Computação e Ciências da Informação, e lhe foi atribuída a definição de ser um modelo de dados que representa um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos entre esses conceitos.

Na última década a palavra ontologia tornou-se uma palavra em moda dentro da Comunidade de Engenharia do Conhecimento. “Temos visto muitas definições a respeito do tema, muitas das quais têm sido alteradas com o tempo” (Corcho et al., 2003).

Uma ontologia busca capturar o conhecimento partilhado em um dado domínio e representar esse conhecimento através de um conjunto de conceitos, bem como os relacionamentos existentes entre esses conceitos. Para tal representação, faz uso de um vocabulário formal, que possa ser utilizado de maneira comum e que favoreça a partilha e a reutilização da informação. É utilizada para realizar inferências e deduções por meio de raciocínio sobre os objectos de um domínio.

Ontologias são utilizadas nas mais diversas áreas como por exemplo: Inteligência Artificial, Engenharia do Conhecimento, Design de Bases de Dados, Informática Biomédica, Bibliotecas Científicas, Engenharia de Software e principalmente Recuperação da Informação, Web Semântica e Representação e Gestão do Conhecimento.

Há várias questões que devem ser consideradas quando uma ontologia está a ser construída:

- Que metodologias devo usar para construir a ontologia?
- Devo cria-la de raiz ou posso reutilizar uma ontologia já existente?
- Que metodologias suportam a construção colaborativa?
- Qual o ciclo de vida de uma ontologia?
- Que ferramentas existem e quais as mais usadas?
- Que linguagens existem para implementação de ontologias?

¹ Sentença ou proposição que não é provada ou demonstrada e é considerada como óbvia ou como um consenso inicial necessário para a construção ou aceitação de uma teoria. Por essa razão, é aceito como verdade e serve como ponto inicial para dedução e inferências de outras verdades.

Fonte: Wikipedia. Consult. em 25-01-2008. Disponível na URL < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Axioma> >

- Qualquer ferramenta de desenvolvimento de ontologias suporta todas as linguagens?

No processo de construção de uma ontologia, muitas vezes os desenvolvedores usam critérios próprios e não uma metodologia específica, o que pode levar a uma prática comum que é passar diretamente do passo de aquisição do conhecimento para o passo de implementação, gerando assim diversos problemas como:

- Os modelos conceptuais da ontologia ficam implícitos no código da implementação
- Dificuldades em reutilizar a ontologia, dado que seu design e decisões do projecto estão implícitas no código
- Problemas de comunicação em razão das dificuldades em perceber-se o código da implementação

É necessária então a adopção de uma metodologia para reduzir o surgimento de tais problemas. Das várias metodologias existentes, as que consideram a construção colaborativa têm a grande vantagem de, em sua conceptualização, reflectir diferentes visões e diferentes experiências dos envolvidos no processo, resultando numa ontologia muito mais elaborada.

2.1.1 Afinal o que é uma ontologia?

Há inúmeras definições para o termo ontologia. (Gruber, 1993) define uma ontologia como sendo uma especificação explícita de uma conceptualização. Onde conceptualização é uma visão simplificada e abstracta do mundo que desejamos representar para algum propósito. Segundo o autor, quando o conhecimento de um dado domínio é representado formalmente, gera um conjunto de objectos e os relacionamentos entre eles, que devem ser representados através de um vocabulário formal.

(Corcho et al., 2003) cita (Borst, 1997), onde o autor modifica a definição de Gruber e acrescenta que “ontologias são definidas como uma especificação formal de uma conceptualização partilhada”. O acréscimo da palavra partilhada traz uma grande contribuição à definição inicial de Gruber, dado que reflecte a noção de que uma ontologia captura o conhecimento consensual, ou seja, não de um único indivíduo, mas sim de um grupo.

(Gómez-Pérez et al., 1999) cita (Chandrasekaran et al., 1999) ao dizer que uma ontologia visa capturar o conhecimento em um dado domínio, de uma forma genérica e prover um entendimento comum sobre esse domínio, que deve ser reutilizado e partilhado.

As ontologias descrevem:

- Indivíduos: objectos, componentes básicos de uma ontologia, podem ser pessoas, animais, números, palavras, etc.

- Classes: conjunto de objectos;
- Atributos: propriedades, características que os objectos podem ter e partilhar;
- Relacionamentos: formas como os objectos podem se relacionar. Normalmente uma relação é um atributo cujo valor é outro objecto na ontologia. O poder das ontologias está muito ligado aos relacionamentos.

Ex: Ford Focus é-um Carro. O relacionamento “é-um” cria uma taxonomia hierárquica. Outro tipo comum de relação é a do tipo “é-parte-de”. Ex: Roda é-parte-de Ford Focus.

Uma ontologia define um vocabulário comum para que investigadores possam partilhar informações sobre um dado domínio, definem conceitos de forma a serem interpretáveis por homens e por máquinas. De acordo com (Noy et al., 2000), algumas razões para o desenvolvimento de ontologias são:

- Partilhar um entendimento comum de uma estrutura de informação, entre pessoas ou agentes de software;
- Possibilitar a reutilização de um domínio do conhecimento;
- Tornar explícitos os pressupostos de um domínio;
- Separar o domínio do conhecimento, do conhecimento operacional;
- Analisar o domínio do conhecimento.

(Noy et al., 2000) cita (Musen, 1992 e Gruber, 1993), para os quais partilhar um entendimento comum de uma estrutura de informação, entre pessoas ou agentes de software, é uma das metas mais comuns no desenvolvimento de ontologias. Por exemplo, se imaginarmos diversos Web sites diferentes, que contêm informações médicas ou provêm serviços de e-commerce. Se esses Web sites partilharem e publicarem os mesmos fundamentos básicos em uma ontologia de termos que todos usem, então os agentes computacionais poderão extrair e agregar informações a partir desses diferentes sites. Os agentes poderão então usar essas informações agregadas para responder a perguntas ou como input para outras aplicações.

Possibilitar a reutilização de um domínio do conhecimento é um campo de investigação que surgiu recentemente. Isso porque se houver a necessidade de construir grandes ontologias, é possível que seja preciso integrar diversas ontologias existentes, que descrevam porções de um amplo domínio. É possível reutilizar uma ontologia mais genérica, como a UNSPSC ontology, que provê uma terminologia para produtos e serviços (www.unspsc.org), e ampliá-la para descrever o domínio de interesse desejado.

Tornar explícitos os pressupostos de um domínio é fundamental para que seja possível implementar mudanças facilmente, caso o conhecimento sobre o domínio mude. Códigos em determinadas linguagens de programação tornam difícil o entendimento e a implementação das mudanças necessárias. Especificações explícitas de um domínio do conhecimento são úteis para os novos utilizadores que precisam aprender o que os termos do domínio significam.

Analisar o domínio do conhecimento é possível, uma vez que a especificação dos termos esteja disponível. A análise formal dos termos é extremamente valiosa para reutilização de ontologias existentes e ampliação das mesmas.

(Guimarães, 2002) cita o artigo Towards distributed use of large-scale ontologies, (Swartout et al., 1997) onde os autores definem que “uma ontologia é um conjunto de termos ordenados hierarquicamente para descrever um domínio que pode ser usado como esqueleto para uma base de conhecimentos”. Isto é, uma ontologia deve possuir termos organizados de uma maneira hierárquica, o que nos remete a uma taxonomia. Segundo (Guimarães, 2002), é possível também dizer que uma das principais utilidades de uma ontologia é a de servir como um "schema" para uma base de conhecimentos, visão muito comum no ramo da gestão de conhecimentos.

Há uma linha ténue que determina onde a ontologia termina e a base de conhecimentos começa. A diferença entre ontologia e base de conhecimentos é que, a ontologia fornece os termos e conceitos em um dado domínio, enquanto a base de conhecimentos usa esses termos para descrever uma determinada realidade. No entanto, se a realidade sofrer algum tipo de alteração, a base de conhecimentos também será alterada, porém a ontologia não sofrerá qualquer modificação.

O exemplo de (Guimarães, 2002) ilustra bem a diferença entre uma ontologia e uma base de conhecimentos:

- Ontologia do domínio dos circuitos electrónicos:

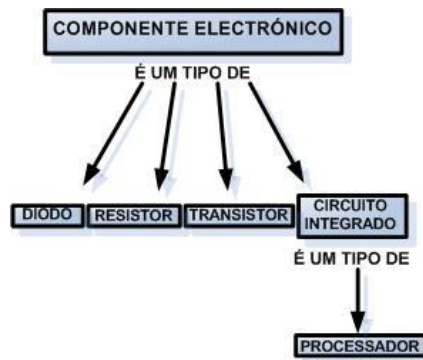


Ilustração 2 - Exemplo de uma ontologia do domínio dos circuitos electrónicos

- Base de conhecimentos que utiliza a ontologia de circuitos electrónicos



Ilustração 3 - Exemplo de uma base de conhecimentos de circuitos electrónicos

Portanto, 10 transistores + 20 resistores + 4 diodos resulta na realidade de um rádio. Ao modificarmos esta realidade para uma TV, a base de conhecimentos terá que ser alterada para 20 transistores + 8 resistores + 15 diodos, no entanto a ontologia continuará a ser a mesma.

(Gómez-Pérez et al., 1999) sumariza alguns princípios que devem ser seguidos quando se decide construir uma ontologia, são eles:

- Clareza e objectividade – o que significa que uma ontologia deve prover o significado dos termos definidos de maneira clara;
- Completude – a definição deve ser completa, de maneira que não permita dúvidas em sua interpretação;
- Coerência – para permitir inferências que sejam consistentes com suas definições.

2.1.2 Vantagens do uso de ontologias

O uso de ontologias traz diversas vantagens, como as citadas abaixo:

- Fornecem um vocabulário formal a ser utilizado para representar o conhecimento, o que evita interpretações dúbias dos conceitos que fazem parte de um determinado domínio. Na linguagem natural, uma mesma palavra pode ter vários significados e isso pode causar confusões pois a interpretação irá depender do contexto no qual a palavra está inserida; o vocabulário formal usado nas ontologias evita que isso aconteça.
- Permitem partilhar o conhecimento. Quando o domínio do conhecimento que faz parte de uma ontologia é bem modelado, pode fazer com que esse conhecimento possa ser partilhado e reutilizado. Por exemplo, uma ontologia para o domínio da indústria de automóveis, onde cada componente é definido formalmente, quando disponível, faz com que várias outras montadoras de automóveis, por exemplo, possam utilizar essa mesma ontologia, ainda que seja

como base para construir uma própria mais específica, sem necessitar refazer a análise do domínio da indústria de automóveis;

- Uma ontologia genérica pode servir de base para outras mais específicas, diminuindo assim o trabalho, tempo e custo de desenvolvimento.

De acordo com (Gasevic et al., 2006), uma ontologia provê um vocabulário para fazer referência aos termos de uma determinada área. Na vida real há diversos e diferentes tipos de vocabulários, o autor cita (McGuinness, 2002), que descreve os seguintes tipos:

- Vocabulário controlado – espécie de catálogo que fornece uma lista finita de termos, com uma interpretação sem ambiguidades;
- Glossário – provê uma lista de termos e seus significados, que no entanto são especificados em linguagem natural e portanto podem ser interpretados de diferentes maneiras, por diferentes pessoas, podendo haver ambiguidades, além de não serem processáveis por computadores.
- Thesaurus – provê alguma semântica adicional, na forma de relacionamentos de sinónimos entre os termos, reduzindo assim a ambiguidade. No entanto não fornece uma hierarquia explícita dos termos.

As ontologias são diferentes de tais vocabulários, porque provêm sentenças lógicas que descrevem quais são os termos dentro de um certo domínio, o que são esses termos, o que significam, como se relacionam com outros termos, que regras são seguidas para fazer a combinação entre os termos e relacionamentos.

Uma ontologia também é diferente de uma taxonomia, na verdade a ontologia contém uma taxonomia e seus conceitos, é uma espécie de extensão do termo, que aprimora e adiciona vários outros componentes, como relacionamentos mais ricos e a possibilidade de se realizar inferências.

2.1.3 O que compõe uma ontologia

De acordo com (Gruber, 1993), o conhecimento nas ontologias é formalizado através de cinco tipos de componentes: classes, relações, funções, axiomas e instâncias. As classes são normalmente organizadas em taxonomias.

Segundo (Gómez-Pérez et al., 1999), uma ontologia é formada pelos seguintes componentes:

- Conceitos, que podem ser abstractos ou concretos, elementares ou compostos, reais ou fictícios. Pode ser qualquer coisa sobre a qual se diz alguma coisa. Os conceitos obedecem a uma hierarquia, ou seja, uma taxonomia. Um exemplo é o conceito homem ser um sub-conceito do conceito ser humano;

- Relações, que representam um tipo de interação entre os conceitos de um domínio. São definidos formalmente. Um exemplo de uma relação binária é: subclasse-de.
- Funções, que são um caso especial de relacionamento onde um conjunto de elementos tem uma relação única com outro elemento. Um exemplo de uma função binária é mãe-de, onde os filhos só podem ter uma única mãe.
- Axiomas, que são usados para modelar sentenças que são sempre verdadeiras. Um exemplo é a sentença todo homem é mortal.
- Instâncias, que são usadas para representar elementos.

2.1.4 Classificação de ontologias

Há diversas classificações de ontologias, (Guimarães, 2002) cita (Maedche, 2002), onde o autor propõe 4 tipos de classificação de ontologias, são eles:

- Ontologias de alto nível - descrevem conceitos muito gerais como tempo, espaço, etc. Tais conceitos são independentes de um domínio específico. É possível ter-se uma ontologia de alto nível compartilhada por comunidades de utilizadores;
- Ontologias de domínio - descrevem um vocabulário relacionado a um domínio genérico, através da especialização de conceitos introduzidos nas ontologias de alto nível. Um exemplo pode ser as ontologias de veículos;
- Ontologias de tarefa - descrevem um vocabulário relacionado a uma tarefa ou actividade genérica, através da especialização de conceitos introduzidos nas ontologias de alto nível;
- Ontologias de aplicação - são mais específicas por serem usadas dentro das aplicações. Especializa conceitos tanto das ontologias de domínio como das de tarefa. Um exemplo pode ser uma aplicação que trabalhe com carros de luxo, há nesse caso uma especialização da ontologia de veículos.

Fica claro então que as ontologias de alto nível são as mais capazes de serem reutilizadas, dado que definem conceitos mais genéricos. As ontologias de aplicação por sua vez, são as menos capazes de serem reutilizadas, dado que definem conceitos específicos de uma aplicação particular.

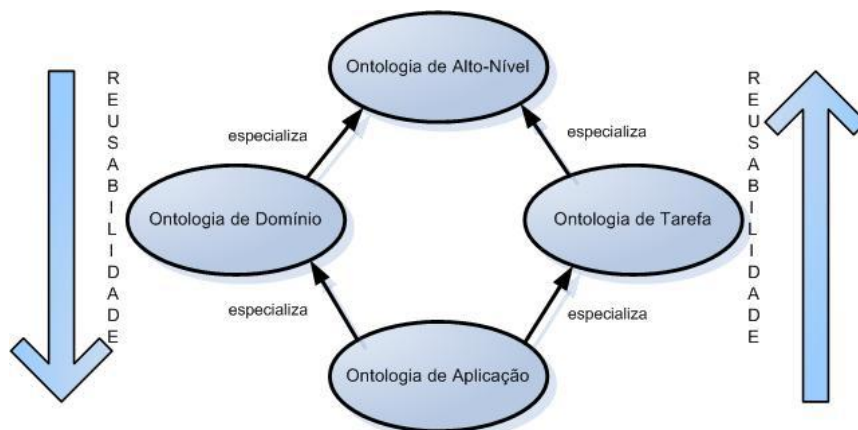


Ilustração 4 - Classificação das Ontologias

2.1.5 Qual a aparência de uma ontologia?

De acordo com (Gasevic et al., 2006), a aparência de uma ontologia depende do nível de abstracção. Quando implementada em um computador, ela tipicamente parece com um ficheiro baseado em XML. Alternativamente podem ser representadas em um computador através do uso de uma linguagem lógica, como KIF. Dado que uma ontologia refere-se sempre a conceitos e seus relacionamentos, ela também pode ser representada graficamente, fazendo-se uso de uma linguagem visual; há ferramentas gráficas para construção de ontologias que são capazes convertê-la posteriormente para XML.

Os humanos podem expressar as ontologias através da linguagem natural, como um conjunto de sentenças declarativas. Entretanto, sentenças expressas em linguagem natural são difíceis de serem processadas por computadores, logo a representação de uma ontologia em um computador exige que a mesma seja expressa em uma linguagem formal.

A figura abaixo representa em um alto nível de abstracção, o exemplo informal de uma rede semântica:

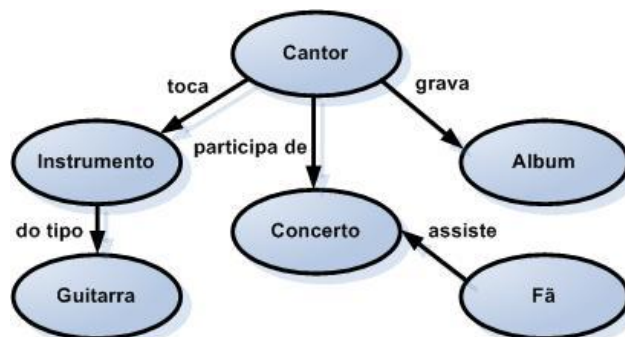


Ilustração 5 - Exemplo de uma ontologia informal

Outra forma de representar a ontologia é através de um modelo UML. A figura abaixo é um exemplo disso, em que os conceitos são os mesmos, mas permite representar as propriedades e a cardinalidade dos relacionamentos.

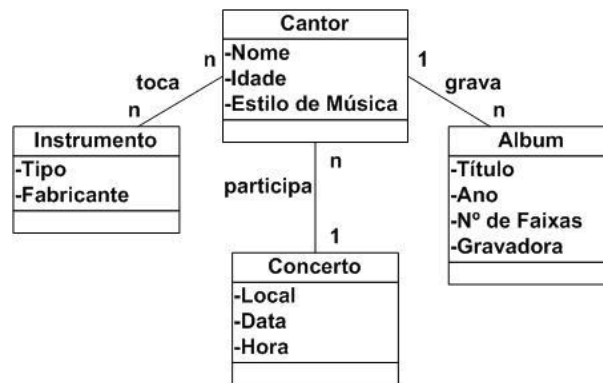


Ilustração 6 - Modelo UML de uma ontologia

2.1.6 Principais áreas de aplicação das ontologias

- Gestão do Conhecimento

Na era do conhecimento as empresas sabem o valor da informação e o quanto ela pode ser vital e representar o seu sucesso ou o seu fracasso. As organizações são diariamente bombardeadas por informações vindas das mais diversas fontes, é preciso haver uma maneira de organizá-las de uma forma que se possa obter a informação certa, no momento certo, com rapidez e segurança.

“Os sistemas de gestão do conhecimento lidam com a aquisição, manutenção e acesso ao conhecimento dentro de uma organização. As ontologias auxiliam fornecendo a estrutura básica sobre a qual se constroem as bases de conhecimentos” (Guimarães, 2002).

- Processamento de Linguagem Natural

O conhecimento do domínio é de suma importância no processamento da linguagem natural, afinal é preciso que haja uma compreensão coerente do texto que se está a processar.

“Textos escritos em linguagem natural geralmente contêm narrações de causalidade ou eventos que são relatados de forma sequencial, nos quais as entidades representam um papel particular. Uma ontologia que suporta a representação de conteúdos textuais deve pelo menos incluir eventos e entidades. O problema está em encontrar a representação mais apropriada para um determinado evento” (Everett et al., 2002).

“As ontologias auxiliam a elucidação de ambiguidades de compreensão existentes no texto. Com a utilização de uma ontologia sobre o domínio de discurso do texto, reduzem-se os problemas de ambiguidade. A ontologia funciona como um dicionário de conceitos dentro do domínio do texto” (Guimarães, 2002).

- Web Semântica

“Actualmente há diversos bilhões de documentos na WWW, os quais são usados por mais de 300 milhões de utilizadores espalhados globalmente, além de outras milhões de Intranets de empresas. O rápido crescimento no volume da informação disponível tem dificultado muito sua procura, organização, acesso e manutenção” (Davies et al., 2003). Há uma frase do escritor John Naisbitt que traduz exactamente esse sentimento: “We are drowning in information and starved for knowledge”. Temos a nossa disposição centenas de milhares de documentos repletos dos mais diversos tipos de informação, no entanto, ao realizarmos uma busca na Internet, é comum recebermos respostas irrelevantes e muitas vezes precisamos perder imenso tempo a procura daquele documento que realmente atende à nossa necessidade.

Tim Berners-Lee propõem então uma Web Semântica, capaz de provê uma optimização na busca e acesso à informação, uma vez que adiciona semântica ao conteúdo das páginas Web. A infra-estrutura requerida inclui uma linguagem apropriada para representação dos dados (XML), tradução para HTML, apresentação (XSL), especificação de metadados (RDF, XML-Schema, DTD) e finalmente o estabelecimento de um padrão apropriado para definir o nível conceptual da metalinguagem ou da ontologia (OWL, DAML-OIL).

Ontologias são a espinha dorsal da Web Semântica, definem estruturas uniformes e partilhadas, que por sua vez definem como a informação na Web é agrupada e classificada, desconsiderando a linguagem de implementação ou a sintaxe usada para representar os dados. O sucesso da Web semântica e suas aplicações dependem largamente da utilização e interoperabilidade de ontologias bem formuladas, baseadas em um ambiente automatizado e heterogéneo.

- Comércio Electrónico

O mundo do comércio electrónico não poderia fechar os olhos para as inovações tecnológicas e passou a adoptar o uso de ontologias em suas aplicações Web. Uma ontologia é capaz de adicionar meta-dados aos produtos e serviços oferecidos pelas empresas na Internet, as buscas realizadas pelos compradores podem ser adaptadas aos interesses do mesmo.

“No Business-to-Business (B2B), a automação de transacções requer uma descrição formal dos produtos. É preciso que haja um entendimento comum dos termos e suas interpretações são capturadas na forma de uma ontologia, permitindo assim uma integração inteligente de informações. No Business-to-Consumer (B2C), as ontologias vêm solucionar algumas dificuldades e fazer com que todas as lojas on-line sigam uma mesma ontologia para descrição de seus produtos e a integração de catálogos de diversas lojas fica muito mais fácil” (Guimarães, 2002).

2.1.7 Abordagens para o desenvolvimento de ontologias

Da mesma forma que há várias abordagens que podem ser aplicadas ao se desenvolver um software, há também diferentes abordagens que podem ser adoptadas na construção de ontologias. (Holsapple et al., 2002) considera 5 abordagens para o design de ontologias:

- Inspiração: ponto de vista individual sobre o domínio.
- Indução: caso específico dentro do domínio.
- Dedução: princípios gerais sobre o domínio.
- Síntese: conjunto de ontologias existentes, onde cada uma provê uma caracterização parcial do domínio.
- Colaboração: múltiplos pontos de vista individuais sobre o domínio.

1. Abordagem Inspirativa

O desenvolvedor começa pela premissa “Porque uma ontologia é necessária?”. Faz uso da sua imaginação, criatividade, ponto de vista pessoal do domínio de interesse e projecta uma ontologia que visa ir de encontro às necessidades detectadas. É importante no entanto considerar a aceitação dos envolvidos, não é aconselhável que o desenvolvedor imponha a adopção da ontologia.

Esta abordagem traz a vantagem de poder gerar um produto final inovador, particular, no entanto esta “vantagem” poderá ser traduzida para “desvantagem” se considerarmos que o resultado final carregará uma visão subjectiva e talvez não muito adequada, do próprio desenvolvedor, dado que este apenas considerou sua visão particular sobre o domínio em questão.

2. Abordagem Indutiva

Nesta abordagem a ontologia é desenvolvida através da observação e análise de um caso específico no domínio de interesse. A ontologia resultante é então aplicada em outros casos do mesmo domínio.

A possibilidade de aplicação de uma mesma ontologia em vários casos pertencentes a um mesmo domínio constitui a vantagem desta abordagem, que no entanto tem dificuldades quando trata-se de domínios menos específicos, uma vez que concentra-se em observar casos particulares.

3. Abordagem Dedutiva

Preocupa-se com a adopção de alguns princípios genéricos, adaptação e aplicação dos mesmos na construção de uma ontologia gerada para um caso específico. Esta tarefa envolve a filtragem de algumas noções gerais que poderão ser adaptadas para um subconjunto particular do domínio. Portanto, a partir de uma ontologia mais genérica, chega-se a uma mais específica e restrita.

4. Abordagem Sintética

O desenvolvedor identifica um conjunto base de ontologias, onde nenhuma substitui a outra. As características dessas ontologias base podem ser posteriormente sintetizadas para a construção de uma ontologia unificada. Por exemplo, há várias ontologias de Gestão do Conhecimento, muitas têm conceitos em comum mas nenhuma delas possui absolutamente todos os conceitos de uma outra. Há uma grande chance dessa abordagem ser aceita pela comunidade de utilizadores, uma vez que reúne características de várias ontologias. É preciso no entanto haver coerência na etapa de sintetização dos conceitos.

5. Abordagem Colaborativa

O desenvolvimento é um esforço comum que reflecte a experiência de diversos pontos de vista das pessoas que intencionalmente cooperam para a construção da ontologia. Neste caso, a possibilidade de aceitação é muito maior, há uma redução dos *blind spots* e seu conteúdo será muito mais rico. Por outro lado, a coordenação do processo de design requer um maior esforço e atenção. É preciso que haja um “mecanismo de consenso”.

Pode-se criar uma ontologia inicial e submetê-la às críticas de todos os participantes, o desenvolvedor revisa a ontologia tendo em atenção as observações feitas pelos participantes e mais uma vez submete-a às críticas dos envolvidos até que todos eles estejam de acordo com o produto final.

(Holsapple et al., 2002) conclui que há prós e contras em todas as abordagens. A inspirativa, por exemplo, pode ser questionada quanto à falta de fundamentos teóricos e assim tornar-se impraticável. Mas pode resultar numa ontologia única e inovadora. A abordagem indutiva pode ajustar-se a um caso específico, mas não pode ser generalizada. A abordagem dedutiva supõe a existência de um esquema apropriado de características gerais, a partir do qual pode ser criada uma ontologia para um caso específico. A abordagem sintética cobre implicitamente as 3 primeiras abordagens, todavia, esta abordagem é de natureza interpretativa e conta com a capacidade de síntese do desenvolvedor. Nenhuma das quatro primeiras abordagens considera a avaliação como forma de facilitar a aceitação e a qualidade do resultado final da ontologia. Em contraste, a abordagem colaborativa fia-se na avaliação, aceitação e consenso dos envolvidos no processo, reduzindo assim as objecções que possam surgir. Esta abordagem conta fortemente com a natureza, o carácter dos participantes, seu grau de envolvimento e habilidades de desenvolvimento e participação em um processo colaborativo.

2.1.8 Linguagens para o desenvolvimento de ontologias

Foram desenvolvidas diversas linguagens para representação de ontologias: XOL, SHOE, DAML, RDF, OIL e OWL. De todas, a Ontology Web Language (OWL) é a mais promissora, seus conceitos podem ser especificados com combinações lógicas como intersecção, união ou complementos de outros conceitos. A OWL possui informações fundamentais para fornecer o suporte semântico necessário para os primeiros passos da Web Semântica. Foi desenvolvida baseando-se nas linguagens DAML e OIL e construída em cima da arquitectura XML e RDF.

1 - OWL

Ontology Web Language foi desenvolvida para ser utilizada por aplicações que necessitam processar o conteúdo da informação e não simplesmente apresentar tais informações aos humanos. É uma linguagem que facilita a interpretabilidade da máquina no que se refere ao conteúdo Web suportado por XML, RDF, RDF Schema (RDF-S), provendo um vocabulário adicional e uma semântica formal. Possui 3 “sublinguagens”: OWL Lite, OWL DL e OWL Full. O objectivo da OWL é prover uma linguagem que possa ser usada para descrever classes e relacionamentos entre as classes que pertençam a documentos e aplicações Web.

2 - XOL

Linguagem desenvolvida em 1999 pelo centro de Inteligência Artificial da SRI International. “É muito restrita e só podem ser especificados conceitos, conceitos taxonómicos e relações binárias. Não há mecanismos de inferência” (Corcho et al., 2002).

3 - SHOE

Segundo (Corcho et al., 2002), esta linguagem foi desenvolvida em 1996 na Universidade de Maryland, como uma extensão da linguagem HTML. Faz uso de *tags* diferentes daquelas especificadas em HTML, permite que ontologias sejam inseridas em documentos HTML. SHOE permite apenas a representação de conceitos, suas taxonomias, relações, instâncias e regras de dedução, as quais são utilizadas pelo motor de inferência para obter novos conhecimentos.

4 - RDF

“Foi desenvolvida pelo W3C (World Wide Web Consortium) como uma linguagem baseada em redes semânticas, para descrever os recursos Web. RDF Schema é uma extensão de RDF, a combinação de ambas é conhecida por RDF(s), permite apenas a representação de conceitos, taxonomia de conceitos e relações binárias. Foram criados alguns motores de inferência para esta linguagem, que estabeleceu os fundamentos da Web Semântica. Outras três linguagens foram desenvolvidas como extensão de RDF(s): OIL, DAML+OIL e OWL” (Corcho et al., 2002).

5 - OIL

Ontology Inference Layer ou Ontology Interchange Language, foi desenvolvida no âmbito do projecto European IST On-To-Knowledge. Segundo (Corcho et al., 2002), sua semântica formal é baseada em Lógica Descritiva, que foi introduzida nos anos 80 como uma tentativa de proporcionar bases formais às redes semânticas, e é compatível com RDFs.

6 – DAML

DARPA agent markup language, foi desenvolvida pela Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) para ser aplicada na Web Semântica. De acordo com (Corcho et al., 2002), esta linguagem sofreu uma actualização em Dezembro de 2002 e passou a ser chamada de DAML+OIL, que possibilita a representação de conceitos, taxonomias, relações binárias, funções e instâncias.

2.2 Desenvolvimento de Ontologias

2.2.1 Metodologias não colaborativas para o desenvolvimento de ontologias

As metodologias referem-se às tarefas que devem ser executadas no processo de construção de uma ontologia.

(López et al., 2002) afirma que as metodologias na engenharia de software e na engenharia do conhecimento são amplamente utilizadas, dadas as vantagens que proporcionam. No caso do desenvolvimento de ontologias, diversas metodologias foram propostas, quer para construir uma ontologia a partir da raiz, quer a partir de outra já existente ou ainda na reengenharia de ontologias. O autor cita (IEEE, 1995), e afirma que uma metodologia é constituída por uma “série de técnicas ou métodos compreensíveis e integrados”. Onde método é um processo ordenado de procedimentos, usado na engenharia de um produto ou execução de um serviço. Técnica é um procedimento de gestão usado para alcançar um objectivo. A diferença entre métodos e técnicas é que, métodos requerem uma ordem e técnicas não. No entanto, ambos fazem parte das metodologias.

De acordo com (Gómez-Pérez et al., 1999), no processo de construção de uma ontologia, é comum cada equipa de desenvolvimento seguir seus próprios princípios, critérios e fases. A falta de uma metodologia impede que haja um desenvolvimento partilhado e consensual dentro e entre as equipas, dificulta também a reutilização da ontologia, ou que a mesma seja utilizada como base para a construção de uma outra mais específica.

Muitos desenvolvedores não são claros quanto às decisões de design e não justificam as acções tomadas, nem como elas podem contribuir para o sucesso da ontologia.

Segundo (López et al., 1999), é uma prática comum entre os desenvolvedores de ontologias, passar directamente da etapa de aquisição do conhecimento para a etapa de implementação, o que pode causar diversos problemas, como os citados na introdução deste capítulo. É necessária então a adopção de uma metodologia para reduzir o surgimento de tais problemas.

Serão apresentadas a seguir as principais metodologias, devemos no entanto estar cientes de que não existe uma única e melhor metodologia, isto porque não existe nenhuma maneira considerada “a correcta”, de modelar um domínio.

1 - Cyc

Resultado de um projecto iniciado em 1984, por Doug Lenat, da Microelectronics and Computer Corporation. O nome deriva de enCyclopaedia, o projecto foi idealizado com o intuito de acomodar o conhecimento humano de forma que os computadores fossem capazes de compreender a sintáctica e a semântica da informação. Segundo (López et al., 2002), Cyc cresceu da experiência do desenvolvimento da Cyc Knowledge Base e foi codificada pela linguagem CYcL.

A metodologia Cyc consiste em três fases, descritas por (Corcho et al., 2003). A primeira fase consiste na codificação manual do conhecimento. A segunda e a terceira fase consistem da aquisição de novos conhecimentos de senso comum, utilizando para tal a linguagem natural ou ferramentas de aprendizado. A diferença é que, na segunda, a aquisição do conhecimento é realizada principalmente por humanos, enquanto na terceira fase a aquisição do conhecimento é realizada principalmente através de ferramentas.

Cyc é agora uma tecnologia de trabalho com diversas aplicações para solucionar problemas no mundo dos negócios. Segundo informações retiradas da página do projecto (http://www.cyc.com/cyc/technology/technology/whatscyc_dir/whatsincyc), consultado em 22-01-2008, sua base de conhecimento é constituída de cerca de 200.000 termos, cujas entradas e relacionamentos são actualizadas diariamente.

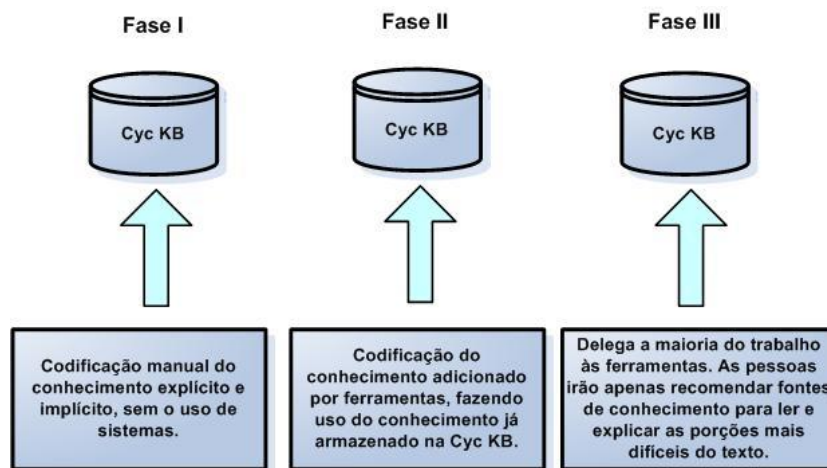


Ilustração 7 - Fases para a construção da base de dados Cyc

2 - Uschold & King

A metodologia proposta por Mike Uschold e Martin King em 1995, foi baseada na experiência dos autores no desenvolvimento da Enterprise Ontology, uma ontologia para modelar processos nas aplicações de Inteligência Artificial. É descrita em (Uschold et al., 1995) e segue os seguintes passos:

- Identificação do propósito: porque se está a construir a ontologia, o que se pretende com ela e quem são os futuros utilizadores.
- Construção da ontologia: *captura* (identificar os conceitos chave e os relacionamentos, produzir definições precisas), *codificação* (representar a conceptualização em uma linguagem formal e explícita), *integração com ontologias existentes*.
- Avaliação: contribuir para uma metodologia compreensiva a ser usada na construção de ontologias.

- Documentação: deve haver normas, diretrizes para a documentação de ontologias, que podem variar de acordo com o tipo e com o propósito da ontologia.

(López et al., 2002) afirma que Uschold e King não foram os primeiros autores a proporem normas e procedimentos para construção de ontologias, mas foram os primeiros a sentirem a necessidade de usar metodologias para o desenvolvimento de ontologias.

A desvantagem da metodologia de Uschold & King está no facto da mesma não descrever em detalhes como executar os passos relatados acima. Outra desvantagem está no facto de não considerar a construção colaborativa.

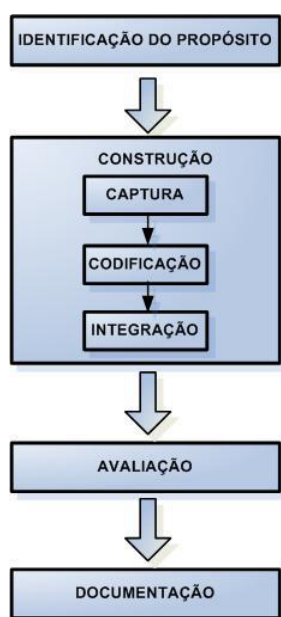


Ilustração 8 - Passos da metodologia Uschold & King

Um dos mais importantes projectos desenvolvidos utilizando esta metodologia é a Enterprise Ontology, que é uma colecção de termos e definições de negócios relevantes para empresas.

3 - Grüninger & Fox

Metodologia baseada na experiência dos autores, Michael Grüninger e Mark S. Fox, adquirida durante o desenvolvimento do TOVE Project Ontology, dentro do domínio de processos de negócio e modelagem de actividades. Envolve a construção de um modelo lógico do conhecimento.

Está descrita em (Grüninger et al., 1995) e é constituída das seguintes fases:

- Captura de cenários motivadores: há cenários que surgem no âmbito das aplicações e que assumem a forma de problemas que não são tratados adequadamente pelas ontologias existentes. Os cenários motivadores provêm então um conjunto de possíveis soluções.

- Formulação de questões de competência informais: dado um cenário motivador, surgirá um conjunto de perguntas para as quais a ontologia deverá prover respostas. São consideradas informais, uma vez que ainda não estão expressas em uma linguagem formal.
- Especificação em lógica de primeira ordem (terminologia): uma vez estabelecidas as questões de competência informais, um conjunto de termos pode ser extraído das perguntas e servir de base para especificação da terminologia em uma linguagem formal, como a KIF. Os termos permitirão as definições e restrições que serão expressas por meio de axiomas.
- Formulação das questões de competência formais: definição das questões de competência em uma linguagem formal.
- Especificação em lógica de primeira ordem (Axiomas): os axiomas na ontologia especificam as definições dos termos e as restrições em sua interpretação, são necessários para definir a semântica, o significado dos termos.
- Teorema de Completude: uma vez que as questões de competência tenham sido formalizadas, deve-se definir as condições sob as quais as soluções para as questões são completas. Isto é a base do teorema de completude para a ontologia.

A metodologia de Grüninger & Fox (1995) fornece mais do que princípios gerais, sendo menos vaga. No entanto também não considera a construção colaborativa.

4 - KACTUS

Resultado do trabalho de Bernaras e seus colegas, dentro do projecto *Esprit KACTUS*, 1996. Um dos objectivos do projecto era investigar a viabilidade de reutilizar o conhecimento em sistemas técnicos complexos, assim como o papel das ontologias no suporte à essa questão.

Segundo (López et al., 2002), essa abordagem é condicionada pelo desenvolvimento da aplicação. Assim, toda vez que uma aplicação é construída, a ontologia que representa o conhecimento requerido pela aplicação é refinada.

De acordo com (Corcho et al., 2003), no método proposto pelo projecto *KACTUS* a ontologia é construída baseada em uma aplicação e faz uso de um processo que utiliza a estratégia *bottom-up*. A proposta é começar com a construção de uma base de conhecimento para uma aplicação específica. A seguir, quando for necessária uma nova base em um domínio similar, é proposta uma generalização da primeira base, transformando-a em uma ontologia e adaptando-a para ambas aplicações.

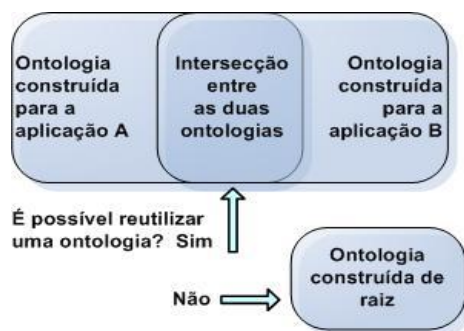


Ilustração 9 - Metodologia KACTUS

5 - METHONTOLOGY

Proposta por Mariano Fernández-López, Asunción Gómez-Pérez e Natalia Juristo, em 1997. (Corcho et al., 2003) afirma que a mesma foi criada no laboratório de inteligência artificial da Universidade Técnica de Madrid para construção de ontologias de raiz, reutilização de ontologias existentes ou como um processo de reengenharia.

De acordo com (Gómez-Pérez et al., 1999), esta metodologia habilita a construção de ontologias ao nível do conhecimento, inclui a identificação do processo de desenvolvimento e propõe um ciclo de vida. O processo de desenvolvimento identifica quais tarefas devem ser realizadas quando construímos uma ontologia (planeamento, controlo, garantia de qualidade, especificação, aquisição do conhecimento, conceptualização, integração, formalização, implementação, avaliação, manutenção, documentação e gestão de configuração). O ciclo de vida baseia-se em protótipos.

Methontology considera que a fase mais importante no processo de construção de uma ontologia é a fase de conceptualização. Durante as fases de especificação e de conceptualização, acontece um processo de integração com outras ontologias, o framework para isso é parcialmente suportado por um ambiente de software chamado ODE (Ontology Design Environment). Diversas ontologias foram construídas com esta metodologia, como por exemplo: CHEMICALS (ontologia do domínio dos elementos químicos); Environmental pollutants ontologies (determina meios de detectar diferentes componentes poluentes); Reference Ontology (uma espécie de páginas amarelas de ontologias).

Embora esta metodologia forneça muito mais detalhes quanto às actividades e os passos a serem seguidos, apesar de parecer melhor estruturada e melhor aplicável em relação às duas primeiras metodologias apresentadas, além de considerar a conceptualização como a fase mais importante do processo de desenvolvimento, ainda assim não considera a construção colaborativa.

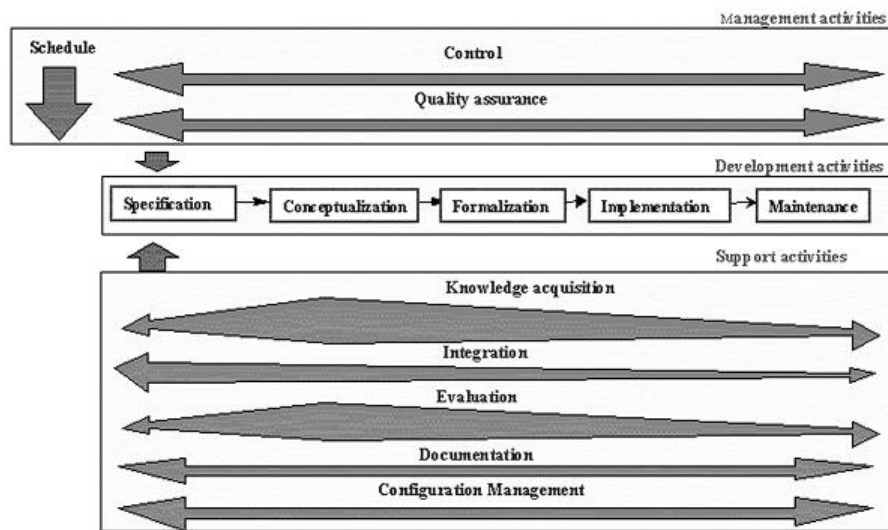


Ilustração 10 - Methontology [Fonte: López et al., 2002]

6 - SENSUS

Proposta por (Swartout et al., 1997). Segundo (Corcho et al., 2003), esta metodologia baseia-se em uma abordagem top-down para derivar ontologias de um domínio específico a partir de grandes ontologias. A proposta dos autores era identificar um conjunto de termos considerados “sementes” e relevantes a um domínio particular. Tais termos eram então ligados manualmente a uma grande ontologia, neste caso a SENSUS, que continha mais de 70.000 conceitos organizados hierarquicamente. Caso um termo possivelmente relevante ao domínio não aparecesse, deveria ser adicionado manualmente.

De acordo com (López et al., 2002), SENSUS é uma ontologia para ser usada no processamento de linguagem natural. Seu actual conteúdo foi obtido através da extracção e mescla de informações a partir de várias fontes electrónicas do conhecimento. Promove uma partilha do conhecimento, uma vez que a mesma ontologia de base é usada para desenvolver ontologias em um domínio particular. No entanto, mais uma vez aqui não é considerada a construção colaborativa e distribuída. O software usado para construir ontologias seguindo esta metodologia é o Ontosaurus.

2.2.2 Metodologias colaborativas para o desenvolvimento de ontologias

Uma ontologia é um entendimento comum e partilhado sobre um dado domínio. Actualmente e cada vez mais, no processo de construção de ontologias, há uma preocupação para que haja um acordo quanto ao conteúdo da mesma, um grupo de pessoas deve participar do processo e concordar com a especificação formal dos conceitos, relacionamentos, atributos e axiomas que a ontologia provê. Uma ontologia construída desta forma tem muito mais chance de ser aceita pela comunidade de utilizadores, uma vez que envolve a concordância e a experiência de diferentes pessoas, com diferentes visões e diferentes experiências. O resultado será uma ontologia muito mais rica.

(López et al., 2002) alerta no entanto para alguns problemas que podem surgir quando se tenta construir uma ontologia de forma colaborativa, com um grupo de pessoas que podem inclusive estar separadas geograficamente, o que torna o processo ainda mais difícil. O autor cita os seguintes problemas: gestão da interação e comunicação entre as pessoas, controlo de acesso aos dados, detecção e gestão de erros e acesso simultâneo (concorrente).

1 - CO4

Proposta em 1996, foi a primeira metodologia a incluir uma proposta para construção colaborativa. De acordo com (Corcho et al., 2003), esta metodologia é uma espécie de protocolo para alcançar um consenso entre diversas bases de conhecimento e é organizado em formato de árvore, onde as folhas representam os utilizadores das bases e os nós intermédios são os grupos das bases. Os utilizadores não precisam ter um conhecimento consensual, mas em cada nó intermédio há um conhecimento consensual entre todos os seus filhos e irmãos. O consenso é alcançado através da troca de mensagens entre os utilizadores.

(Euzenat, 1996) explica que CO4 é dedicada à representação do conhecimento formal e provê uma integração do conhecimento formal e informal. O protocolo responsável pela integração ajuda a obter um consenso sobre o conteúdo das bases de conhecimento, através de diversos níveis. Segundo o autor CO4 considera que a memória organizacional deve ser largamente formalizada, para que sua semântica seja clara e sua manipulação possa ser automatizada; para que seja útil, deve ser aceita por todos os envolvidos, não pode ser contraditória e deve ser consensual.

2 – (KA)2

O propósito dessa metodologia é, segundo (López et al., 2002), modelar a aquisição do conhecimento fazendo uso de ontologias desenvolvidas através do esforço de um grupo de pessoas, que estão em diferentes locais e que utilizam o mesmo modelo e a mesma linguagem. A ontologia (KA)2 forma uma base para notação de documentos na WWW, permitindo um acesso inteligente a esses documentos. Nesta metodologia os participantes são activamente envolvidos no desenvolvimento da ontologia.

No processo colaborativo que foi utilizado para construir a ontologia, dois tipos de pessoas foram envolvidos, os *ontopic agents* e *ontology coordinating agents*. Os primeiros eram grupos de investigadores que tinham um profundo conhecimento sobre os tópicos de interesse. Eram aproximadamente 15 grupos, cada um responsável por um tópico específico da ontologia (KA)2 e cuja meta era estabelecer um consenso. A maioria das ontologias eram desenvolvidas pelos *ontology coordinating agents*, que criaram uma estrutura conceptual e identificaram os principais conceitos, taxonomias, relacionamentos, funções, atributos e axiomas.

3 - DILIGENT

DILIGENT é, segundo (Vrandečić et al., 2005), uma metodologia da Engenharia de Ontologias que foca na evolução das ontologias, em vez do design inicial. Reconhece as metodologias OnToKnow-

ledge e Methontology como uma demonstração útil para o design inicial, mas preocupa-se principalmente não com o desenvolvimento inicial da ontologia, mas sim com o utilizador, com o uso que ele faz da ontologia e as mudanças que introduz na mesma.

"the DIstributed, Loosely-controlled and evolvInG Engineering of oNTologies", ou DILIGENT, surgiu da necessidade de se criar uma metodologia para construção de ontologias de sistemas de gestão do conhecimento descentralizados, que tornaram-se cada vez mais importantes principalmente com o surgimento da Web Semântica.

(Vrandecic et al., 2005) explica que a partilha do conhecimento em ambientes dinâmicos requer um processo de engenharia de ontologias que possa lidar com as frequentes mudanças de necessidades dos utilizadores. DILIGENT considera que há diversos tipos de peritos, com habilidades diferentes e complementares que devem ser utilizadas de uma forma colaborativa para a construção da ontologia.

Os envolvidos no processo são: utilizadores da ontologia, peritos no domínio, engenheiros de ontologia e engenheiros de conhecimento. Basicamente, uma ontologia inicial é construída por um pequeno grupo, esta ontologia torna-se disponível e os utilizadores têm liberdade para modifica-la localmente de forma a atender os seus propósitos. Há um quadro central que mantém o controlo e assegura a qualidade do núcleo partilhado da ontologia, bem como sua actualização.

A figura abaixo foi adaptada de (Vrandecic et al., 2005) e representa os passos da metodologia DILIGENT.

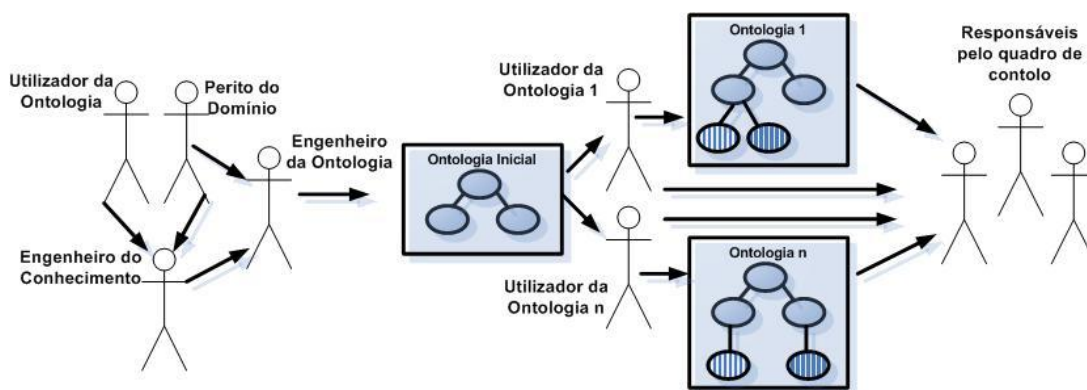


Ilustração 11 - Passos da metodologia DILIGENT

As cinco principais actividades desta metodologia são:

- **Construção:** especialistas do domínio, utilizadores, engenheiros do conhecimento e engenheiros de ontologia, constroem uma ontologia inicial, não é requerida perfeição nesta ontologia inicial partilhada. A equipa envolvida nesta fase inicial é relativamente pequena para que seja possível encontrar uma pequena e consensual primeira versão.
- **Adaptação Local:** uma vez disponível o núcleo da ontologia, os utilizadores começam a trabalhar com ela e a adapta-la às suas necessidades, mas não podem modificar o núcleo directa-

mente, há um quadro de controlo que colecta as solicitações de mudança para a ontologia partilhada e regista as adaptações locais.

- **Análise:** o quadro analisa as ontologias locais e as solicitações de mudanças. Nem todas as alterações solicitadas pelos utilizadores são introduzidas ao núcleo partilhado da ontologia, o quadro decide quais alterações devem ser introduzidas na próxima versão. É uma decisão balanceada que deve ter em conta as diferentes necessidades dos utilizadores.
- **Revisão:** o quadro deve regularmente revisar a ontologia partilhada, para que não haja muitas divergências das ontologias locais. O objectivo da revisão é realinhar a ontologia com as evidentes necessidades dos utilizadores e assim conseguir uma alta aceitação e poucas diferenças locais. Os especialistas do domínio são responsáveis por avaliar se a ontologia representa realmente o domínio ou se apresenta erros. Os engenheiros do conhecimento avaliam sob o ponto de vista técnico e de domínio (eficiência, conformidade). Os engenheiros da ontologia preocupam-se com aspectos técnicos e a análise dos argumentos. Deve ser assegurada também a compatibilidade com as versões anteriores.
- **Actualização Local:** quando acontece o lançamento de uma nova versão da ontologia partilhada, os utilizadores podem então actualizar suas ontologias locais.

2.2.3 Ferramentas para construção de ontologias

A quantidade de ferramentas e ambientes para o desenvolvimento de ontologias tem crescido exponencialmente nos últimos anos, em razão também do crescente aumento do uso de ontologias nas mais diversas aplicações, pertencentes às mais diversas áreas. As ferramentas provêm o suporte necessário ao processo de construção, uso, edição e manutenção. Serão apresentadas a seguir as mais utilizadas.

1 - Ontolingua

Foi a primeira ferramenta criada. Desenvolvida no KSL (Knowledge Systems Laboratory), na Universidade Stanford, no início dos anos 90, foi criada para facilitar o desenvolvimento de ontologias Ontolingua. O editor também provê traduções para outras linguagens, como Loom, Prolog, CORBA's IDL, CLIPS, etc.

Os criadores dessa ferramenta consideraram o grande aumento na reutilização de ontologias e desenvolveram um ambiente que permite que a construção das ontologias possa ser realizada de forma partilhada, em grupos, fortalecendo os princípios da construção colaborativa. Suporta os processos realizados para se alcançar o consenso necessário em ontologias que são construídas de forma colaborativa, por participantes que podem estar separados geograficamente. Faz uso das tecnologias disponí-

veis na Web para habilitar o acesso, criação, edição e publicação de ontologias armazenadas em servidores. “Nós queremos que as ontologias sejam artefactos práticos e úteis. Habilitamos os desenvolvedores de ontologias a reutilizarem ontologias existentes de uma maneira flexível e poderosa” (Farquhar et al., 1996).

2 - Ontosaurus

Esta ferramenta foi construída ao mesmo tempo que a Ontolingua, pelo ISI (Information Sciences Institute) na University of South California. Consiste de dois módulos: um servidor de ontologia, que usa Loom como seu sistema de representação do conhecimento e um browser Web para as ontologias Loom. Habilita traduções a partir de Loom para Ontolingua, KIF, KRSS e C++ (Corcho et al., 2002).

3 - WebOnto

Ferramenta criada em 1997 no KMI (Knowledge Media Institute) para dar suporte a criação, visualização e edição de ontologias de forma colaborativa. Sua arquitetura é composta por um servidor central e clientes escritos em JAVA. Permite a gestão por interface gráfica, verificação da consistência da herança e trabalho colaborativo. Possui uma biblioteca com mais de 100 ontologias. Sua maior vantagem está em habilitar a edição de ontologias colaborativamente, permitindo o acesso síncrono e assíncrono (Corcho et al., 2002).

4 - Chimaera

Apoia o utilizador na criação e manutenção de ontologias distribuídas na Web. Suas duas principais funções são: combinação de múltiplas ontologias e diagnóstico de ontologias individuais e múltiplas.

5 - JOE

Java Ontology Editor. Ferramenta para construção e visualização de ontologias. Permite a gestão do conhecimento em ambientes abertos, heterogêneos e com diversos utilizadores. Visualiza as ontologias como um diagrama entidade-relacionamento.

6 - OilED

É o "notepad" dos editores de ontologias, um editor simples que facilita o uso e estimula o interesse na linguagem OIL.

7 - OntoEdit

Ambiente gráfico para edição de ontologias. As ontologias são armazenadas em bancos relacionais e podem ser implementadas em XML, Flogic, RDF e DAML+OIL.

8 - Protegé

Ambiente interactivo para projecto de ontologias de código aberto, oferece interface gráfica e uma arquitectura para criação de ferramentas baseadas em conhecimento.

2.3 Desenvolvimento Colaborativo

Uma ontologia por natureza deve ser partilhada por várias pessoas, caso contrário perde sua utilidade, sua razão de existir. Além disso, uma ontologia não deve ser desenvolvida por apenas uma pessoa, nem mesmo por um grupo muito restrito desenvolvedores, ela deve ser construída colaborativamente e envolver as pessoas que irão dela fazer uso. A abordagem colaborativa ganha com as diferentes visões dos diferentes stakeholders e conta com o feedback e consentimento destes durante todo o processo.

Segundo (Clyde et al., 2002), em razão da importância que tem sido dada ultimamente às ontologias, cresce a necessidade de um maior cuidado e suporte durante o seu processo de criação. O design de uma ontologia não é uma tarefa trivial e é um passo fundamental para que seja tirado da mesma o devido proveito e para que a mesma seja aceita pela comunidade de utilizadores. O autor ainda considera que o comprometimento dos envolvidos na ontologia é essencial, uma vez que representa o consentimento, o entendimento comum, a concordância entre várias partes (pessoas e sistemas), de adoptar uma ontologia particular que facilite a comunicação, a troca de informações, de conhecimentos, de experiências num domínio de interesse. Esse entendimento comum, esse acordo entre as partes envolvidas, evita que haja discordâncias sobre algum aspecto da informação que está a ser trabalhada, evita interpretações ambíguas e permite que assim seja tirado um maior proveito do conhecimento disponível.

A construção colaborativa exige que o processo seja iterativo, o ideal é que o responsável pelo desenvolvimento construa protótipos para a ontologia juntamente com os utilizadores, e que a cada nova iteração estes sejam testados e avaliados até que se obtenha um consenso entre os participantes do processo de construção. As iterações devem continuar até que todos estejam de acordo com o produto final. Será preciso então adoptar uma técnica para colectar e integrar as visões das várias pessoas a respeito de cada tópico constituinte da ontologia.

O responsável pelo desenvolvimento da ontologia necessita no entanto saber gerir da melhor maneira possível, a interacção e a comunicação entre os participantes. É preciso ter em mente que a tarefa de revisar a ontologia e responder cuidadosamente às questões, críticas e sugestões dos participantes em cada iteração, consome muito tempo e precisa ser bem planeada. Para manter a consistência das melhorias feitas a partir das sugestões dos participantes, é necessário conservar sempre todas as versões das respostas de cada participante em cada iteração. É importante também saber o momento de parar para que as iterações não se tornem “eternas”, pois além de consumir muito tempo, a ontologia não deve ficar muito extensa a ponto de dificultar a navegação em seu conteúdo e sua compreensão.

A distância está a tornar-se cada vez mais irrelevante para a realização de nossas tarefas do dia-a-dia, quer no trabalho, quer na vida pessoal. Há diversos projectos de ontologias construídas de maneira colaborativa, onde os participantes estão espalhados geograficamente. As tecnologias de

comunicação nos permite conectar e trocar informações das mais diversas maneiras, entretanto, quando se trata de uma equipa que precisa trabalhar em um determinado projecto em que os participantes não estão presentes no mesmo local físico, é necessário haver um esforço extra para gerir a comunicação e garantir a efectividade do projecto.

Em sua dissertação, (Lu, 2003) refere que a preocupação com o desenvolvimento à distância surgiu na Engenharia de Software, em razão da globalização do mercado de software, o crescimento de práticas de outsourcing e a necessidade de diminuir custos. A indústria de software passou a utilizar recursos distribuídos e a decompor o desenvolvimento de aplicações em actividades geograficamente dispersas. Surgiu então um novo conceito: Global Software Development (GSD), que estuda os efeitos dessa prática de desenvolvimento, a complexidade envolvida e as variáveis que são introduzidas, como questões culturais, distância, comunicação e gestão.

Mais uma vez, assim como na Engenharia de Software, a Engenharia de Ontologias também apercebe-se da inevitável necessidade de se desenvolver ontologias de maneira colaborativa e de considerar a possibilidade de fazê-lo de forma distribuída, onde os participantes podem estar separados geograficamente. O desafio no entanto envolve três factores: comunicação à distância, documentação e gestão do conhecimento, rastreamento de mudanças e controlo de versões.

Relativamente à distância e comunicação, de acordo com (Lu, 2003), a colaboração à distância sofre uma perda no processo de interacção entre os participantes, dada a redução na comunicação e ao facto da mesma tornar-se muito formal, já que inexistente nesse caso uma comunicação espontânea e ad-hoc, que no caso das equipas que trabalham no mesmo local físico, acontece a todo instante, até mesmo nos corredores da empresa ou na máquina de café, e apesar de informal, contribui para o resultado final. Constitui assim um desafio coordenar e controlar equipas que trabalham à distância, sendo então necessário um esforço extra nesse sentido.

No que se refere à documentação e gestão do conhecimento, a comunidade de software conhece bem as dificuldades ocasionadas pelo conhecimento não partilhado ou partilhado à distância. É necessário então que seja mantida uma documentação rica, detalhada e actualizada para que haja uma colaboração mais efectiva, evitando ambiguidades e facilitando a manutenibilidade da aplicação.

A Engenharia de Software possui uma série de ferramentas utilizadas para realizar controlo de versões e manter a rastreabilidade das mudanças, como CVS, RCS, SourceSave e outros. No entanto, tais ferramentas não se aplicam às ontologias e nesse campo ainda há muito a ser feito.

Tanto a documentação quanto o controlo de versões e rastreabilidade das mudanças no processo de desenvolvimento de ontologias, é algo que deve ser considerado e explorado, para que sejam produzidos produtos com mais qualidade, mesmo quando a equipa que participa do processo de construção encontra-se no mesmo local físico e não distribuída geograficamente.

A crescente necessidade de um desenvolvimento colaborativo de ontologias de alta qualidade fez crescer também a necessidade de ferramentas que suportassem o trabalho colaborativo. As novas tecnologias tornaram possível a criação de tais ferramentas, embora ainda haja muito para evoluir.

Algumas das tecnologias de *groupware* que têm sido utilizadas em áreas como Global Software Development, podem ser aproveitadas para a construção colaborativa de ontologias. Como exemplo temos as ferramentas de *Instant Messaging*, que ganharam muita popularidade com o envio de mensagens de texto, vídeo, áudio, etc. No mundo dos negócios, esse tipo de ferramenta pode ser utilizada para partilha remota de documentos, troca de informações rápidas e informais e redução de custos com telefones, por exemplo. É uma maneira de estabelecer comunicação em tempo real, embora não se possa comparar com o contacto pessoal, entre os membros de uma equipa, uma vez que a expressividade está limitada às palavras que aparecem no ecrã, ainda que os *emoticons* tentem reproduzir algum tipo de emoção, nada substitui o *face-to-face*. Outra tecnologia que está a ser cada vez mais utilizada para trabalhos colaborativos são as ferramentas Wiki, um software colaborativo que permite a edição colectiva de documentos na Web, utiliza uma linguagem de marcação simples e eficaz apenas através da utilização de um browser.

Relativamente à estrutura do processo de colaboração, (Ellis et al., 1991) propõe um modelo 3C, cuja abordagem foca três aspectos, comunicação, coordenação e cooperação. Para uma colaboração efectiva, é preciso que as pessoas partilhem informações, ou seja, que haja comunicação, e para uma comunicação efectiva é preciso que haja coordenação. Esta é necessária para evitar o surgimento de conflitos ou para solucionar situações de conflito, caso as mesmas ocorram.

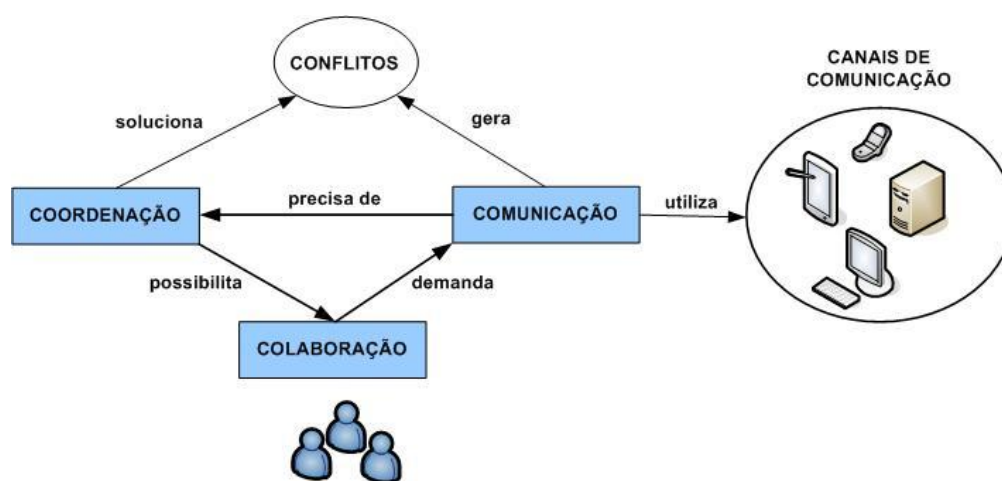


Ilustração 12 - Modelo de Colaboração

(Diniz et al., 2006) cita algumas ferramentas de apoio à colaboração, que embora sejam úteis para a comunicação, não são persistentes quanto ao contexto.

- Ferramentas de Chat: Netmeeting, Messenger, Google Chat, etc.
- Ferramentas para apoio a Reuniões (MeetingWare): Facilitate, GroupSystems, ToMeeting, etc.
- Servidores/Serviços de colaboração Integradas: Microsoft SharePoint Services, IBM Lotus Workplace, etc.
- Wikis e Blogs: criados para explicitar conhecimento.

Há portanto diversas técnicas e ferramentas que podem ser utilizadas como apoio ao trabalho colaborativo; neste projecto, em que será desenvolvida uma metodologia para a construção colaborativa de ontologias, e cujo foco está na fase de elicitação dos termos e das funcionalidades que serão providas pela mesma, serão adoptados os mapas conceptuais, através dos quais será possível conceptualizar o domínio e construir colaborativamente uma ontologia informal, assim como também serão adoptadas aqui técnicas da Engenharia de Requisitos que possibilitam tal trabalho colaborativo, nomeadamente as sessões de brainstorming e a técnica de cenários aplicada através da abordagem StoryTelling.

2.4 Problemas e Necessidades de Investigação

O crescimento de um mercado globalizado, a necessidade de sistemas cada vez mais complexos e orientados ao cliente/utilizador, as aplicações que beneficiam-se de informações enriquecidas semanticamente, tudo isso justifica a indispensabilidade de mais investigações no campo do conhecimento e de como o mesmo pode ser reutilizado, partilhado e nos prover informações com valor acrescentado, que sejam capazes de nos ajudar a solucionar problemas do mundo real. De acordo com (Mizoguchi, 2003), inicialmente os investigadores acharam que a chave estava na Engenharia do Conhecimento, mas depois perceberam que o conhecimento precisa ser tratado, analisado a fundo, para que possa ser partilhado e reutilizado não só por humanos, mas também por agentes computacionais. A resposta foi então encontrada na Engenharia de Ontologias. Todavia, para que haja partilha e reutilização, o conhecimento precisa antes de mais nada ser adquirido, elicitado e armazenado em uma ontologia.

(Staab et al., 2001) afirma que quando um conhecimento partilhado precisa ser modelado e estruturado, ontologias devem ser usadas para ajudar na formalização deste conhecimento. As ontologias promovem a mudança de uma visão orientada ao documento, para uma visão orientada ao conteúdo, onde os itens são ligados uns aos outros. Tais itens podem ser documentos, bases de dados, e-mails, apresentações, páginas Web, etc. O desafio está em como reunir todo este conhecimento que está em diferentes formatos.

Há inúmeras metodologias que guiam o processo de construção de uma ontologia, no entanto ainda é observada uma carência de investigações que preocupem-se com aspectos como a elicitação, a consideração das diferentes visões dos diversos participantes, a obtenção do consenso entre os envolvidos, mas principalmente, a elicitação das funcionalidades que podem ser implementadas em um sistema, à partir de uma ontologia.

Uma vez que este trabalho considera que a Engenharia de Requisitos pode contribuir fortemente para a especificação de ontologias, o próximo capítulo preocupa-se em fornecer uma visão geral dos processos da ER e suas técnicas, com ênfase na técnica de Cenários, utilizada neste trabalho para ajudar no processo de elicitação das funcionalidades a serem providas pela ontologia. O capítulo traz também uma visão comparativa entre os processos/actividades que compõem a ER e a EO.

3 A Engenharia de Requisitos e o Desenvolvimento de Ontologias

3.1 Visão Geral dos Processos da Engenharia de Requisitos

As investigações realizadas na área da Ontologia e da Web Semântica apontam para um futuro onde as ontologias são várias, pequenas e contextualizadas. Desenvolver uma ontologia deverá ser uma tarefa simples e realizada por engenheiros de software e não por especialistas em desenvolvimento de ontologias. Actualmente nenhuma metodologia para o desenvolvimento de ontologias é considerada completamente madura, muitas não consideram o desenvolvimento colaborativo e concentram-se nos aspectos de modelagem, sendo vagos no que diz respeito a elicitação dos conceitos e dos relacionamentos. A engenharia de requisitos no entanto, possui metodologias centradas na captura, modelagem, análise e elicitação das reais necessidades do utilizador, podendo assim contribuir enormemente para a construção de ontologias centradas no estabelecimento de estratégias de elicitação.

3.1.1 O Papel da Engenharia de Requisitos

Um dos mitos da Engenharia de Software diz que “Para iniciar a programação basta uma identificação geral dos objectivos, os detalhes podem ser identificados depois”. A realidade no entanto provou que a falta de uma identificação adequada dos objectivos e das reais necessidades do utilizador, é a principal causa do fracasso de um projecto. A descrição detalhada dos requisitos, funcionalidades, interface, restrições e critérios de validação, deve ser realizada em conjunto com os utilizadores do sistema a ser desenvolvido e é essencial para o sucesso de um projecto. Desenvolver software com qualidade, dentro do prazo e do custo estimado, tem sido desde há muitas décadas uma preocupação que incentiva a investigação de novas técnicas e métodos de desenvolvimento. O fracasso de muitos projectos deve-se às maneiras incorrectas de levantar os requisitos para o sistema a ser desenvolvido.

“Engenharia de Software é a disciplina da engenharia responsável por todos os aspectos da produção de software. Envolve a pesquisa e desenvolvimento de teorias, métodos e ferramentas apropriadas e a uma eficiente aplicação destes no desenvolvimento de software” (Sommerville, 2001 apud Silva, 2006).

A Engenharia de Requisitos é uma área da Engenharia de Software que se preocupa em criar e aprimorar técnicas que permitam o correcto levantamento e desenvolvimento dos requisitos de software. Para tal é necessário que sejam identificadas as reais necessidades dos utilizadores, e que com

isso seja definido de maneira clara e precisa, aquilo que o sistema deverá fazer para atender essas necessidades.

De acordo com (Nuseibeh et al., 2000), a Engenharia de Requisitos deve ser sensível à maneira como as pessoas percebem o mundo que as rodeia, como elas interagem e como a sociologia do local de trabalho afecta suas acções. A ER deve apoiar-se nas ciências cognitivas e sociais para prover os aspectos necessários à elicitación e modelagem dos requisitos.

É sabido que a principal medida de sucesso de um sistema, é a capacidade que ele tem de fazer o que é dele esperado, aquilo que foi proposto, atingir os seus objectivos. Engenharia de Requisitos é o processo de descoberta desses objectivos, através da identificação das necessidades dos stakeholders, bem como a documentação dessas necessidades de uma forma que seja de fácil compreensão e assim permita uma comunicação eficaz entre os utilizadores, o analista e a equipa de desenvolvimento. Há no entanto diversas dificuldades inerentes a esse processo. É comum o utilizador ter a ideia exacta do que necessita, mas não conseguir expressar essa ideia da maneira correcta. Muitas vezes acontece também do utilizador, por não ter conhecimento dos aspectos técnicos, solicitar funcionalidades que não são exequíveis ou viáveis.

Na Engenharia de Requisitos os aspectos humanos e sociais devem ser considerados. ER envolve:

- Entender o problema
- Descrever o problema
- Atender às necessidades do utilizador

Requisitos

Um dos diferenciais da Engenharia de Requisitos é o seu foco no utilizador. Sistemas são desenvolvidos para todos os níveis de utilizadores, desde aqueles com fortes conhecimentos técnicos e que executam tarefas complexas, até aqueles que executam apenas tarefas triviais e que não exigem grande grau de conhecimento. Em razão disso, especificar correctamente os requisitos do novo sistema é uma tarefa complexa e de fundamental importância.

Segundo o IEEE, requisito é uma condição ou uma capacidade que o utilizador necessita, para solucionar um problema ou alcançar um objectivo. É uma condição ou capacidade que deve ser alcançada por um sistema ou componente de um sistema, para satisfazer um contrato, um padrão, uma especificação ou outros documentos impostos formalmente.

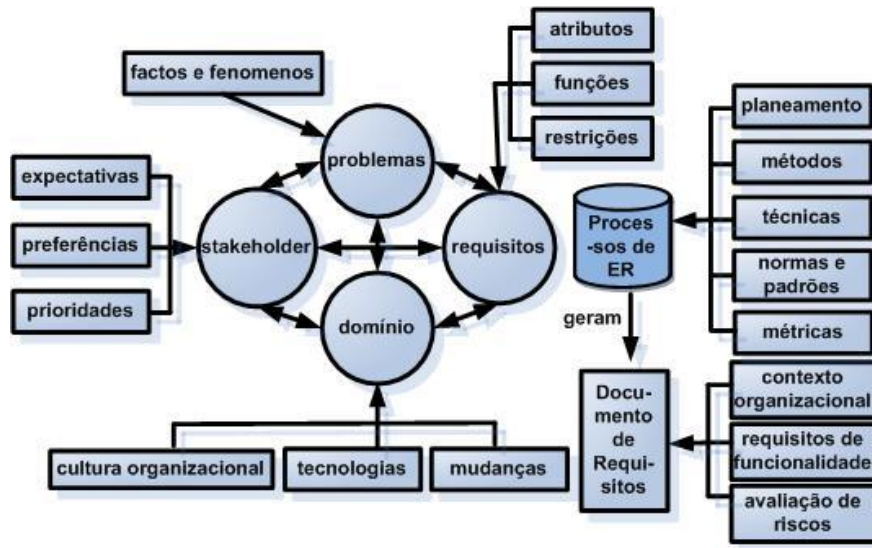


Ilustração 13 - Contexto de Definição de Requisitos

A figura acima foi adaptada de (Huzita, 2003) e ilustra o contexto de definição de requisitos, onde a empresa é parte de um ambiente ou domínio (cultura organização, mudanças e tecnologia), do qual fazem parte os stakeholders (com expectativas, preferências e prioridades), que possuem problemas (factos e fenómenos) que devem ser solucionados pelos requisitos (atributos, funções e restrições). Estes quatro itens representam os processos de Engenharia de Requisitos (planeamento, métodos, técnicas, normas/ padrões e métricas), que geram o documento de requisitos (composto pelo contexto organizacional, requisitos de funcionalidade e avaliação de riscos).

3.2 Framework da Engenharia de Requisitos

O Framework da ER é composto pela elicitação, análise e negociação, especificação e validação dos requisitos.

3.2.1 Elicitação

A elicitação de requisitos é talvez a actividade mais considerada no processo de Engenharia de Requisitos (Nuseibeh et al., 2000). A elicitação busca capturar e perceber o domínio do problema. Utiliza como input a literatura, os softwares já existentes na empresa, os especialistas e os stakeholders.

“É preciso identificar as fontes de conhecimento, adquirir o conhecimento, identificar o grau de relevância, perceber o significado dos requisitos e o impacto dos mesmos no sistema a ser desenvolvido. Um dos objectivos mais importantes da elicitação é descobrir qual problema necessita ser solu-

cionado e identificar as “fronteiras” do sistema, isto é, como o sistema que será desenvolvido se adaptará ao actual ambiente organizacional” (Nuseibeh et al., 2000).

3.2.2 Análise e Negociação

Os requisitos colectados na fase de elicitação, devem ser organizados e refinados. Deve ser feita também uma análise para o caso de haver requisitos que entrem em conflito e também para o caso de haver incompletudes ou redundâncias. Nesta fase é preciso que haja uma negociação para resolver conflitos entre os utilizadores, sem comprometer no entanto a satisfação de cada um; assim como é necessário atribuir prioridades aos requisitos para atender inicialmente os mais críticos.

Deve haver uma constante preocupação em justificar todas as decisões tomadas, definir critérios técnicos para tais decisões e garantir que haja justiça.

Uma das actividades da etapa de Análise é a criação de protótipos, que é uma representação sucinta das informações colhidas na fase de elicitação, e que facilita o entendimento dos “problemas” que o sistema irá “solucionar”. Os protótipos também ajudam a identificar os erros antes que eles aconteçam, economizando assim tempo e dinheiro, já que corrigir um protótipo é muito mais simples, rápido e barato do que corrigir um sistema implementado.

3.2.3 Especificação

Definição precisa dos requisitos e dos atributos de qualidade de cada requisito. Deve funcionar como um acordo entre o cliente e o desenvolvedor. Utiliza como input o conhecimento sobre o domínio do problema, que deve ser sintetizado num documento que será o modelo de requisitos, este deverá ser escrito numa linguagem compreensível por todos. Tudo que for documentado deve ser possível de ser rastreado (fácil de ler, navegar, localizar pontos específicos) e gerido ao longo de todo o processo de desenvolvimento e evolução do sistema. A rastreabilidade de um documento é um meio de alcançar a integridade e completude deste documento, além de representar um importante papel na gestão de mudanças.

As mudanças nos requisitos precisam ser muito bem documentadas e geridas. As mudanças mais comuns são acréscimos ou exclusões de requisitos, ou ainda correcções de erros, em razão de alterações nas necessidades do utilizador ou algum esquecimento na análise feita inicialmente. Qualquer que seja a razão, é extremamente importante gerir as inconsistências que possam surgir como resultado de enganos ou conflitos.

3.2.4 Validação

A validação deve garantir a consistência entre os requisitos e as necessidades do utilizador, garantir que o sistema faz o que lhe foi proposto fazer. Deve fazer parte de todo o processo. Utiliza como input o conhecimento do domínio e os requisitos especificados na fase anterior. A dificuldade está em obter um consenso entre os utilizadores com objectivos que entram em conflito.

“A Validação de requisitos é difícil por duas razões. A primeira é de natureza filosófica e preocupa-se com o que é reconhecido como verdade. A segunda é social e preocupa-se com a dificuldade de alcançar um consenso, uma concordância entre os diferentes stakeholders, com diferentes objectivos” (Nuseibeh et al., 2000).

3.2.5 O passo da elicitação

A etapa de elicitação dos requisitos será descrita agora com mais detalhes, visto ser um passo crucial na Engenharia de Requisitos, mas que ainda não é devidamente considerada pela maioria das metodologias para construção de ontologias. Este trabalho considera que, assim como na ER, esta fase deve representar o primeiro passo a ser dado em direcção ao desenvolvimento de uma ontologia; sem uma correcta elicitação, dificilmente a ontologia resultante do processo solucionará os problemas para os quais foi requerida sua construção.

A actividade de elicitar os requisitos não é simplesmente uma colecta de informações, obtidas por meio de perguntas e respostas. Muito mais que isso, elicitar é interpretar, compreender, analisar, modelar e validar a informação, até que o engenheiro de requisitos esteja totalmente confiante de que conseguiu reunir um conjunto suficiente de requisitos para o sistema a ser desenvolvido.

3.2.6 Problemas na elicitação

Um dos maiores obstáculos do engenheiro de requisitos/analista de sistemas é perceber as reais necessidades do utilizador, afinal a visão do analista é diferente da visão de quem vai de facto utilizar o sistema para realizar as suas tarefas e precisa que este sistema responda da maneira correcta e faça o que é proposto fazer. A visão do utilizador é diferente da visão do analista, que por sua vez é diferente da visão da equipa de desenvolvimento. É preciso encontrar uma maneira de facilitar a comunicação entre esses stakeholders e possibilitar a interacção entre os mesmos. Outra dificuldade está no facto dos utilizadores não terem uma ideia precisa e explícita do sistema a ser desenvolvido, é difícil para eles “imaginar” o sistema a funcionar; além de também sentirem dificuldades em descrever o conhecimento que possuem sobre o domínio do problema e sobre as suas reais necessidades, muitos utilizadores não conseguem expressar correctamente o que precisam, o que desejam, e acabam por

transmitir uma informação inadequada, que não corresponde ao que ele realmente pensa, resultando assim em uma elicitação problemática.

Além das razões referidas acima, (Kotonya e Sommerville, 1998) citam mais alguns problemas encontrados para se alcançar uma elicitação efectiva, dada a dificuldade que os engenheiros de requisitos encontram para conseguir a devida cooperação dos stakeholders. Os problemas citados pelos autores são:

- Tempo insuficiente para a tarefa de elicitação: os stakeholders estão sempre muito ocupados com suas tarefas e não dispõem de muito tempo para discutir com os engenheiros sobre os requisitos do novo sistema ou da nova funcionalidade.
- Os engenheiros de requisitos não preparam-se devidamente para o processo de elicitação: o entendimento do domínio da aplicação é essencial para uma elicitação efectiva e as vezes o engenheiro não busca ler e aprender mais sobre o domínio antes de falar com os stakeholders.
- Os stakeholders podem não estar interessados em um novo sistema: a resistência dos utilizadores sempre foi um problema a ser enfrentado. É possível que achem o sistema desnecessário e assim evitam cooperar.

O desenvolvedor de uma ontologia também encontra os mesmos problemas em sua tarefa de elicitação dos termos e relacionamentos que irão compor a ontologia. Não é uma tarefa fácil conseguir o comprometimento desejado dos envolvidos no processo, além da dificuldade em fazer-los imaginar as funcionalidades que podem ser providas por um sistema a partir de uma ontologia. A metodologia que será apresentada neste trabalho preocupa-se especialmente com esse aspecto e apoia-se nos métodos da ER para elicitar essa percepção.

3.2.7 Como proceder

É de fundamental importância identificar os stakeholders, sejam eles os indivíduos ou as organizações que irão ganhar ou perder com o sucesso ou fracasso do sistema. Stakeholders incluem os clientes (que pagam pelo sistema), equipa de desenvolvimento e utilizadores (que interagem com o sistema para realizar suas tarefas). Quando se trata de sistemas interactivos, o utilizador desempenha um papel central no processo de elicitação e estes utilizadores nunca são homogéneos, sendo necessário identificar as diferentes classes, como os iniciantes, os peritos, os ocasionais, etc.

Deve haver então um encontro inicial, onde serão colocadas questões que enfatizem o cliente, os objectivos e os benefícios que o sistema irá trazer para eles. Deverão também ser colocadas questões que habilitem o analista a ganhar um melhor entendimento do problema. Durante esses encontros, deve ser adoptada uma das técnicas descritas no próximo tópico.

3.2.8 Técnicas de elicitaco

Como foi discutido acima, a elicitaco busca descobrir informaes sobre o domínio de uma determinada aplicao, ou no caso deste projecto, o domínio de uma ontologia, assim como descobrir as necessidades dos stakeholders.

A Engenharia de Requisitos dispõe de várias técnicas para elicitaco de requisitos, a escolha depende do tempo e dos recursos disponíveis ao engenheiro de requisitos, assim como também do tipo de informao que precisa ser elicitada.

(Kotonya e Sommerville, 1998) citam algumas das principais técnicas de elicitaco:

- Entrevistas: uma das técnicas mais comuns. O engenheiro de requisitos discute sobre o sistema com diferentes stakeholders. As entrevistas podem ser realizadas através de um conjunto de perguntas pré-estabelecidas ou de uma forma aberta, onde o engenheiro discute sobre o que o utilizador espera do sistema sem seguir perguntas pré-definidas.  no entanto perfeitamente possível mesclar as duas modalidades de entrevista. São úteis para um primeiro contacto e para construir um entendimento mais geral sobre o domínio em questão. Os autores atentam para o facto de que o entrevistador deve estar disposto a ouvir e tentar perceber a visão do entrevistado, não deve tentar impor o seu ponto de vista particular, mas sim estar aberto a novas ideias.
- Cenários: para os utilizadores de um sistema,  mais fácil perceber exemplos relacionados  vida real, do que descries abstractas das funcionalidades providas por uma aplicao. Desta maneira,  bastante útil desenvolver um conjunto de cenários com os quais os utilizadores possam interagir e assim elicitare os requisitos do sistema. Através do uso de cenários, os utilizadores explicam ao engenheiro de requisitos como interagem com o sistema, que respostas esperam do mesmo. Uma vez que se tem uma ideia básica a respeito das facilidades que o sistema poderá prover,  possível criar cenários que ajudem a descobrir detalhes. Há diversas maneiras de se criar cenários, mas para qualquer uma delas,  necessário que seja feita uma descrio do estado do sistema antes da interaco com o utilizador, assim como  necessário descrever o fluxo normal dos eventos que ocorrem no mesmo, as possíveis situaes de excepo, as actividades que podem ser levadas a cabo simultaneamente e a descrio do estado final do sistema após a execuo do cenário. Esta técnica será descrita detalhadamente no próximo tpico.
- Métodos Soft: produzem modelos menos formais do sistema sócio-técnico. Consideram o sistema, as pessoas e a organizao. Alguns desses métodos são o SSM (Checkland, 1981; Checkland and Scholes, 1990), ETHICS (Mumford, 1989) e a abordagem Eason's User-Centered Design (Eason, 1988). SSM (Soft Systems Methodology) não foi criado especificamente para ser uma técnica de elicitaco de requisitos para um sistema baseado em computador, mas sim

para ajudar a aplicar “systems thinking” a problemas organizacionais. Entretanto, como esse tipo de método preocupa-se com sistemas sócio-técnicos, pessoas, procedimentos e políticas, hardware, software, etc., isso faz com que essa abordagem possa ser aplicada a elicitação de requisitos, podendo ser combinada a outros métodos. A essência do SSM reconhece que os sistemas estão mergulhados em um contexto humano e organizacional e provê um meio de perceber requisitos abstractos. De acordo com (Checkland et al., 1999), a ideia de usar o SSM para determinar as necessidades de informação, não é propriamente uma ideia nova, de facto, o primeiro modelo conceptual construído durante o desenvolvimento do SSM (Checkland and Griffin 1970), já era um modelo que preocupava-se com tais necessidades relativamente a uma empresa de médio porte. Os métodos soft no entanto não são apropriados para detalhar os requisitos, mas ajudam a perceber o problema, a situação organizacional na qual o problema está inserido e as restrições existente à solução do problema. São particularmente apropriados quando não se sabe exactamente que tipo de sistema é realmente necessário em um contexto particular.

- Observação e análise social: quando o tipo de actividade envolve equipas de pessoas que cooperam para realizar diferentes tarefas, a depender das pessoas envolvidas e do ambiente organizacional, há uma certa dificuldade em explicar como elas dão cabo de suas tarefas e como trabalham juntas em situações particulares. Quando as actividades que desempenham tornam-se uma rotina, é difícil descrevê-las, sendo mais fácil demonstrar o processo e a observação é uma boa maneira de perceber como essas actividades são executadas e como um sistema baseado em computadores poderá ajudá-las a realizar melhor tais tarefas.

Além das técnicas citadas acima por (Kotonya e Sommerville, 1998), também é importante mencionar os questionários, brainstorming e análise da documentação existente na organização, como os manuais por exemplo.

A tabela abaixo apresenta algumas técnicas e suas respectivas qualidades e deficiências.

Técnica	Qualidades	Deficiências
Leitura de documentos	Facilidade de acesso às fontes de informação, volume de informação.	Informações dispersas. Requer esforço de trabalho para identificar.
Observação	Baixo custo, tarefa de pouca complexidade.	Dependência do observador e superficialidade decorrente da pouca exposição ao universo de informações.
Entrevistas	Contacto directo com os utilizadores e possibilidade de validação imediata.	Diferenças culturais.
Reuniões	Múltiplas opiniões, criação	Dispersão, custo e tempo.

	colectiva.	
Questionários	Padronização de perguntas. Tratamento estatístico	Respostas limitadas, pouca interação.
Etnografia	Visão de dentro para fora. Contextualização.	Tempo e pouca sistematização.
Engenharia reversa	Disponibilidade de informação (código). Reutilização.	Descontinuidade de informações. Informação muito detalhada.
Reutilização	Produtividade, qualidade.	Nível de abstracção (requisitos). Possibilidade de reutilização real.

Tabela 1 - Técnicas para elicitacção de requisitos. Fonte: (Leite, 2001 apud Silva, 2006)

As técnicas citadas acima podem perfeitamente ser aplicadas à elicitacção dos termos de uma ontologia. Neste projecto serão utilizados questionários, reuniões, brainstorming e principalmente a técnica de cenários.

3.2.9 Resultados da elicitacção

O resultado da elicitacção é um documento que descreve os requisitos, estabelece o que o sistema deverá fazer, auxilia na actividade de especificacção dos requisitos, no entanto não propõe uma soluçao para o problema.

“Há um importante elemento filosófico na Engenharia de Requisitos, uma vez que esta preocupa-se com a interpretaçao e entendimento da terminologia usada pelos stakeholders, seus conceitos, pontos de vista e objectivos. Consequentemente, a Engenharia de Requisitos deve preocupar-se com a percepçao das crenças dos stakeholders (epistemologia), as questões sobre o que é observável no mundo (fenomenologia), e as questões sobre o que pode ser aceite como verdade (ontologia)” (Nuseibeh et al., 2000).

3.2.10 A técnica de cenários

Uma das técnicas utilizadas para a elicitacção de requisitos é a técnica de cenários, que será aqui descrita em detalhes por ter sido escolhida para ser aplicada no processo de elicitacção dos requisitos para a construcção da ontologia do projecto apresentado neste trabalho.

“Segundo (Jacobson, 1992), um cenário é um conjunto ordenado de interação entre parceiros, normalmente entre um sistema e um conjunto de actores externos ao sistema. Pode consistir numa sequência concreta de passos de interação (instância de cenário) ou num possível conjunto de passos de interação (cenário tipo).” (Wikipedia, 2007. Consult, em 20-12-2007. Disponível na Internet: < URL http://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia_de_Requisitos >)

(Kotonya e Sommerville, 1998) alertam que a aplicação desta técnica envolve os stakeholders e o engenheiro de requisitos, que deverá estar atento e fazer apontamentos dos comentários feitos pelos utilizadores e os problemas encontrados. A intenção é que os utilizadores simulem o uso do sistema, sigam o cenário e apontem os erros, os resultados que eram esperados e que façam sugestões.

A ideia clássica de requisitos de qualidade é que são aqueles que apresentam adequação, clareza, completude, consistência, verificabilidade, modificabilidade e rastreabilidade. (IEEE, 1993 apud Glinz, 2000). No entanto, na prática nem todas essas qualidades são alcançadas. Pode-se pensar que isto é apenas uma questão de fazer uso dos métodos e processos adequados, mas um olhar mais atento revela que não é tão simples assim.

(Glinz, 2000) em seu artigo “Improving the Quality of Requirements with Scenarios”, defende que um modelo de qualidade de requisitos deve focar na adequação, como sendo a mais importante qualidade, seguida da consistência, verificabilidade e modificabilidade. Adotar esse novo paradigma de qualidade requer técnicas que:

- Descrevam os requisitos de uma forma que os stakeholders possam facilmente perceber e validar;
- Permitam a construção sistemática de especificações parciais;
- Sejam capazes de detectar e resolver ambiguidades logo no início.

Segundo (Glinz, 2000), os cenários descrevem o sistema a partir da perspectiva do utilizador, focam na interação utilizador-sistema e representam uma maneira de interpretar os requisitos. Cenários descrevem os requisitos como sequências de interações e provaram ser uma boa técnica para especificar requisitos, aumentando consideravelmente a sua qualidade. (Jacobson, 1992 apud Glinz, 2000), usou o termo use case para tipos de cenários e posteriormente introduziu-o na UML. Inicialmente os cenários foram usados no campo da interação homem-máquina, posteriormente com os trabalhos de (Jacobson, 1992) passaram a receber considerável atenção da Engenharia de Requisitos.

Ao descrever as situações comuns do dia-a-dia, os cenários preocupam-se com a usabilidade e com o aprofundamento do conhecimento do problema. Cada cenário descreve uma situação específica do sistema a ser desenvolvido. Podem ser representados de maneira informal, como um texto simples, ou de maneira mais formal e rebuscada. Utilizar cenários é uma forma de fazer com que as pessoas possam imaginar o comportamento que o sistema terá. São compostos por diversos episódios, que são constituídos de:

- Título: identifica o episódio

- Objectivo: objectivo que se pretende alcançar
- Actores: stakeholders
- Recursos: aquilo que é necessário para que a tarefa seja executada
- Tempo: momento que está a ser representado
- Restrições: pré-condições existentes.

3.2.11 Vantagens no uso da técnica de cenários

A técnica de cenários tem sido aplicada em áreas como: engenharia de requisitos, planeamento estratégico, interacção homem-máquina, etc. O uso desta técnica leva a consideráveis melhorias no processo de especificação de requisitos, em razão de permitir um maior envolvimento dos utilizadores.

Considerar a visão do utilizador. Este aspecto tem fundamental importância, nomeadamente na validação da conformidade dos requisitos. Os utilizadores ficam com uma ideia muito aproximada das funcionalidades do sistema e com isso conseguem dizer se a funcionalidade “X” realmente resolve o seu problema, ou se aquele resultado não é exactamente o esperado.

Fácil compreensão. Com a técnica de cenários, a elicitação e a validação de requisitos é simplificada. A razão está na interacção entre o utilizador e o sistema, onde os requisitos são compreendidos e discutidos através de uma linguagem que tanto os utilizadores quanto os engenheiros conseguem perceber.

Feedback. Em razão dos cenários possibilitarem ao utilizador ter uma visão do que cada funcionalidade irá fazer, permite ao mesmo fornecer rapidamente um feedback, que será analisado pelo engenheiro/equipa de desenvolvimento para fazer as correcções, quando necessárias, ou seja, uma validação contínua que vai garantir a qualidade do sistema.

Os cenários descrevem os requisitos numa linguagem de fácil compreensão, para que todos os envolvidos no projecto se sintam motivados a participar, opinar, discutir. O feedback dos stakeholders é de suma importância no processo de elicitação, sem ele não é possível saber se as percepções do analista sobre o sistema a ser desenvolvido realmente vai de encontro às reais necessidades daqueles que irão de facto utilizar o sistema. Os cenários também representam uma maneira natural de escrever especificações parciais, isso porque cada cenário captura uma sequência de interacção utilizador-sistema, que por sua vez representa uma transacção ou uma função específica do sistema. A força particular dos cenários está exactamente no facto dos mesmos proverem uma decomposição do sistema sob a perspectiva do utilizador e cada função poder ser tratada separadamente. Essa combinação da habilidade de tratar cada função separadamente e a representação dos requisitos de forma orientada ao utilizador, possibilita curtos ciclos de feedback entre os utilizadores e os engenheiros de requisitos/equipa de desenvolvimento.

“Outra vantagem é a possibilidade de gerar casos de testes a partir de cenários, melhorando assim a verificabilidade dos requisitos” (Ryser et al., 1999 apud Glinz, 2000).

Conforme mencionado anteriormente, (Glinz, 2000) acredita que requisitos de qualidade são aqueles que apresentam adequação, completude parcial, modificabilidade e verificabilidade. O uso da técnica de cenários contribui enormemente para o alcance dessas características.

- A adequação é conseguida em razão dos requisitos serem situados no ambiente onde o sistema será utilizado, além de serem descritos de maneira orientada ao utilizador e de serem decompostos em funções de fácil compreensão permitindo uma validação contínua.
- Cada cenário representa uma especificação parcial, que é coerente com a perspectiva do utilizador. Desta maneira, a completude parcial é naturalmente alcançada.
- O facto de os cenários decomporem os requisitos em várias funcionalidades, torna mais fácil negociar a evolução desses requisitos, melhorando assim a modificabilidade.
- Já foi visto também que casos de testes podem ser derivados de cenários, o que os torna verificáveis.

A consistência no entanto não é favorecida pelo uso de cenários, ao contrário, a visão de cada cenário como uma entidade separada, conduz a problemas de inconsistência. Além de que, nem todos os requisitos são descritos pelos cenários. Portanto, ao usar este tipo de abordagem, deve ser feito um esforço extra para garantir a consistência dos requisitos.

3.2.12 Dificuldades no uso da técnica de cenários

Antes de construir cada cenário, é preciso fazer um levantamento dos requisitos que irão compor o mesmo, ao tentar eliciar esse grupo de requisitos iniciais, os analistas muitas vezes deparam-se com uma dificuldade relacionada ao facto dos utilizadores omitirem algumas informações que podem ser imprescindíveis para a construção do cenário, isso acontece porque os utilizadores assumem que o analista já sabe tais informações, é o conhecido problema do conhecimento implícito.

Outra dificuldade também relacionada à captura do problema, é que cada utilizador tem seu ponto de vista particular, tornando difícil a tarefa do analista conseguir as informações que necessita a partir de pessoas com visões muitas vezes tão divergentes. Há também uma tendência do utilizador “exagerar” nos problemas relacionados à sua tarefa específica, ficando a cargo do analista descobrir o grau de relevância do problema relatado.

Em geral é impossível, ou pelo menos inviável, construir cenários para todas as funcionalidades do sistema, o analista precisa então escolher um conjunto de funcionalidades que seja suficiente para cobrir o uso normal do sistema, bem como as situações onde as coisas podem correr mal. Essa escolha pode ser bastante difícil, afinal esse conjunto não pode ser grande demais, pois seria preciso muito tempo para criar tantos cenários, mas também não pode ser muito reduzido, afinal precisa

cobrir as funcionalidades críticas, principalmente aquelas que envolvem uma maior interacção com o utilizador.

3.2.13 Representação de cenários

As vantagens citadas anteriormente não são obtidas automaticamente, mas dependem fortemente de como os cenários são usados e representados. Há várias formas de se aplicar a técnica de cenários. Pode ser através de narrativas textuais, storyboards/storytelling, prototipagem, etc.

Narrativas Textuais - são fáceis de serem escritas e de serem lidas, no entanto apresentam problemas de qualidade pois normalmente são imprecisas e não apresentam uma sequência lógica e clara das acções a serem tomadas, além de muitas vezes também não deixarem claro quais acções são levadas a cabo pelo sistemas e quais são levadas a cabo pelo utilizador.

Os exemplos abaixo foram adaptados do artigo “Improving the Quality of Requirements with Scenarios”, (Glinz, 2000).

- Exemplo 1 - Cenário narrativo para a funcionalidade empréstimo de livros

Tipo de Cenário: Empréstimo de Livros

Versão: 1

Quando um utilizador da biblioteca deseja solicitar o empréstimo de um livro, ele leva o livro até a secção de empréstimos. Lá o utilizador inicialmente faz o scanner de seu cartão pessoal da biblioteca. A seguir faz o scanner do código de barras do livro. Caso o utilizador não tenha atingido sua cota de empréstimos e o livro não esteja reservado para outra pessoa, então o sistema regista o livro como emprestado a ele e desliga o dispositivo electrónico daquele livro. O procedimento de empréstimo é encerrado ao ser pressionado o botão ‘Finalizar’. O sistema emite então um comprovativo para o(s) livro(s) solicitados.

- Exemplo 2 – Cenário Step-by-Step para o empréstimo de livros

Tipo de Cenário: Empréstimo de Livros

Versão: 2

Actor: Utilizador

Fluxo Normal:

- 1 - Fazer scanner e validar o cartão de utilizador da biblioteca;
- 2 - Fazer scanner do código de barras do livro a ser emprestado, identificá-lo e verificar sua situação;
- 3 - Registar o livro como emprestado e desligar seu dispositivo de segurança.
- 4 - Se o utilizador desejar solicitar empréstimo de mais livros, repetir os passos 2 e 3;

5 - Quando concluir, imprimir o comprovativo de empréstimo.

Fluxos Alternativos:

- 1.1 Cartão inválido: encerrar a aplicação.
- 2.1 Utilizador já atingiu seu limite de empréstimos: encerrar a aplicação.
- 2.2 Livro reservado a outro utilizador: negar o empréstimo.

O cenário abaixo foi adaptado de (Glinz, 2000) e representa as três transacções alternativas que o utilizador pode executar a partir do sistema da biblioteca. Após ter sido autenticado como utilizador válido, é possível solicitar empréstimo de livro, devolver livro ou reservar livro. Caso o cartão seja inválido, sai do sistema.

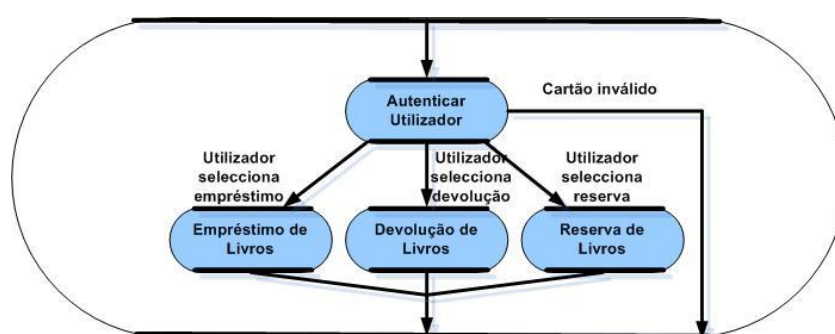


Ilustração 14 - Cenário das transacções efectuadas pelo utilizador da biblioteca

Método SCRAM - SCenario Requirements Analysis Method, foi criado por Sutcliffe A.G. e Ryan M. (1998), e foi utilizado para a análise de requisitos do projecto Multimédia Broker. De acordo com (Sutcliffe et al., 1998), é baseado em quatro técnicas para captura e validação de requisitos:

- Uso de protótipos: o conceito chave é criar artefactos com os quais os utilizadores possam interagir.
- Cenários: os artefactos são colocados no contexto de uso, isso ajuda os utilizadores a fazerem uma relação entre as tarefas que executam e tais artefactos.
- Design de análise racional: o raciocínio dos designers é exposto aos utilizadores como forma de encoraja-los a participarem das decisões.
- Resumo de quadro branco: os requisitos levantados pelo designer são resumidos em um quadro para que sejam identificadas as dependências e prioridades.

O autor explica que o método é constituído das seguintes fases:

- Captura dos requisitos iniciais e familiarização com o domínio, através de entrevistas e de descobertas de factos, até obter informação suficiente para desenvolver o primeiro demonstrador de conceito.

- Especificação e desenvolvimento do demonstrador de conceito, que tem funcionalidades limitadas e é interactivo. É utilizado para ilustrar uma tarefa típica executada pelo utilizador.
- Sessão de análise e validação dos requisitos. Os utilizadores são convidados a fazerem críticas e sugestões ao demonstrador de conceitos. A sessão é gravada para análises subsequentes.
- Sessão de análise. Os dados colectados na fase anterior (análise e validação) são analisados e as conclusões são reportadas aos utilizadores

Segundo (Sutcliffe et al., 1998), a utilização do método foi aprovada por quase todos os envolvidos no projecto. Entretanto algumas considerações foram feitas, como por exemplo, a necessidade de encorajar mais a participação do utilizador e menos do designer, que normalmente leva muito tempo durante a sessão a dar explicações sobre o cenário, o que não deve ocorrer pois o mesmo deve ser o mais intuitivo possível.

Storyboarding/StoryTelling – “técnica comum utilizada no campo da HCI e do design, para demonstrar a interface dos sistemas e seu contexto de uso” (Truong et al., 2006). Dentre os elementos utilizados nesta técnica estão: textos, pessoas, nível de detalhes, número de painéis e representação do tempo. A prática do uso storyboards existe há muito tempo e começou a ser aplicada no campo da animação e banda desenhada. Há no entanto pouca literatura a respeito desta prática relativamente à sua aplicação na HCI. De acordo com (Truong et al., 2006), esta técnica deve ser capaz de demonstrar não apenas os detalhes relativos a interface da aplicação, mas também os conceitos, a motivação e reacção do utilizador ao interagir com o sistema.

No artigo *Storyboarding: An Empirical Determination of Best Practices and Effective Guidelines*, (Truong et al., 2006) apresenta um conjunto de directrizes que podem ser seguidas para uma aplicação mais eficaz: perceber quem são as pessoas que irão fazer uso dos storyboards; ser criativo nas histórias e criar artefactos, ou seja, quebrar a histórias em cenas, como uma forma de facilitar sua compreensão.

Esta técnica será apresentada com mais detalhes no capítulo 4, pois dadas as suas características, foi escolhida para compor o método OntoScene.

Prototipagem – mais uma técnica aplicada em diversas áreas do conhecimento, com forte utilização na Engenharia de Software, especialmente na Engenharia de Requisitos. Um protótipo é basicamente uma versão inicial do sistema a ser desenvolvido e é usado para demonstrar ou apresentar o futuro sistema aos utilizadores, como forma de validar os requisitos e analisar como os utilizadores reagem ao serem postos em contacto com o sistema. Os protótipos são usados principalmente para validar a interface do sistema e obter um feedback dos stakeholders neste sentido, ou seja, garantir telas “amigáveis”, de fácil interpretação e fácil utilização. A aplicação da prototipagem reduz os riscos e os custos, uma vez que é muito mais fácil, rápido e barato corrigir os erros e fazer alterações em um protótipo do que em um sistema real.

A prototipagem será abordada em mais detalhes no capítulo 4, uma vez que também faz parte do método OntoScene.

3.3 Especificação de Ontologias como um Problema de Elicitação de Requisitos

Os estudos realizados no campo da Engenharia de Ontologias e a análise do estado da arte mostra um grau de maturidade ainda baixo, principalmente se comparado com o grau de maturidade alcançado pela Engenharia de Software. Também foi observado que os investigadores, desenvolvedores e utilizadores fazem uso de diferentes terminologias no que diz respeito às actividades envolvidas no desenvolvimento de ontologias, não há um consenso quanto a nomenclatura adoptada. Esta falta de padronização contrasta com a Engenharia de Software, que conta com o IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.

O desenvolvimento de software é uma tarefa que tornou-se com o passar do tempo cada vez mais difícil, em razão do alto grau de complexidade que as aplicações actuais demandam, bem como à necessidade de uma rápida adaptação às mudanças nos requisitos, reflexo das mudanças nas necessidades dos utilizadores. Em razão disso, as investigações realizadas no campo da Engenharia de Requisitos têm sido intensificadas e focam-se na descoberta ou aperfeiçoamento de métodos e ferramentas que sejam capazes de prover um maior suporte às actividades de elicitação, modelagem e análise de requisitos do sistema a ser desenvolvido, concentrando sua atenção nas necessidades dos utilizadores.

As razões citadas acima fazem da Engenharia de Requisitos uma boa “fonte”, cujos conhecimentos e técnicas comprovadamente eficazes, podem ser aplicadas na Engenharia de Ontologias. As investigações realizadas no âmbito da Engenharia de Ontologias são relativamente recentes, tendo sido iniciadas por volta de 1990. Inicialmente, as comunidades de Inteligência Artificial desenvolviam ontologias para propósitos específicos, mas com o passar do tempo as ontologias passaram a ser aplicadas nos mais variados campos e essa evolução atraiu a atenção de diferentes segmentos de investigação. “Uma ontologia refere-se sempre a entidades e relacionamentos, que podem ser representadas através das técnicas tradicionais de engenharia de software, como o modelo ER” (Devedzic, 2002).

Engenharia de Ontologias é formalmente definida como “o conjunto de actividades que dizem respeito ao processo de desenvolvimento de ontologias, o ciclo de vida das ontologias e as metodologias, ferramentas e linguagens para construção de ontologias” (Gómez-Pérez et al., 2003).

Ontologias podem ser desenvolvidas de acordo com os padrões propostos pela Engenharia de Software, que podem ser adaptados às características particulares das ontologias. Se pensarmos nas ontologias como parte (as vezes apenas potencialmente) de um produto de software, é possível percebermos a estreita relação existente entre estes dois campos (ER e EO), que cada vez mais fundem-se em um só, uma vez que o futuro aponta para o crescente desenvolvimento de aplicações enriquecidas semanticamente.

Há diversas abordagens metodológicas (METHONTOLOGY, On-To-Knowledge, DILIGENT) que fizeram da arte de construir ontologias uma actividade de engenharia, mas ainda assim há aspectos da RE que podem ser acrescentados para enriquecer a metodologia e consequentemente o produto

final, ou seja, a própria ontologia. Conforme dito no início deste capítulo, (Breitman et al., 2003) defende que as ontologias devem ser construídas por engenheiros de software e não por especialistas em desenvolvimento de ontologias.

Investigações realizadas no campo das ontologias e no campo da Engenharia de Requisitos sugerem que ao construir uma ontologia, devemos seguir alguns passos de elicitação. (Simplerl, et al., 2006) considera que os seguintes passos são os mais importantes:

- Perceber o problema, o domínio e contexto, as razões pelas quais estamos a construir a ontologia e que problemas ela irá resolver;
- Identificar os stakeholders, quem irá fazer uso da ontologia, quais são suas tarefas? Quais são seus problemas e necessidades?
- Estabelecer as metas, como a ontologia irá ajudar os stakeholders a realizarem suas tarefas de uma melhor forma e como irá ajuda-los a solucionar seus problemas e atender suas necessidades.
- Validar as decisões, cada decisão deve ser validada pelos stakeholders através de um feedback, para assegurar que vão de encontro às suas percepções. Nesse passo deve ser aplicada alguma técnica, como a de cenários por exemplo.

A Figura abaixo mostra o processo de desenvolvimento de uma ontologia segundo (Staab et al., 2001). Esta começa pelo Feasibility study, cujo propósito é identificar os factores que podem determinar o sucesso ou fracasso do sistema, através da descoberta de áreas que podem apresentar problemas ou oportunidades. A fase Ontology kickoff descreve o que uma ontologia deve suportar, o resultado é um documento de especificação de requisitos que pode ser visto na figura seguinte. A fase Refinement visa proceder com uma elicitação baseada nas informações obtidas na fase anterior. Na fase Evaluation, o engenheiro de ontologia executa uma revisão baseada em feedback, para garantir que a ontologia vá de encontro ao documento de especificação de requisitos e se houver algum erro, é necessário retornar à fase Refinement. Finalmente, a fase Maintenance é responsável por alterar as especificações para que estas reflectam as mudanças ocorridas no mundo real, é importante contar com o feedback dos utilizadores.

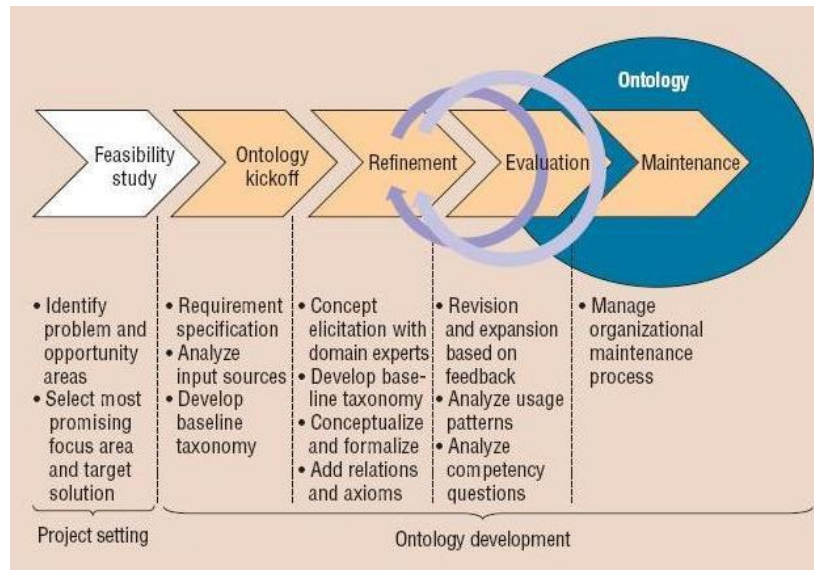


Ilustração 15 – Processo de desenvolvimento de uma ontologia (Fonte: Staab et al., 2001)

Como podemos observar, para construir esse processo de desenvolvimento de ontologias, (Staab et al., 2001) considerou diversos aspectos da Engenharia de Requisitos, como elicitação e feedback. O próprio processo é muito similar aos já bastante conhecidos processos para o desenvolvimento de softwares. Esta pode ser a chave para uma metodologia bem sucedida de construção de ontologias.



Ilustração 16 - Documento de especificação de requisitos da ontologia (Fonte: Staab et al., 2001)

O documento de especificação de requisitos da ontologia, como pode ser observado acima, cobre importantes aspectos, como por exemplo a meta da ontologia, seu domínio, potenciais utilizadores e ontologias reutilizadas, caso existam.

É importante também aqui mencionar as investigações realizadas no âmbito do projecto NeOn², onde foi criado um processo de desenvolvimento e ciclo de vida de ontologias, que considera os processos de desenvolvimento e ciclos de vida existentes na Engenharia de Software. Os participantes do projecto perceberam que para criar um framework metodológico, seria necessário haver um entendimento não ambíguo dos componentes, das actividades envolvidas no processo de desenvolvimento da ontologia. O resultado foi a construção do NeOn Glossary of Activities, cuja ideia era alcançar um consenso na identificação e definição de tais actividades; para tal, foi utilizada a tecnologia wiki, onde foi criado um espaço não público no NeOn Wiki para que a terminologia pudesse ser discutida, os participantes podiam então fazer comentários e sugerir a adição ou exclusão de termos, bem como ajustes e alterações. Foram realizadas reuniões e mailing lists até que os envolvidos chegassem a um acordo final quanto a terminologia a ser adoptada.

3.3.1 Engenharia de Requisitos Vs Engenharia de Ontologias

As secções anteriores abordaram diversas semelhanças e aspectos da ER que devem ser considerados na EO. A figura abaixo utiliza os mapas conceptuais para fazer uma comparação entre a Engenharia de Requisitos e a Engenharia de Ontologias. Ambas são operacionalizadas por processos, que têm um ciclo de vida e fazem uso de metodologias. Os processos são compostos de actividades (Elicitação, Análise e Negociação, Especificação/Documentação, Validação), na Engenharia de Ontologias também são actividades o Processo de Desenvolvimento da Ontologia e a Aquisição do Conhecimento. As Questões de Competência podem ser aplicadas tanto na fase de Elicitação, quanto na fase de Aquisição do Conhecimento. A Elicitação por sua vez é uma fase que deve ser suportada por vários métodos, como os questionários, as entrevistas, sessões de brainstorming e cenários.

² Projecto europeu de 14.7 milhões de euros, envolve 14 parceiros europeus e é co-financiado pelo *European Commission's Sixth Framework Programme*. Iniciado em Março de 2006 e com duração de 4 anos, tem como objectivo avançar no estado da arte do uso de ontologias para aplicações semânticas em larga escala, em organizações distribuídas. <http://www.neon-project.org>

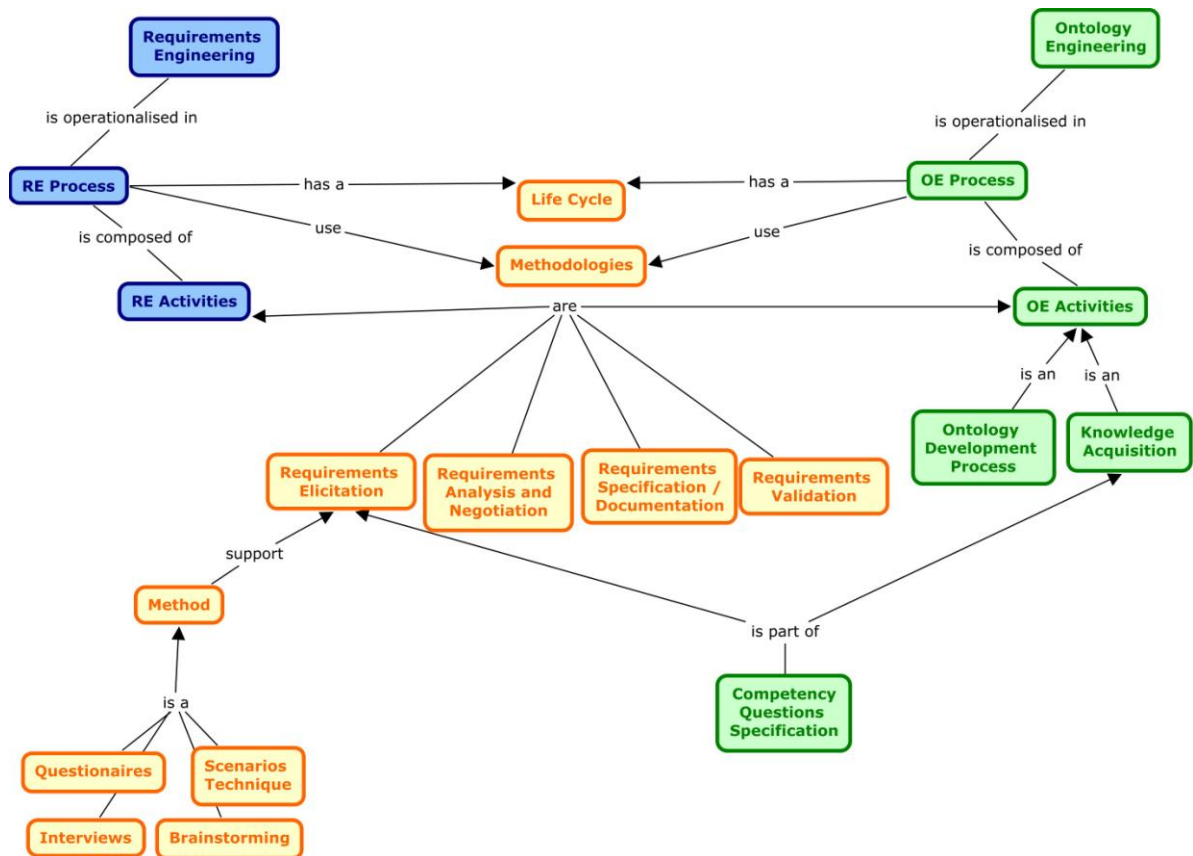


Ilustração 17 - Mapa conceitual comparativo entre Engenharia de Requisitos e Engenharia de Ontologias

Os mapas conceituais são ferramentas que facilitam a aprendizagem e são um forte aliado no processo de descoberta do conhecimento e elicitação dos termos que farão parte da ontologia a ser construída. Apesar de os mapas não serem utilizados pela Engenharia de Requisitos, este trabalho os considera como parte essencial da metodologia OntoScene, sua aplicação mostrou resultados extremamente relevantes e positivos. Todo o conjunto de conceitos, características e vantagens do uso desta ferramenta será descrito em detalhes no capítulo 4.

Há muitas semelhanças entre as fases do desenvolvimento de ontologias e as fases do desenvolvimento de software e algumas metodologias usam tais conceitos, como a Methontology, cujo framework, segundo (Davedzic, 2002), possui similaridades com o tradicional modelo cascata do ciclo de vida de desenvolvimento de software.

A aquisição do conhecimento pode também ser considerada parte do processo de elicitação, faz então todo o sentido que técnicas da ER sejam utilizadas nesta fase. Segundo (Staab et al., 2001), o desenvolvimento de ontologias deve ser orientado à aplicação, incluir feedback e requisitos. Cá estão duas palavras que podem ser a chave de como a ER pode ajudar no processo construção de uma ontologia consistente, que seja capaz de partilhar e transmitir conhecimento e que atenda aos propósitos para os quais foi construída: requisitos e feedback. À essas duas palavras devemos acrescentar o con-

ceito de colaboração, para que a ontologia também seja capaz de reflectir diferentes visões da realidade modelada, ou do domínio do conhecimento em questão.

Já sabemos que o conhecimento é o bem mais valioso de uma organização. Não apenas as grandes empresas mas também as PME's, trabalham todos os dias com um grande volume de informação que está armazenada nos mais diferentes formatos, e onde grande parte está apenas na mente de seus colaboradores. Todo esse conhecimento precisa ser estruturado para que seja permitida a sua disseminação dentro da organização e entre seus parceiros de negócio, em outras palavras, precisa ser partilhado. É necessário então garantir uma comunicação clara e sem ambiguidades, o que pode ser obtido através de uma ontologia.

Metodologias como a Methontology, que possui um framework para habilitar a construção de ontologias ao nível do conhecimento, tem a aquisição do conhecimento como uma de suas tarefas. A metodologia NeOn possui um glossário de actividades que inclui uma actividade chamada "Aquisição do Conhecimento para Ontologias", a qual contém sub-actividades de captura a partir de diferentes fontes.

"O termo elicitação é preferido ao termo captura, para evitar a interpretação de que os requisitos estão lá a espera de serem colectados através de simples perguntas. Há na realidade uma série de dificuldades inerentes a este processo" (Nuseibeh et al., 2000). Os objectivos dos utilizadores podem variar sensivelmente e serem conflituosos, depende de suas perspectivas e do ambiente no qual a organização está inserida. As metas também podem não ser explícitas e difíceis de serem articuladas, dificultando ainda mais o processo de aquisição do conhecimento. As técnicas de elicitação utilizadas pela ER, como observação, entrevistas, análise de documentos, sessões de brainstorming, prototipagem e cenários; possuem cada uma seus pontos fortes e seus pontos fracos, a escolha dependerá das características do sistema/ontologia a ser desenvolvido, assim como do ambiente onde o mesmo se insere. "É preciso lembrar também que uma ontologia é um modelo do mundo real, e como tal, seus conceitos devem reflectir esta realidade" (Noy et al., 2000).

É portanto considerado neste trabalho que a construção de uma ontologia deve seguir uma metodologia e que algumas técnicas utilizadas na Engenharia de Requisitos podem e devem fazer parte desta metodologia, principalmente nas tarefas ligadas à elicitação dos termos, relacionamentos e funcionalidades. O próximo capítulo descreve em detalhes a metodologia OntoScene, apresentando cada uma das etapas que a compõe e os aspectos que foram considerados durante o seu desenvolvimento.

4 OntoScene: um método para especificação de ontologias baseado em cenários

4.1 Visão Geral do Método

De acordo com (Santoro et al., 2005), a maior parte do conhecimento organizacional está na mente de seus funcionários, suas experiências anteriores. Representar e armazenar esse conhecimento de maneira que possa ser aprendido, reutilizado e aplicado em outras situações similares constitui um desafio que pode trazer muitas melhorias para o processo de tomada de decisão nas organizações. Dependendo da metodologia escolhida para desenvolver a ontologia, esta pode ser uma resposta a este desafio, uma vez que seu foco está na partilha do conhecimento. A metodologia proposta neste trabalho traz uma abordagem colaborativa, busca maneiras de envolver todos os participantes, estimular a participação do grupo com ideias e conta com o feedback dos stakeholders para construir uma ontologia que vá de encontro às reais necessidades daqueles que irão de facto utilizá-la.

Conforme dito anteriormente, a metodologia OntoScene foi desenvolvida no âmbito do projecto pmColNet, tendo assim sido possível validá-la ao longo de seu desenvolvimento. No contexto de um projecto, é prática comum que os participantes usem suas próprias convicções, seus termos particulares para representar a informação; isto certamente causa problemas de comunicação entre os membros do grupo e o projecto pode transformar-se em uma Torre de Babel.

Pretendeu-se com este trabalho desenvolver uma metodologia para construção de uma ontologia que tinha dentre os seus objectivos, facilitar a comunicação e a partilha de informação entre os participantes do projecto pmColNet, entretanto, no decorrer do trabalho houve uma percepção de que a metodologia poderia e tinha todo o potencial para cobrir outros aspectos e assim abriu-se uma visão mais abrangente, onde passou-se a considerar que a ontologia deveria preocupar-se não apenas com os membros do projecto, mas também com aqueles que farão uso do sistema que está a ser desenvolvido no âmbito do pmColNet. Como tal, passou-se a considerar as funcionalidades que, a partir da ontologia, poderão de facto ser implementadas no sistema de informação, porque no final de tudo, a ontologia será na realidade parte deste sistema e como tal é imprescindível pensar nos aspectos relacionados ao mesmo.

A metodologia OntoScene considera a conceptualização como sendo uma de suas principais etapas, e para que houvesse uma conceptualização partilhada, foram utilizadas técnicas da Engenharia de Requisitos como uma fonte de conhecimentos que podem ser aplicados na Engenharia de Ontologias.

O processo de comunicação, que envolve a troca de conhecimentos e de experiências, só poderá ser realmente efectiva se houver uma interpretação única dos termos, dos conceitos envolvidos no domínio em questão. Este é um dos papéis de uma ontologia, proporcionar o conhecimento comum e evitar as ambiguidades que possam surgir. A metodologia aqui proposta terá uma forte preocupação

na elicitação dos termos que irão compor a ontologia, todos os participantes deverão estar de acordo com as definições e com as decisões tomadas para a modelagem e construção da base de conhecimentos. Mais do que simplesmente concordar ou discordar, os stakeholders deverão ser estimulados a sugerir novos termos e relacionamentos, enriquecendo desta forma o produto final.

Metodologia

Conforme sugerido por (Noy et al., 2000), deve-se inicialmente decidir se a ontologia terá um uso detalhado ou se será mais geral e só então se pode tomar as decisões quanto a modelagem. É preciso decidir também se a tarefa será mais intuitiva, mais propensa a ser extensível ou se o aspecto mais importante é a manutenibilidade. É preciso lembrar que uma ontologia representa um modelo do mundo real e portanto os conceitos devem reflectir a realidade. Após definir uma versão inicial da ontologia, pode-se avaliar, corrigir os erros através de aplicações ou métodos de soluções de problemas ou ainda discutindo-os com os peritos do domínio. A ontologia inicial deverá ser revista e esse processo interactivo deverá ser levado a cabo durante todo o processo de construção da ontologia.

A metodologia OntoScene pretende ser uma metodologia genérica a ser utilizada na construção colaborativa de ontologias, entretanto, no caso particular deste trabalho, onde a mesma foi aplicada no âmbito do projecto pmColNet, acaba por ser bastante específica. O foco principal será a fase de levantamento dos requisitos e elicitação dos termos que farão parte da ontologia, bem como das funcionalidades que serão providas pela mesma.

4.2 Mapas Conceptuais como uma Ferramenta para Construir Conceptualizações Partilhadas

As ontologias são usadas para descrever um domínio do conhecimento, para formalizar o conhecimento e para partilhar os termos e a semântica do domínio em questão. O domínio descrito é um modelo abstracto de um determinado fenómeno ou situação do mundo real, os termos relevantes ao domínio devem ser especificados de uma maneira formal, para que possam ser lidos e interpretados por aplicações informáticas. O grau de partilha do conhecimento existente durante a conceptualização da ontologia pode determinar, de certa forma, a sua eficácia; isto porque a ontologia deve reflectir a captura do conhecimento consensual, ou seja, de um grupo de pessoas e não de apenas um indivíduo, mas não só isso, esse grupo de pessoas deve chegar a um acordo, uma concordância quanto à conceptualização, ou todo o trabalho perde o sentido, já que o objectivo final está na partilha do conhecimento, no incentivo da troca de informações.

Dada a preocupação referida acima, uma vez que a metodologia OntoScene busca obter uma conceptualização partilhada, era necessário eleger uma ferramenta que fosse capaz de cobrir tais

aspectos, a partilha, a interação, a colaboração. Com a noção já existente das ideias que envolvem a utilização de mapas de conceitos para elicitar e partilhar o conhecimento, bem como a experiência adquirida anteriormente com a aplicação dos Mind Maps, muito utilizados em questões de *problem solving* e que possuem similaridades com o que se pretende, uma vez que são utilizados para representar palavras, ideias e tarefas, constituem uma forma de classificar as ideias; era clara a opção pela utilização dos mapas conceptuais nesta fase do trabalho, uma vez que os propósitos de sua aplicação vão de encontro aos objectivos que se pretende alcançar.

4.2.1 O que é um mapa conceptual?

Mapas de conceitos ou mapas conceptuais foram introduzidos por Novak and Gowin, em 1984 e correspondem a uma forma gráfica de organizar e estruturar o conhecimento. São diagramas que ilustram os relacionamentos existentes entre conceitos. Normalmente são organizados hierarquicamente e possuem setas que indicam o tipo de relacionamento, entretanto não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, dado que não indicam uma sequência, nem qualquer tipo de relação temporal. Podem ser simplesmente desenhados “à mão”, ou com a ajuda de uma ferramenta computacional.

A figura abaixo foi extraída de (Novak et al., 2008) e é um exemplo de um mapa que representa a estrutura, os principais conceitos e ideias que compõem um mapa conceptual.

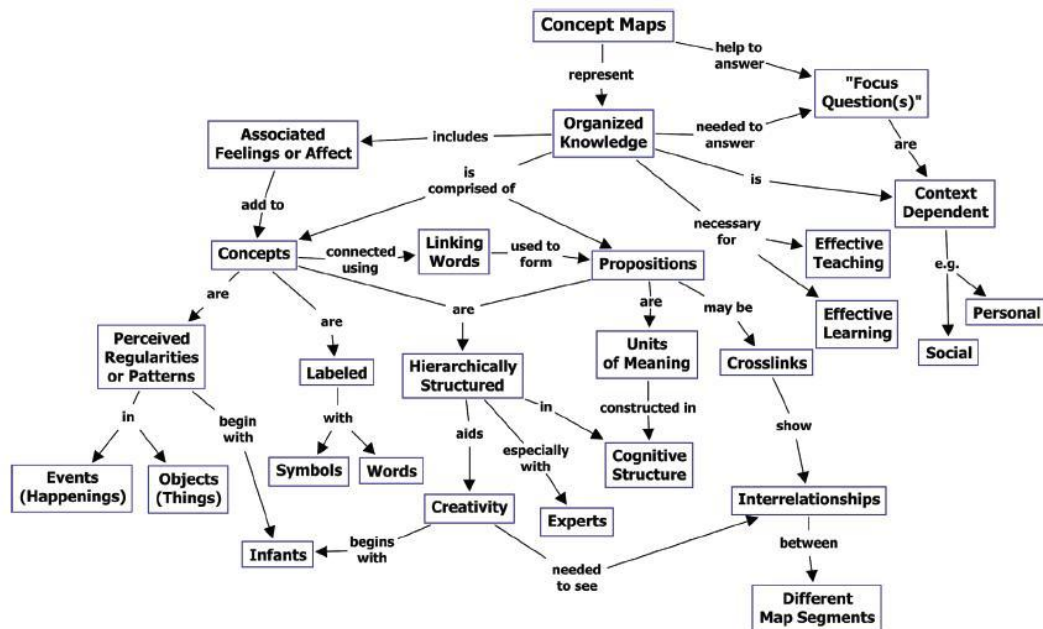


Ilustração 18 - Exemplo de um mapa conceptual Fonte: (Novak et al., 2008)

Mapas conceptuais são muito utilizados na área da educação, uma vez que a linguagem visual é mais fácil de ser assimilada, os professores podem usar os mapas para expor uma certa quantidade

de ideias a serem discutidas durante a aula. Também podem ser usados para se fazer uma espécie de resumo daquilo que foi aprendido, concentrando-se apenas nos conceitos-chave. É uma maneira de pôr as ideias em ordem.

(Novak et al., 2008) explica que os mapas de conceitos foram desenvolvidos em 1972, durante seu programa de investigação, onde ele procurou perceber as mudanças ocorridas no conhecimento que as crianças possuíam sobre ciências. Durante essa investigação, foram entrevistadas diversas crianças e os investigadores acharam difícil identificar as mudanças mais específicas, surgiu então a ideia de representar o conhecimento das crianças através de mapas de conceitos, nascendo assim uma ferramenta não apenas para ser usada em investigações, mas também em muitos outros campos.

O autor também considera um importante avanço compreender que o processo de aprendizagem que ocorre na mente humana não é simplesmente o preenchimento de um “recipiente”, na realidade, a memória humana é constituída de um complexo conjunto de sistemas de memória inter-relacionados. “Integrar vários tipos de imagens em um framework conceptual, através de uma ferramenta de mapeamento, como o CmapTools, pode acentuar a memória que captura imagens para o processo de aprendizagem” (Novak et al., 2008).

As experiências bem sucedidas na área da educação despertaram o interesse na aplicação dos mapas de conceitos nas mais diversas áreas. O trabalho em equipa é hoje fundamental para o funcionamento de qualquer tipo de organização, a capacidade de trabalhar em equipa é por exemplo um factor decisivo para a contratação de um novo colaborador. Principalmente em situações que abranjam um certo grau de complexidade, situações problemáticas e que envolvam a necessidade de tomada de decisões, é fundamental a existência de uma ferramenta que ajude e guie a equipa em direcção à uma solução e também aqui os mapas podem ser extremamente úteis, uma vez que permitem às pessoas expressarem de uma forma gráfica o seu entendimento sobre um determinado domínio do conhecimento.

Os mapas de conceitos têm neste trabalho um papel fundamental, a tarefa de conceptualizar um domínio complexo como o da avaliação de desempenho de redes, não é um trabalho simples e exige uma forte coordenação e colaboração entre os membros da equipa do projecto, através dos mapas é possível não apenas estruturar o conhecimento de cada participante, mas também estimular a colaboração e a troca de ideias, essencial na conceptualização de uma ontologia que pertença a qualquer domínio.

4.2.2 Como construir um mapa conceptual

É sabido que o primeiro passo para se aprender sobre alguma coisa é fazendo as perguntas certas. Para construir um mapa conceptual, é importante começar com um domínio de conhecimento que seja familiar. A estrutura do mapa dependerá do contexto no qual ele será usado.

De acordo com (Novak et al., 2008), uma boa maneira de definir um contexto para o mapa conceptual é através da construção de uma *Focus Question*, ou seja, uma questão que especifica o problema claramente. Cada mapa responde a uma *focus question* e se esta for apropriada, poderá levar a construção de mapas mais ricos. Dado um domínio e definida a questão, o próximo passo é identificar os conceitos-chave e fazer uma lista ordenada, desde os conceitos mais gerais e inclusivos, os quais deverão estar no topo da lista, até os conceitos mais específicos e menos gerais, que deverão constar na base da lista. O próximo passo é construir uma versão preliminar do mapa, o que pode ser feito através de uma ferramenta, como o CmapTools, de uma forma colaborativa ou individual.

Conforme citado acima, o ponto de partida para a construção de um mapa de conceitos é a elaboração de uma *focus question*, por exemplo, “Porque é necessário avaliar o desempenho de uma rede colaborativa?”. Perguntas como “O que são redes colaborativas?” conduzirá a mapas conceptuais mais classificatórios e declarativos do que perguntas como “Quais são os critérios de performance mais adequados para avaliar o desempenho de uma rede?”. Para este trabalho, pode-se dizer que há duas questões principais, uma delas é “Qual é o objectivo de se avaliar o desempenho das redes?”, a outra é “Como proceder com a avaliação de desempenho das redes colaborativas?”, ou “Quais as questões envolvidas na avaliação de desempenho das redes colaborativas?”. A partir destas questões várias outras surgem, como o exemplo citado a respeito dos critérios de performance, assim como quais os indicadores adequados para cada critério, quais os níveis de avaliação de uma rede. Cada resposta gera outra série de perguntas, se imaginarmos que uma das possíveis respostas para a pergunta “Quais os critérios de performance mais adequados?”, poderá ser o critério “Financeiro”, surge então a pergunta “Quais são os tipos de critérios financeiros?”. Ou seja, cada vez aprofunda-se mais nas questões, as mesmas tornam-se mais específicas e a árvore cresce a medida que torna-se mais complexa. É obvio no entanto que esse crescimento deve acontecer de uma forma ordenada e controlada, além de contar com o consentimento de todos aqueles que estão a participar na construção do mapa, o que envolve outras questões, como o estímulo a participação, o feedback, a aquisição do conhecimento, a solução de conflitos, a eliciação dos conceitos obtidos, enfim, o trabalho colaborativo produz resultados muito mais ricos do que o trabalho individual, mas é preciso ter em consideração tais questões.

É importante ter em mente que um mapa conceptual nunca está concluído, é sempre preciso revisá-lo e aprimora-lo, novos conceitos ou relacionamentos podem surgir e outros podem desaparecer, é necessário que haja sempre uma adequação à realidade do domínio que estiver a ser trabalhado.

4.2.3 CmapTools

“Mapas conceptuais são ferramentas gráficas para organização e representação do conhecimento. Uma das ferramentas mais conhecidas e usadas para construção de mapas conceptuais é a CmapTools³” (Novak et al., 2008).

Em 1987 Novak foi convidado a participar de algumas investigações no IHMC (Institute for Human and Machine Cognition), na Flórida, e uma de suas actividades consistiu no desenvolvimento de um software que fosse capaz de aumentar o poder de aplicabilidade dos mapas de conceitos, que fosse capaz de estender o uso dos mapas para outras aplicações como a elicitación do conhecimento. A integração com a World Wide Web fez nascer a primeira versão da ferramenta CmapTools, possibilitando o desejado aumento de potencialidade do uso dos mapas conceptuais, que passou a ser aplicado em entidades educacionais, governamentais, não governamentais e em empresas nas mais diversas actividades.

Entre o final dos anos 80 e início dos anos 90, mapas conceptuais eram usados no IHMC como ferramenta para elicitación do conhecimento. (Novak et al., 2006) explica que no início utilizavam a ferramenta para organização e navegação através de grandes quantidades de informação, via hyperlinks. Através da rede interna da IBM, estudantes de escolas de diversos países latino-americanos puderam colaborar e construir mapas de conceitos antes mesmo de a Internet estar disponível em seus países. Todo esse esforço conjunto levou a criação da ferramenta CmapTools, um software de arquitectura cliente-servidor que permite a construção colaborativa, onde os utilizadores podem estar separados geograficamente, facilitando assim a criação e a partilha de mapas conceptuais. O software permite que a cada conceito seja possível associar recursos, os quais podem ser uma imagem, vídeo, texto, tabela, página Web, comentários, outro mapa de conceitos, etc.

Todas as características apresentadas pela ferramenta pareceram adequadas às necessidades do trabalho desenvolvido nesta dissertação, uma vez que permite que os participantes, ainda que separados geograficamente, possam trabalhar em conjunto. No caso dos membros do pmColNet, nem todos trabalham no mesmo local físico e havia portanto a necessidade de ultrapassar as dificuldades inerentes a qualquer tipo de trabalho em equipa, onde os membros estão em diferentes locais; uma vez que não podiam discutir suas ideias “na máquina de café”, e só havia disponibilidade para reuniões quinzenais, era fundamental o uso de uma ferramenta do tipo cliente-servidor, que fornecesse suporte ao trabalho colaborativo durante a construção dos mapas, que permitisse a criação de listas de discussão e um certo controlo das alterações realizadas nas versões. CmapTools permite que os mapas sejam armazenados localmente no computador do utilizador, ou em servidores que possibilitam que qualquer pessoa com acesso à Internet consiga aceder ao mesmo. A própria ferramenta disponibiliza uma série de CmapServers, que são públicos e permitem que qualquer um possa publicar seus mapas e

³ Página da ferramenta disponível na URL < <http://cmap.ihmc.us/> >

recursos associados. Além disso, quando um mapa é armazenado em um CmapServer, uma versão do mesmo é salva como página Web, possibilitando sua visualização através de um browser. É possível também que utilizadores com as devidas permissões possam editar mapas partilhados, simultaneamente (acesso síncrono) ou de acordo com suas conveniências (acesso assíncrono).

4.2.4 O uso de mapas conceptuais na aquisição do conhecimento

De acordo com (Gaines, et al., 1993), as investigações realizadas no campo da aquisição do conhecimento suportam e geram sistemas baseados em conhecimento através do desenvolvimento de princípios, técnicas, metodologias e ferramentas. A aquisição do conhecimento não é um processo monolítico e assim como na engenharia de software, apoia-se em diversas fontes de informação, nos mais diversos formatos, como especificações, experiências, princípios, leis, observação e muitos outros. O conhecimento, após ser adquirido, pode ser armazenado também nos mais diversos formatos electrónicos, como por exemplo no formato textual, áudio, vídeo, imagens, bases de dados e outros. Há duas grandes dificuldades que correspondem exactamente à aquisição e ao armazenamento do conhecimento no formato mais adequado, como forma de ser posteriormente transmitido, partilhado.

Mapas conceptuais têm sido cada vez mais usados para capturar o conhecimento tácito de peritos em uma determinada área. “Normalmente os peritos têm dificuldade em expressar seus conhecimentos para outras pessoas. Esse conhecimento tácito é adquirido ao longo de vários anos de experiência e envolve trabalho, raciocínio, sentimentos e acções” (Novak et al., 2008).

No entanto, esse conhecimento não pode ficar armazenado unicamente na mente desses peritos, é de extrema importância para uma empresa capturar o conhecimento dos especialistas que nela trabalham, afinal o contrário tornaria a empresa dependente de um colaborador que um dia poderia deixar de lá trabalhar, o que seria um grave problema, além da necessidade de transmitir o conhecimento a outros colaboradores. O conhecimento não é algo que deva ser guardado na mente de uma só pessoa, mas sim algo que deve ser partilhado. (Novak et al., 2008) lembra que muitos métodos foram utilizados para se alcançar esse objectivo, desde entrevistas e análises com os peritos, incluindo estudos de caso. Tais métodos continuam ainda a ser aplicados por cientistas cognitivos, muitos dos quais não conhecem o trabalho realizado por Ausubel e suas ideias epistemológicas⁴, nas quais baseiam-se os mapas de conceitos. Os investigadores do IHMC (Institute for Human and Machine Cognition) descobriram no entanto que os mapas conceptuais eram uma preciosa ferramenta para capturar o conhecimento tácito de peritos, com resultados muito mais satisfatórios do que os conseguidos com entrevistas ou outros métodos. Ficaram também surpresos ao perceber que facilmente conseguiam transformar a informação obtida em entrevistas e transcrevê-la para um mapa conceptual. Uma entrevista de 15-20 páginas poderia ser traduzida para um mapa de apenas 1 página, sem perder os conceitos essen-

⁴ A epistemologia estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade do conhecimento (daí também se designar por filosofia do conhecimento). <http://pt.wikipedia.org/wiki/Epistemologia>

ciais e o significado das frases expressas pelo entrevistado. Foi considerado então que os mapas conceptuais eram uma ferramenta poderosa e concisa para ser utilizada não apenas na etapa de aquisição e eliciação do conhecimento, mas também na representação do conhecimento.

A figura abaixo ilustra um dos mapas conceptuais concebidos pelo IHMC e NASA Ames Research Center, construído através da ferramenta CmapTools. Deve-se observar que são exibidos alguns ícones abaixo de alguns dos conceitos, quando clicados, esses ícones exibem uma lista de recursos associados aquele conceito, tais recursos podem estar armazenados em qualquer sítio da Internet, podem ser inclusive outros mapas de conceitos. Isso mostra os benefícios obtidos a partir das inovações tecnológicas no campo da visualização ou representação da informação e como o conhecimento de peritos podem prover uma estrutura de informação eficaz, baseada no conhecimento.

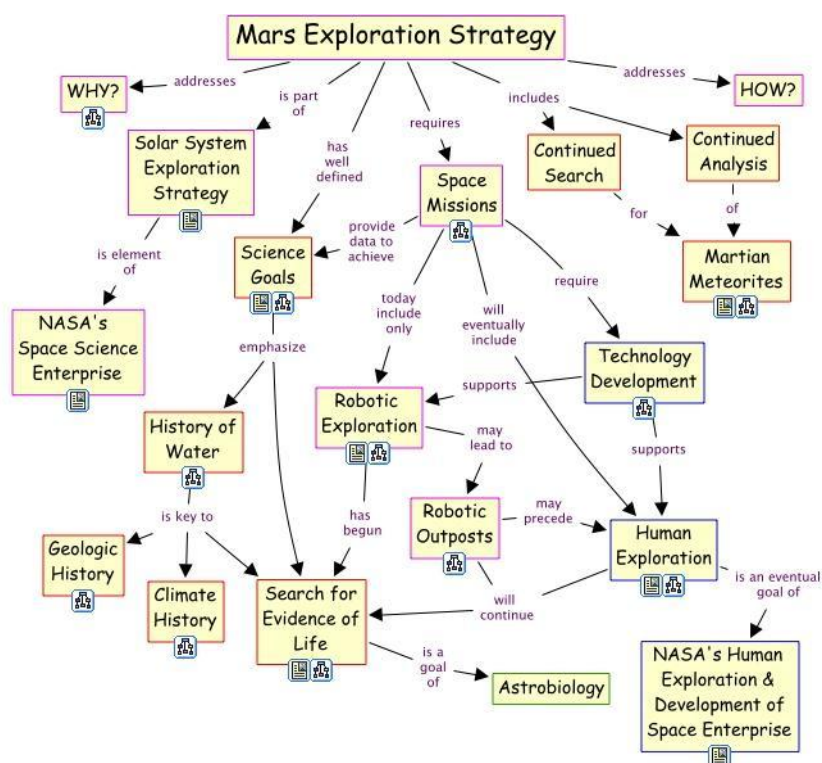


Ilustração 19 - Mapa conceptual criado pela NASA para apresentar informações referentes à exploração do planeta Marte

4.3 A Metodologia *OntoScene*

Conforme dito anteriormente, não há uma única maneira correcta de se construir uma ontologia. Propõe-se neste trabalho um processo iterativo e colaborativo, que considera a interacção entre os membros do projecto e busca traduzir as necessidades dos utilizadores em uma ontologia que vá de encontro a tais necessidades.

Segundo (Dellschaft et al., 2008), temos alguns exemplos de ontologias colaborativas, como a Gene Ontology, que é mantida por uma equipa de engenheiros e peritos do domínio, coordenados por uma organização central. Os utilizadores sugerem novos termos ou alterações nos conceitos já existentes, tais sugestões são discutidas entre a equipa de manutenção, que decide o que fazer.

O desenvolvimento da metodologia *OntoScene* considerou alguns dos passos sugeridos por (Noy et al., 2000), entretanto foram efectuados diversos ajustes, novos passos foram acrescentados para que houvesse uma adaptação às necessidades do pmColNet e aos resultados que se pretendia alcançar. Foram adicionados aspectos particulares e foi considerado que a ontologia será construída colaborativamente, por equipas distribuídas. O foco está na elicitação dos termos que farão parte da ontologia, bem como nas funcionalidades que serão providas pela mesma. Um dos aspectos acrescentados é o uso dos mapas conceptuais, já descritos anteriormente, os quais estão ligados às fases de aquisição do conhecimento e elicitação, e que têm um papel fundamental na descoberta dos termos e relacionamentos, na estruturação desses termos e também têm um importante papel no que se refere à transmissão e partilha do conhecimento, uma vez que ao percorrer o mapa, o indivíduo consegue ter uma clara percepção sobre o domínio que está a ser trabalhado, na realidade o próprio mapa pode ser considerado como uma ontologia informal. Entretanto, o mais importante aspecto acrescentado, razão pela qual este trabalho foi realizado, é a aplicação das técnicas da Engenharia de Requisitos para a elicitação, análise e negociação, em especial a técnica de cenários, que deu origem ao nome da metodologia, uma vez estar concentrada nela a componente mais inovadora da mesma.

A metodologia *OntoScene* considera que uma ontologia é construída no âmbito de um projecto, como parte de um sistema a ser desenvolvido em qualquer domínio do conhecimento, ou seja, a ontologia não existe por si só, é parte de um sistema de informação que tem objectivos definidos e o seu papel no projecto é facilitar a comunicação entre os participantes, enriquecer o sistema semanticamente e promover uma estruturação do conhecimento adquirido, utilizado e armazenado no decorrer do projecto. Além de ser uma metodologia colaborativa, também estimula a criatividade e imaginação dos envolvidos como forma de elicitar as funcionalidades que serão geradas pela ontologia, através da aplicação da técnica de cenários.

OntoScene é composta por 6 passos, onde o primeiro passo consiste na formação de uma equipa de stakeholders; em razão da metodologia aplicar uma abordagem colaborativa, é essencial o envolvimento de todos os participantes desde a fase inicial. O segundo passo consiste na definição e documentação dos objectivos que se pretende alcançar com o projecto, esta definição deve acontecer durante uma ou mais reuniões, há obviamente uma ideia inicial que deverá ser discutida pelos mem-

bros e o resultado deve ser documentado e publicado. Há também neste passo uma definição e delimitação dos prazos para as tarefas de cada stakeholder, esta fase envolve a criação de um cronograma que deve ser acompanhado pelo gestor do projecto. No terceiro passo é determinado o domínio e o âmbito que a ontologia deverá cobrir, assim como é também considerada a reutilização de ontologias já existentes. Para executar esse passo é necessária uma maior percepção sobre o domínio a ser trabalhado, e para tal deve inicialmente ser lida alguma literatura sobre o assunto, a seguir são elaboradas algumas questões de competência, explicadas na secção 4.3.3. O quarto passo consiste na prototipagem para determinação e especificação dos conceitos e relacionamentos existentes entre os termos que compõem a ontologia. Este passo é decomposto em três etapas, inicialmente é construída e publicada uma primeira versão do protótipo, que corresponde a uma primeira versão do mapa conceptual, que é então apresentado aos stakeholders, que por sua vez de uma forma colaborativa contribuem para a elicitação dos termos e construção das versões seguintes, até que seja alcançado um consenso e uma versão definitiva seja publicada; tal versão final deve representar de uma forma detalhada e estruturada todas as informações obtidas e partilhadas sobre o domínio que estiver a ser trabalhado, deve ser capaz de transmitir o conhecimento e a percepção deste domínio. Para executar este passo deve ser utilizada a ferramenta CmapTools, bem como devem ser realizadas reuniões e sessões de brainstorming para discussão do mapa e obtenção do consenso quanto aos termos e relacionamentos. O quinto passo consiste na aplicação da técnica de cenários para negociação e avaliação do conteúdo e das funcionalidades que serão providas pela ontologia. Este passo também é decomposto em 3 etapas, onde na primeira os cenários são criados e apresentados aos participantes do projecto, para tal é utilizada a técnica de storytelling, onde cada história representa uma possível funcionalidade. Após a apresentação é feita uma recolha e análise dos resultados, que pode gerar a exibição de novos cenários até que todos cheguem a um acordo e que seja publicada uma versão final quanto as funcionalidades. Do sexto e último passo resulta a elaboração e publicação de um documento final, que deverá descrever o trabalho realizado, as decisões tomadas e os resultados alcançados. Finalizados todos os passos da metodologia, é chegada a altura de passar à implementação/codificação da ontologia; OntoScene não contempla tais questões, limita-se à conceptualização do domínio onde o mapa conceptual desenvolvido pode ser considerado uma ontologia informal; preocupa-se também com a identificação e definição das funcionalidades; é independente portanto de qualquer linguagem ou ferramenta para o desenvolvimento de ontologias. Tais questões poderão ser posteriormente consideradas em trabalhos futuros.

A figura abaixo ilustra os processos que compõem a metodologia OntoScene. A segunda etapa inicia-se logo após a conclusão da primeira, ou seja, após a formação da equipa de stakeholders. A terceira etapa inicia-se também após a conclusão da segunda, uma vez que para passar à determinação do domínio e âmbito que a ontologia irá cobrir, convém antes ter os objectivos que se pretende alcançar definidos e documentados, assim como também as tarefas de cada participante. A quarta etapa pode ter início quando a terceira estiver aproximadamente 60% concluída, dado que a esta altura certamente já há um entendimento suficiente para se iniciar a construção de uma primeira versão do protótipo, é certamente a etapa que leva mais tempo para ser finalizada e também a que exige um

maior esforço de toda a equipa, além de não ser fácil descobrir quando o protótipo pode ser tido como concluído, embora saiba-se que haverá sempre a necessidade de modifica-lo, afinal novos conceitos irão surgir e outros poderão desaparecer. Assim como no passo anterior, a quinta etapa também pode ser iniciada quando a quarta estiver aproximadamente 60% concluída, uma vez que o início da criação e apresentação dos primeiros cenários não depende da finalização ou da publicação da versão definitiva do mapa de conceitos; é também uma etapa que exige tempo e esforço dos envolvidos. Finalmente a sexta etapa é iniciada com a finalização da quinta, o resultado é um documento final do trabalho realizado. Em todos os passos é fundamental que haja um comprometimento por parte dos stakeholders, sem esse compromisso, sem o feedback, não teríamos um desenvolvimento colaborativo e tudo perderia o sentido. Não é possível estimar a duração de cada etapa, pois obviamente depende do grau de complexidade do domínio em questão, da quantidade de pessoas envolvidas, da disponibilidade e comprometimento dos envolvidos.



- 1 – Formação de uma equipa de stakeholders
- 2 – Definição, documentação e publicação colaborativa dos objectivos pretendidos e das tarefas de cada stakeholder dentro do projecto
→ Reuniões e Questionários
- 3 – Determinação do domínio e âmbito da ontologia e consideração da reutilização de ontologias existentes
→ Literatura, Questões de Competência, Entrevistas, Brainstorming
- 4 – Prototipagem para determinação e especificação dos termos e relacionamentos entre os termos que compõem a ontologia
 - 4.1 – Construção e publicação de uma primeira versão do protótipo
 - 4.2 – Partilha de informações e ideias para construção colaborativa das próximas versões
 - 4.3 – Consenso para a publicação da versão definitiva
→ Concept Maps, Reuniões, Brainstorming
- 5 – Cenários para eliciação, análise e negociação das funcionalidades a serem providas pela ontologia
 - 5.1 – Criação e apresentação dos cenários
 - 5.2 – Recolha/análise dos resultados (feedback) e apresentação de novos cenários
 - 5.3 – Publicação das funcionalidades
→ Técnica de Cenários
- 6 – Elaboração e publicação de um documento final

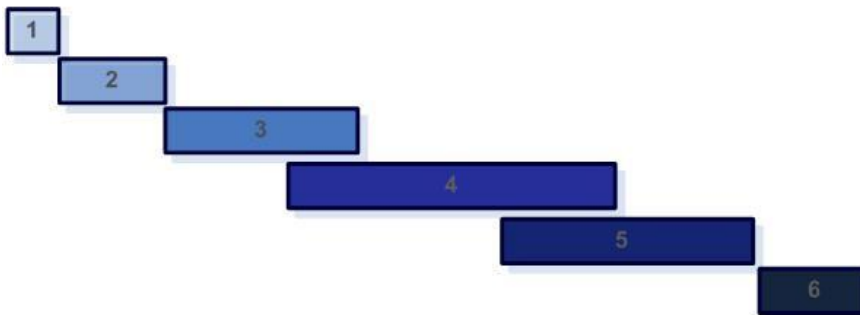


Ilustração 20 - Processos da metodologia OntoScene

4.3.1 Etapa1. Formação de uma equipa de stakeholders

Sendo OntoScene uma metodologia colaborativa, é fundamental que a primeira etapa desta seja a constituição de uma equipa de stakeholders que deverá trabalhar colaborativamente desde o início do projecto. Em geral a formação desta equipa é de responsabilidade do gestor do projecto, o qual terá a função de identificar o perfil dos participantes que sejam capazes de contribuir com seus conhecimentos, que tenham objectivos em comum e possam comprometer-se com o desenvolvimento do projecto.

A tarefa de formar uma equipa pode ser um tanto complexa, uma vez que é necessário tomar em atenção diversos factores, um deles está relacionado à diversidade de conhecimentos, ou seja, a equipa deve ser composta por indivíduos com conhecimentos diversos, em diferentes áreas, esta multiplicidade é fundamental para que seja obtido um resultado final muito mais rico, afinal cada participante deverá contribuir com seus conhecimentos e se estes forem variados, certamente teremos muito mais possibilidades de construir uma ontologia que cubra os diferentes aspectos do domínio e que seja capaz de atender às diferentes necessidades daqueles que irão fazer uso da mesma.

Outro aspecto que precisa ser considerado é a capacidade de trabalhar em equipa, de nada adianta reunirmos pessoas com conhecimentos em diferentes campos do domínio, se estas pessoas não forem capazes de trabalhar em conjunto, de partilhar suas ideias e de colaborar umas com as outras em busca de um resultado único, porém diverso, ou seja, uma só ontologia mas que seja capaz de cobrir diversos aspectos do domínio. Entretanto pode não ser fácil para o responsável pela formação da equipa identificar em um primeiro momento se os candidatos têm ou não esta capacidade e, caso não a tenham, caberá ao responsável a tarefa de estimular esta competência, que é essencial para os objectivos que se pretende alcançar, qualquer que seja o domínio.

O número de membros da equipa também precisa ser bem considerado, não é possível estabelecer uma regra pois obviamente depende da dimensão do projecto e da complexidade do domínio a ser conceptualizado. O gestor precisará contar com o seu bom senso para definir esta questão. Não é aconselhável um número muito reduzido, pois assim teremos pouca variedade de ideias, opiniões e conhecimentos; no entanto também não é aconselhável um número elevado pois isto certamente pode dificultar a tarefa de se alcançar o consenso, possivelmente teremos um maior número de situações conflituosas e o projecto poderá levar mais tempo para ser concluído. É importante que haja um esforço no sentido de se alcançar o equilíbrio na escolha do número de participantes da equipa.

A técnica que o gestor utilizará para formar a equipa pode variar muito de acordo com o tipo e complexidade do projecto, em geral são utilizadas entrevistas, onde o gestor deverá explicar ao entrevistado de uma forma mais genérica os objectivos do projecto e deverá tentar validar o grau de conhecimento, o interesse em participar do projecto, a capacidade de trabalhar em equipa conforme mencionado no parágrafo anterior, e ocasionalmente outros detalhes que julgue necessários.

Formada a equipa, é possível então passar à segunda etapa da metodologia, onde os participantes deverão dar início às suas actividades. Uma reunião inicial deverá ser agendada para que os membros da equipa possam ser apresentados, novamente os objectivos do projecto deverão ser discutidos em conjunto e pode-se então começar a debater questões mais específicas referentes à etapa 2, descrita em detalhes na próxima secção.

4.3.2 Etapa 2. Definição, documentação e publicação colaborativa dos objectivos pretendidos e das tarefas de cada stakeholder dentro do projecto

Finalizada a primeira etapa, os stakeholders devem então decidir algumas questões colaborativamente. É certo que o gestor do projecto, desde o primeiro momento em que o tem em mãos, sabe o que é pretendido do mesmo e tem pelo menos uma ideia das tarefas que devem ser executadas para que o projecto seja concluído com êxito; no entanto, é preciso agora ter uma percepção muito mais clara e precisa de tais tarefas e a quem vai atribuir cada uma delas, além de que, evidentemente precisa ser definido como realiza-las, quais passos os participantes devem seguir.

Definição das tarefas

Em uma primeira reunião com todos os envolvidos presentes, após as devidas apresentações e após um esclarecimento mais detalhado sobre os objectivos que se pretende alcançar, onde cada membro poderá levantar questões, deve-se então partir para uma primeira definição de forma conjunta, sobre as tarefas que devem ser realizadas para alcançar as metas pretendidas. A atribuição das funções deve ser sugerida pelo gestor do projecto e cada stakeholder deverá ter uma ou mais tarefas sob sua responsabilidade, podendo também haver mais do que um membro responsável por uma mesma tarefa. Como dito acima, o gestor deve sugerir, jamais impor as funções que caberão a cada membro, estes devem sentir-se à vontade relativamente às tarefas sugeridas e sentir-se também motivados a cumprir as metas estabelecidas para cada tarefa. Independente de tais divisões, o andamento das tarefas deve ser sempre discutido em reuniões, de forma conjunta onde todos poderão e deverão contribuir com sugestões e novas ideias.

É importante lembrar que há aqui dois grupos de stakeholders que irão se beneficiar da ontologia a ser desenvolvida, um primeiro grupo é formado pelos participantes do projecto, que além de contribuir para o desenvolvimento da ontologia, paralelamente estão a desenvolver o sistema de informação no qual a ontologia está inserida. Um segundo grupo é formado pelos stakeholders que irão utilizar o sistema de informação, quando este estiver concluído e embora não participem do processo de construção, também farão uso das funcionalidades providas pela ontologia desenvolvida no âmbito do projecto.

A definição das tarefas deverá ser acompanhada pela criação de um cronograma e ficará a cargo do gestor fazer o seu acompanhamento. Certamente haverá necessidade de se fazer ajustes a este cronograma ao longo do projecto, como pode haver a necessidade de acrescentar novas tarefas ou até mesmo novos participantes.

Documentação e publicação das decisões e acções

Todas as decisões tomadas devem ser documentadas, cada membro deverá documentar suas próprias acções, mas deverá também ser eleito um participante o qual ficará responsável pela gestão documental, podendo este ser o responsável pelo desenvolvimento da ontologia, ou até mesmo o gestor do projecto. É de extrema importância que já no início desta etapa seja escolhida uma ferramenta para publicação do conteúdo e um repositório único para armazenar este conteúdo. No caso do projecto pmColNet, foi escolhido o Plone como Sistema de Gestão de Conteúdo, por ser uma ferramenta de código aberto, apropriada para ser utilizada em trabalhos colaborativos, fácil de manter e gerir. Um dos participantes ficou responsável pela criação e manutenção de um portal destinado ao projecto, onde todos os membros, após autenticarem-se, têm acesso a criação, edição e recuperação de documentos. O portal pmColNet será explicado em mais detalhes no capítulo 5, secção 5.3.2.

Conhecer melhor os stakeholders

É essencial que todos os participantes conheçam as tarefas uns dos outros, até porque há tarefas que em determinadas etapas sobrepõem outras, havendo a necessidade de uma maior interacção entre os responsáveis por tais tarefas; esse conhecimento é ainda de maior importância para o responsável pelo desenvolvimento da ontologia, porque embora a ideia seja construí-la colaborativamente, é certo que deverá haver um participante que tenha um maior conhecimento sobre ontologias e que seja responsável pela aplicação da metodologia OntoScene e pela condução de todo o processo; esta pessoa, a qual chamaremos de engenheiro da ontologia, não precisa ser nenhum especialista na construção de ontologias, mas precisa conhecer melhor quem são os stakeholders, quais são os seus problemas, quais são as tarefas que desempenham e como eles poderão contribuir para que o projecto seja concluído com êxito.

Para executar esta tarefa o engenheiro da ontologia deverá adoptar uma técnica, trata-se também de um passo de elicitação e portanto, nada mais justo do que usar uma das técnicas da Engenharia de Requisitos. No projecto pmColNet, além das reuniões iniciais onde foi bastante discutida a definição das tarefas e as metas que se pretendia alcançar, foi utilizado um questionário simples (detalhado no capítulo 5, secção 5.3), enviado aos membros via e-mail. Tal questionário deve conter perguntas a respeito das tarefas que foram definidas anteriormente, com a finalidade de obter uma melhor compreensão quanto às ideias de cada participante no que diz respeito às actividades que pretendem realizar para cumprir tais tarefas, bem como quais as dificuldades que eles imaginam que podem encontrar; a ideia resumidamente é que a partir das respostas obtidas, seja possível perceber como a ontologia poderá ajudar os participantes a executarem suas tarefas dentro do projecto. Entretanto, a depender do número de envolvidos e do domínio que estiver a ser conceptualizado, pode ser necessário fazer também entrevistas para que possam ser esclarecidas algumas questões mais particulares.

No caso específico do pmColNet, as perguntas não poderiam ser mais aprofundadas pois todos os membros estavam a dar início às suas actividades dentro do projecto, não tendo ainda uma percepção muito apurada, nem sobre o domínio e nem sobre como realizar suas tarefas em particular. As

questões puderam desta forma também ajudar os próprios participantes a analisarem melhor seus papéis. Entretanto, ao aplicar esta metodologia em outros casos, será mais interessante que o questionário contenha mais perguntas e que estas sejam mais específicas e aprofundadas, como forma de obter uma análise mais precisa das funções de cada stakeholder ou grupo de stakeholders e assim conseguir decifrar suas reais necessidades, como a ontologia a ser desenvolvida poderá ser útil e como poderá contribuir para troca de informações e partilha do conhecimento.

Ao compararmos com o desenvolvimento de software, esta etapa corresponde à uma primeira abordagem da descoberta das necessidades dos utilizadores do sistema a ser implementado, é claro que posteriormente será necessário passar para um nível mais detalhado, com análises mais particulares, onde será inevitável fazer uso de técnicas mais arrojadas, com protótipos e outras práticas. No entanto para uma primeira análise, os questionários e entrevistas certamente são suficientes para fechar esta segunda etapa da metodologia.

Com a conclusão da segunda etapa, tem-se início o terceiro passo, onde os stakeholders deverão, em conjunto, determinar o domínio e o âmbito da ontologia, assim como ponderar a utilização de ontologias já existentes dentro do domínio em questão. É possível que nesta terceira etapa, ao analisar e obter um conhecimento mais profundo sobre o domínio, seja necessário voltar à etapa 2 para realizar alguns ajustes, nomeadamente no que se refere às tarefas de cada participante.

4.3.3 Etapa 3. Determinação do domínio e âmbito da ontologia e consideração da reutilização de ontologias existentes

Determinar o domínio e o âmbito da ontologia

Uma vez que os stakeholders já têm um maior entendimento do que é pretendido realizar no projecto em que estão envolvidos, assim como já têm definidas as tarefas e prazos que deverão cumprir, pode-se dar início aos trabalhos de determinação do domínio e do âmbito da ontologia; para isso algumas questões devem ser respondidas, como “qual o domínio que a ontologia irá cobrir?” “para que tipos de questões as informações que compõem a ontologia deverão prover respostas?”. Uma vez que os objectivos foram bem definidos na etapa anterior, a definição do domínio não será uma tarefa difícil, já está na verdade implícita e só precisa ser bem formulada. No caso do pmColNet, o domínio em questão é a avaliação de desempenho de redes colaborativas. No que diz respeito ao âmbito que a ontologia irá cobrir, uma maneira de determina-lo é através da formulação de uma lista de perguntas às quais a base de conhecimentos da ontologia deverá responder, são as chamadas *competency questions*, ou questões de competência.

Ao considerarmos que a conceptualização da ontologia, apesar de ser realizada de maneira colaborativa por todos os membros, tem uma pessoa responsável pela condução do processo, a qual

chamamos de engenheiro da ontologia, que por sua vez não é necessariamente um especialista do domínio, fica claro que esta pessoa irá precisar de ajuda tanto para elaborar quanto para responder às questões de competência. Portanto deverá ser adoptada uma técnica com o objectivo de conduzir esse processo.

Inicialmente é necessário ler alguma literatura sobre o domínio a ser modelado, tal leitura é fundamental para obter-se um maior conhecimento sobre as questões envolvidas, esse conhecimento não precisa ser demasiado aprofundado pois levaria muito tempo e mesmo porque não faz parte do papel do responsável pela condução do processo tornar-se um perito no domínio, mas deve ser suficiente para ganhar a percepção daquilo que está a ser analisado e elaborar um primeiro conjunto de questões, como forma de delimitar o âmbito da ontologia.

Já que estamos a falar de uma metodologia colaborativa para a construção de ontologias, as questões de competência devem ser respondidas pelos envolvidos no processo. No caso particular do projecto pmColNet, os membros do grupo devem responder às questões, é uma forma de capturar diferentes tipos de respostas, obtendo assim um resultado mais rico e diverso. Concluída esta fase, as respostas devem ser analisadas para que seja assegurada a clareza, veracidade e para que as ambiguidades sejam evitadas. As questões mais relevantes e suas respectivas respostas devem ser então seleccionadas para a construção da primeira versão de um protótipo da base de conhecimentos. No entanto, para que esta escolha possa ser feita, é preciso que pelo menos um dos participantes do processo seja um perito do domínio, é ele quem irá analisar as respostas, juntamente com o engenheiro da ontologia que está a ser construída. É claro que nem todas as perguntas podem ser respondidas por todos os participantes, afinal, algumas delas podem ser específicas de um campo ao qual um determinado membro não pertence ou não domina. As questões e respostas seleccionadas para fazerem parte da base de conhecimentos devem ser apresentadas aos participantes durante uma reunião, para que assim seja possível obter a concordância dos mesmos. Os envolvidos poderão também acrescentar mais questões que julguem que sejam interessantes, desde que todos estejam de acordo.

Ao final desta etapa o engenheiro da ontologia terá uma melhor percepção, um melhor entendimento do problema e do âmbito no qual o mesmo está inserido. Com isso terá mais clareza para identificar para quais problemas a ontologia poderá apresentar soluções, o que é claramente uma eliciação. Para completar essa etapa e todas as etapas seguintes, é fundamental estimular a participação, colaboração e feedback dos stakeholders.

A lista das questões de competência que foram formuladas encontra-se na secção Anexo A.

Considerar a reutilização de ontologias existentes

Ao construir uma ontologia, é importante verificar se alguém já desenvolveu algo naquele campo que está a ser trabalhado, ou seja, se já existem ontologias construídas para aquele domínio. Em caso afirmativo, esta ontologia existente poderá ser refinada para ajustar-se à tarefa em questão.

Ainda que se trate de um domínio mais genérico, pode ser possível tirar proveito do que foi desenvolvido e eliminar assim o retrabalho, afinal, as ontologias existem para serem partilhadas.

No caso particular do projecto pmColNet, foi considerada a reutilização não de uma ontologia formal, mas sim de um pequeno mapa conceptual, que na realidade pode ser considerado como uma ontologia informal e que foi desenvolvido no âmbito do projecto RCED (Redes Colaborativas de elevado desempenho no Norte de Portugal), desenvolvido também pelo INESC Porto. Tal mapa foi considerado um interessante ponto de partida para o desenvolvimento da ontologia deste projecto.

Conforme explicado anteriormente, não é necessário que a terceira etapa esteja 100% concluída para que a quarta seja iniciada, a ideia é que com aproximadamente 60% de conclusão da etapa anterior, a quarta já possa ser começada; o importante é que o entendimento do domínio esteja suficientemente aprofundado para possibilitar a construção de uma versão inicial do protótipo. Certamente as respostas obtidas das questões de competência munem o responsável pelo desenvolvimento da ontologia de forma que o mesmo possa construir uma lista com os termos mais evidentes, tal lista pode ser um bom princípio para se começar a pensar na estruturação de uma árvore de conceitos, ou mais precisamente, de um mapa de conceitos.

4.3.4 Etapa 4. Prototipagem para determinação e especificação dos termos e relacionamentos entre os termos que compõem a ontologia

Seguramente esta é a etapa que consome mais tempo e esforço de toda a equipa, é também aqui que deverá ser necessário haver um maior grau de interacção entre os participantes e um maior empenho do gestor do projecto e do engenheiro da ontologia no sentido de incentivar a participação, o comprometimento, o feedback, a partilha de informações e a noção de colaboração para que a conceptualização do domínio reflecta a realidade.

4.1 – Construção e publicação de uma primeira versão do protótipo

Assim como aconteceu nas etapas anteriores, também nesta é preciso fazer uso de técnicas para elicitar o conhecimento sobre o domínio em questão. Há diversas técnicas da Engenharia de Requisitos que podem ser usadas na tarefa relacionada à aquisição ou descoberta do conhecimento que irá compor a ontologia. É fundamental considerar o ponto de vista dos utilizadores e contar com o seu feedback.

No pmColNet, para cumprir as etapas 1, 2 e 3 foram utilizadas entrevistas, brainstormings e questionários, a etapa 4 faz uso dos mapas de conceitos como principal ferramenta de ajuda relativamente à conceptualização do domínio e elicitação dos termos já descobertos nas etapas anteriores, mas também e sobretudo para ajudar na descoberta de novos conceitos e relacionamentos. Os mapas conceptuais também serão utilizados como apoio na obtenção de um consenso quanto aos termos que deverão fazer parte da base de conhecimentos. Nesta etapa, além da utilização da ferramenta CmapTools, os participantes devem ser envolvidos em sessões de brainstorming, cuja intenção é abrir uma discussão sobre o mapa que está a ser trabalhado, discutir os conceitos, os relacionamentos, a interpretação que se faz de cada conjunto de termos relacionados.

A construção da primeira versão do protótipo deverá ficar sob responsabilidade do engenheiro da ontologia, inicialmente pode ser necessário aprofundar um pouco mais o conhecimento sobre o domínio em questão, o que pode ser alcançado através da literatura e de uma análise mais cuidada do conteúdo que foi obtido nas etapas anteriores. O responsável pela condução do processo deve então fazer uma segunda análise dos resultados alcançados com as questões de competências no sentido de construir uma lista dos termos mais relevantes. Em uma fase inicial pode ser interessante construir uma espécie de *mind map* para habituar-se a ideia de “quebrar” o conhecimento em termos para construir uma primeira versão do protótipo, que será portanto uma pequena versão inicial do mapa, através da ferramenta CmapTools.

No pmColNet, dado o facto de ter sido considerada a reutilização de uma pequena ontologia informal representada através de um mapa de conceitos construído no âmbito do projecto RCED, este mapa foi utilizado como uma primeira versão do protótipo e será apresentado no próximo capítulo.

4.2 – Partilha de informações e ideias para construção colaborativa das próximas versões

A depender da quantidade de pessoas envolvidas no projecto, pode ser necessário eleger apenas um grupo para participar das sessões de brainstorming e para contribuir na construção colaborativa do mapa conceptual. Não é aconselhado que seja um grupo muito grande pois isso traria dificuldades em se alcançar o consenso e o processo poderia entrar em *looping* e assim levar muito mais tempo para ser concluído. Aconselha-se entretanto que seja um grupo diverso, ou seja, constituído por pessoas com competências variadas, como forma de capturar diferentes pensamentos, diferentes percepções e obter-se assim um resultado mais rico.

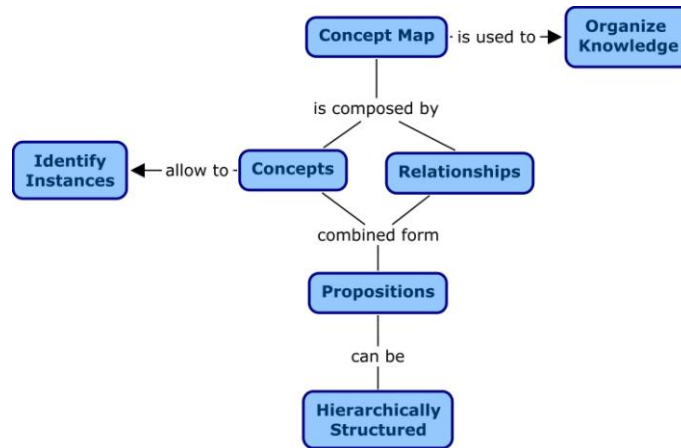


Ilustração 21 - Esquema de um mapa conceitual

A figura acima explica, em formato de mapa conceitual, que os mapas são compostos por conceitos e relacionamentos, bem como são utilizados para organizar o conhecimento. Os conceitos permitem identificar instâncias e em conjunto com os relacionamentos formam as proposições, as sentenças que podem ser estruturadas hierarquicamente.

“To find their way in “territories” of complex activities with huge, specific and moving glossaries and shared meanings, the human actors need maps” (Cahier et al., 2005). Os mapas conceituais consideram os diferentes pontos de vista dos diferentes participantes do projecto, que trabalham de uma forma colaborativa, para alcançar um objectivo comum.

Construído, o primeiro protótipo deve ser apresentado aos stakeholders, ou ao grupo elegido, para ser discutido durante uma sessão de brainstorming. A ideia é, após chegar-se a um acordo quanto ao conteúdo da primeira versão, os participantes devem expor suas ideias e percepções, devem ser encorajados a contribuir com novos termos e relacionamentos.

Finalizada a primeira sessão de brainstorming, os participantes deverão comprometer-se a darem continuidade ao trabalho colaborativo de construção do mapa conceitual, é um processo iterativo em que os participantes podem estar espalhados geograficamente, desde que obviamente o mapa esteja disponível em um servidor e possa ser acedido pelos membros do projecto. Deverá ser criada uma lista de discussão, onde os participantes poderão partilhar suas ideias. Será necessário estabelecer um compromisso de reuniões semanais ou quinzenais, a depender das necessidades do projecto, para que sejam discutidas as alterações realizadas no mapa de conceitos. Cada reunião deverá ter como resultado uma nova iteração do mapa, onde todos os participantes deverão estar de acordo com os novos termos e relacionamentos introduzidos, bem como com as alterações realizadas. A cada nova iteração, o conhecimento é cada vez mais aprofundado e há um maior entendimento sobre o domínio. Este ciclo deve continuar até que a base de conhecimentos tenha informação suficiente para cobrir todos os aspectos do domínio que está a ser trabalhado, dentro do âmbito que foi delimitado previa-

mente nas etapas anteriores, assim como até que todos os conceitos e relacionamentos estejam suficientemente claros, sem ambiguidades e com a concordância dos participantes.

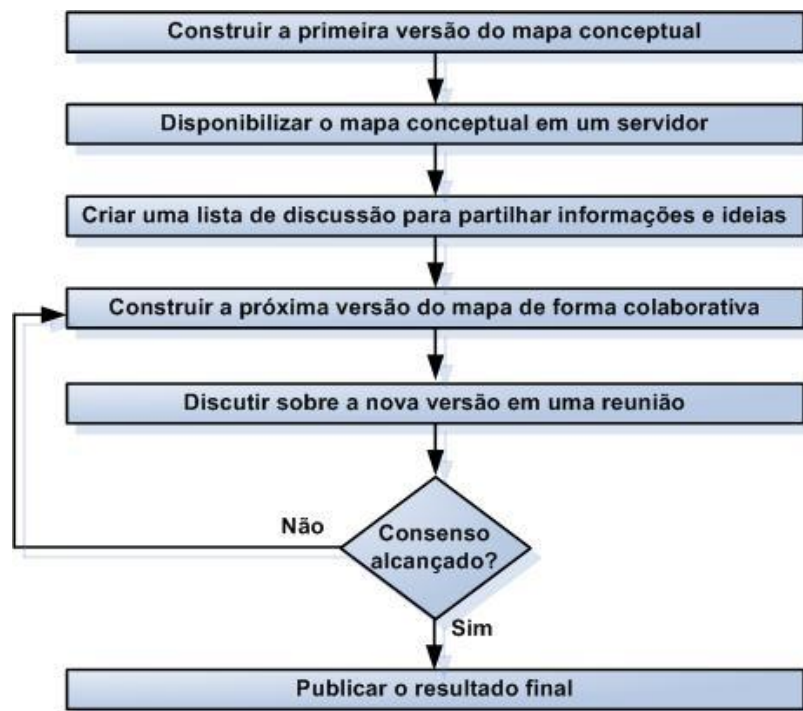


Ilustração 22 - Processo para publicação da versão final do mapa conceptual

4.3 – Consenso para a publicação da versão definitiva

Esta não é uma tarefa fácil e a depender do domínio a ser modelado, pode levar muito tempo e requerer um enorme esforço. O gestor e o responsável pelo desenvolvimento da ontologia precisam ter a sensibilidade de, na condução do processo, perceber quando o consenso pode ser tido como alcançado e a versão do mapa ser publicada como versão final. É certo que haverá sempre a necessidade de voltar ao mapa para acrescentar ou remover conceitos ou relacionamentos, afinal o domínio pode não ser estático e assim como o conhecimento sobre ele, pode estar em um processo constante de ajustes e refinamentos.

No entanto, a uma dada altura (aproximadamente 60% de conclusão) esta etapa pode correr em paralelo com a etapa 5, na verdade em um certo ponto pode e deve haver uma sobreposição dessas duas tarefas, uma vez que os cenários certamente irão ajudar a elicitare ainda mais o conhecimento sobre o domínio.

4.3.5 Etapa 5. Cenários para elicitación, análise e negociação das funcionalidades a serem providas pela ontologia

No decorrer deste trabalho foi observada uma absoluta falta de literatura que tratasse das questões relacionadas às funcionalidades a serem providas pela ontologia. Sabemos que cada requisito de um sistema de informação deve ser elicitado, analisado e negociado, para que haja uma garantia de que tais requisitos foram devidamente compreendidos e que irão gerar funcionalidades a serem implementadas no sistema, que por sua vez atenderão às necessidades observadas pelos futuros utilizadores deste sistema.

Não é, ou pelo menos não deve ser diferente quando falamos em ontologias, porque em uma análise final, a ontologia será parte de um sistema de informação, que deverá prover funcionalidades que irão beneficiar os utilizadores com o conhecimento contido em sua base. Afinal é para isso que se constrói uma ontologia, para estruturar e organizar o conhecimento, para partilhar informações, para criar um vocabulário comum a ser utilizado por um grupo de pessoas ao desenvolver um determinado trabalho, em um dado domínio; no entanto, para que tudo isso seja possível é necessária a existência de um sistema de informação que traduza tais ideias em funcionalidades concretas. Desta maneira, a metodologia OntoScene preocupa-se com os aspectos relacionados a esta questão e faz uso da técnica de cenários como uma forma de elicitar, analisar e negociar as funcionalidades a serem implementadas.

Inicialmente o papel da ontologia no projecto pmColNet era, além de propor a criação de uma semântica comum para a linguagem usada pelos participantes no âmbito do projecto, também propunha-se a organizar e estruturar a informação, que inclui os artigos armazenados e o material produzido pelos participantes. A intenção era também promover a partilha do conhecimento e facilitar a comunicação entre os membros do projecto. O vocabulário formal estabelecido tem a intenção de evitar que os termos tenham interpretações ambíguas. No entanto, no decorrer dos trabalhos houve uma percepção de que a ontologia poderia cobrir outros aspectos e ampliar seus horizontes para o universo não apenas dos actuais membros do projecto, mas também dos possíveis futuros participantes, bem como das empresas e dos stakeholders em geral que farão uso do sistema de informação resultante das investigações realizadas no âmbito do pmColNet.

5.1 - Criação e apresentação dos cenários

Para elicitar os termos, relacionamentos e a estrutura hierárquica foram usadas técnicas da Engenharia de Requisitos, nomeadamente questionários, reuniões e sessões de brainstorming, as quais permitiram a construção colaborativa de um mapa conceptual, pelo qual ao mesmo tempo em que o conhecimento passava pelo processo de aquisição, era também estruturado em uma árvore de conceitos. Ao navegar pelo mapa é possível perceber o domínio e aprender, adquirir conhecimento.

De acordo com (Hevner et al., 2004), quando pretendemos desenvolver algum tipo de sistema de informação, é necessário considerar além dos aspectos tecnológicos, a ciência comportamental, que busca desenvolver teorias que procuram explicar ou antever o comportamento humano dentro de uma organização. Os artefactos gerados por um sistema de informação devem obrigatoriamente considerar os aspectos comportamentais e a técnica de cenários é uma das mais utilizadas e reconhecidas técnicas da ER, a qual permite observar o utilizador quando este está a interagir com a aplicação, além de ser uma técnica eficaz para refinar e propor requisitos.

A Engenharia de Requisitos faz uso dos cenários para eliciar os requisitos do sistema a ser construído, porque os requisitos não estão em um sítio simplesmente a espera de serem listados e descritos, é necessário algum esforço e habilidade para realizar esta tarefa. Pretende-se nesta etapa mostrar as vantagens que podem ser obtidas através do uso desta técnica como uma forma de apresentar aos stakeholders as possíveis funcionalidades a serem implementadas no sistema, provenientes da ontologia conceptualizada durante os trabalhos realizados ao longo do projecto.

A esta altura do projecto o grupo está mais envolvido e ciente de suas metas, algumas das quais já devem ter sido alcançadas. É provável também que a esta altura haja um nível mais elevado de conhecimento do domínio e é portanto normal que surjam novas ideias. É certamente a altura ideal para aplicar a técnica, pois neste ponto certamente haverá uma forte compreensão quanto aos cenários que serão apresentados.

Segundo (Jarke et al., 1998), desde os finais dos anos 80 os investigadores da área HCI (Human-Computer Interaction) têm usado cenários como uma representação dos requisitos de sistema, para facilitar a comunicação entre os desenvolvedores e utilizadores. Os engenheiros de software olham para os cenários como um meio efectivo de descobrir as necessidades dos utilizadores e uma maneira de embutir o uso do sistema nos processos de trabalho, possibilitando assim, sistematicamente explorar o comportamento dos utilizadores ao interagir com o sistema.

(Benner et al., 1993) considera que os cenários têm o poder de intensificar a percepção dos utilizadores no que se refere à realidade que está a ser modelada, porque eles conseguem visualizar através de elementos como figuras e quadros, que são muitos mais informativos do que descrições textuais, o comportamento do sistema.

(Santoro, et al., 2005) afirma que um profissional não é capaz fazer o devido uso do conhecimento existente em uma organização se ele não estiver apto a compreender o contexto, o ambiente, as condições que envolviam esse conhecimento quando o mesmo foi produzido e sob que condições deve ser reutilizado.

A metodologia *OntoScene* partilha desse pensamento e para alcançar esta compreensão, faz uso da técnica de cenários, que implica em apresentar situações do mundo real aos participantes do projecto. Com o decorrer dos trabalhos realizados, os resultados obtidos nas etapas anteriores, o aprofundamento do conhecimento relativo ao domínio em questão, certamente a esta altura do projecto o

engenheiro da ontologia já tem em mente algumas das possíveis funcionalidades que poderão ser implementadas no sistema para atender às necessidades levantadas até o momento. De facto é condição para a realização desta etapa que pelo menos uma funcionalidade seja prevista e a partir da apresentação desta, os stakeholders possam sugerir novas funcionalidades. A ideia é a mesma, ou seja, participação e colaboração.

Os cenários deverão ser apresentados através da técnica *storytelling*, que tem sido estudada e aplicada em inúmeras disciplinas, incluindo linguística, sociolinguística, antropologia, sociologia, gestão, psicologia, inteligência artificial e outras. O uso desta técnica é comum tanto para elicitare quanto para comunicar ou transmitir o conhecimento, bem como para estimular o aprendizado. É uma actividade colectiva onde todos devem participar e contribuir com ideias e sugestões, o que adequa-se perfeitamente ao comportamento colaborativo encorajado e essencial em todas as fases do projecto.

Para aplicar a técnica *storytelling* poderia ser utilizada a abordagem da narrativa textual, que implicaria na escrita de um conjunto de requisitos, no entanto esta metodologia entende que essa abordagem não comunica as necessidades dos utilizadores com eficácia e é provado que as imagens são capazes de transmitir muito mais informação do que as palavras. Portanto, a metodologia OntoScene aplica a técnica *storytelling* de uma maneira informal e até mesmo divertida, atraindo a atenção dos participantes, estimulando a imaginação e conseguindo assim um feedback que inclui críticas, sugestões, ajustes e exposição de novas ideias. As *stories* a serem apresentadas deverão referir-se às funcionalidades que a ontologia poderá prover. A intenção é fazer com que os participantes “entrem” nas histórias e discutam entre si sobre as questões envolvidas, é preciso entretanto que haja um certo “desligamento” relativamente às questões técnicas e a discussão deve girar em torno dos aspectos conceptuais, quer dizer, devem ser avaliados os conceitos e os objectivos a serem alcançados pela ontologia.

Há diferentes maneiras de aplicar a técnica *storytelling*, podem ser utilizados desenhos, fotografias e outros artefactos. No pmColNet optou-se por fazer um *mixing* de elementos do mundo real e do imaginário, o objectivo foi criar uma fusão dos dois mundos e estimular ao mesmo tempo a compreensão e a criatividade dos participantes, mas dentro de um contexto real, com implicações reais.

O responsável pelo desenvolvimento da ontologia deve então usar sua criatividade para imaginar situações do mundo real que possam ser enquadradas na(s) funcionalidade(s) sugerida(s). O próximo passo é criar os cenários com o auxílio de uma ferramenta; a metodologia OntoScene não pretende impor o uso de um software específico, no entanto sugere o Microsoft PowerPoint, dada a facilidade de utilização desta aplicação. Após sua criação, as histórias devem então ser apresentadas aos participantes do projecto durante um workshop, onde o criador deve envolver os stakeholders nas cenas exibidas e explicar todo o contexto no qual a história está inserida, é fundamental garantir o entendimento de todos os participantes, sem isso não será possível obter o feedback desejado.

A forma como esta técnica foi aplicada no âmbito do pmColNet será apresentada em detalhes no próximo capítulo, onde será explicado como o método foi conduzido e quais os resultados que foram alcançados.

5.2 – Recolha/análise dos resultados (feedback) e apresentação de novos cenários

O engenheiro da ontologia e responsável pela condução do processo de apresentação dos cenários aos stakeholders, deve observar o comportamento destes durante a sessão de exposição das histórias e apontar tais observações, o que lhe será útil posteriormente no momento da análise dos resultados.

Finalizada a apresentação da primeira história, que representa a primeira funcionalidade sugerida, deve-se então questionar os participantes quanto às dúvidas que possam ter surgido e assegurar que todos compreenderam o objectivo do cenário apresentado. A seguir deve-se encorajar os stakeholders a emitirem comentários sobre o que foi apresentado, deve-se perguntar se os mesmos concordam com a viabilidade da funcionalidade proposta e solicitar que sugiram modificações. Conforme já foi explicado anteriormente, a intenção é não apenas obter a concordância dos envolvidos quanto à situação que foi exposta, mas também e principalmente colher ideias para a implementação de novas funcionalidades que os mesmos achem que sejam úteis e que de alguma forma os possa ajudar na realização de suas tarefas dentro do projecto, mas que também possam ser vantajosas aos futuros utilizadores do sistema.

Todos os comentários e observações devem ser apontadas, caso não haja mais cenários a apresentar, pode-se encerrar a sessão e convidar os participantes a pensarem no cenário apresentado e contribuir posteriormente com mais percepções que possam surgir. Tal contribuição pode ser enviada ao engenheiro da ontologia via e-mail ou pode ser criada uma lista de discussão no portal do projecto, onde todos possam trocar impressões.

A partir das sugestões feitas pelos stakeholders, deve-se então construir um novo cenário, que conte uma nova história traduzida em uma nova funcionalidade; todo o processo deve ser repetido até que se alcance um consenso quanto ao novo cenário apresentado. Novamente aqui, o engenheiro da ontologia deve ter a sensibilidade de perceber quando é chegada a altura de encerrar esta etapa da metodologia.

5.3 - Publicação das funcionalidades

A quinta etapa da metodologia OntoScene encerra-se com a publicação das funcionalidades que, colaborativamente, foram escolhidas como sendo convenientes para serem implementadas em uma linguagem de ontologia e disponibilizadas aos utilizadores do futuro sistema de informação a ser desenvolvido no espaço do projecto. A publicação deve ser feita no portal do projecto e deve constar de uma documentação que cubra todo o processo que conduziu a escolha de tais funcionalidades.

Seria ideal se nessa altura já houvesse na equipa um membro responsável pela implementação das funcionalidades em uma linguagem de ontologias, pois certamente será necessário validar se tais funcionalidades são exequíveis, ou seja, se será tecnicamente possível implementá-las. Infelizmente não havia no pmColNet nenhum participante com este know-how e as funcionalidades estão sujeitas aos ajustes que possam ser necessários fazer quando for chegada a altura de codificá-las.

4.3.6 Etapa 6. Elaboração e publicação de um documento final

Com a publicação final das funcionalidades escolhidas para serem implementadas no sistema, pode-se afirmar que a conceptualização da ontologia está concluída, apesar de que, como já mencionado anteriormente, deve sempre existir a noção de que é preciso haver uma constante manutenção da ontologia, pois poderá ser necessário acrescentar novos termos que surjam no âmbito do domínio, bem como pode acontecer de ser preciso remover termos que não estejam a ser utilizados.

A última etapa deve concentrar-se então na elaboração e publicação de um documento final, que reproduza de uma forma concisa todo o trabalho realizado nas 5 etapas anteriores. Uma vez que cada um dos passos foi devidamente documentado na altura de seu encerramento, este documento final será de certa forma uma compilação do que já foi anteriormente publicado no portal do projecto, com o acréscimo de mais detalhes e informações que possam ter sido percebidas ou descobertas ao olhar para o processo como um todo e não como etapas isoladas. Deverá também contemplar um capítulo com as conclusões e lições aprendidas.

Encerra-se assim a última etapa da metodologia OntoScene. Com a documentação final em mãos, o gestor do projecto deverá agora pensar na aquisição de um novo membro que seja responsável pela codificação da ontologia, caso não exista até o momento nenhum participante com este know-how. É a altura de se começar a pensar nos aspectos de modelagem, na linguagem e na ferramenta que serão utilizadas. Conforme explicado no início deste capítulo, a metodologia OntoScene não contempla tais aspectos e prende-se às questões conceptuais e de elicitação do domínio e das funcionalidades. Entretanto, obviamente o projecto não termina junto com a metodologia, passa agora para uma nova fase onde será necessário concentrar-se em aspectos mais técnicos. É importante que todos os participantes dêem continuidade aos seus trabalhos até a finalização do projecto, que deve acontecer com o *release* do sistema de informação resultante das investigações realizadas.

Relativamente ao pmColNet, este trabalho não acompanhará seus resultados, uma vez que encerra-se agora, enquanto o projecto deverá continuar por mais 1 ano. É interessante no entanto que haja uma continuidade ou mesmo a realização de trabalhos futuros no sentido de medir a eficácia da metodologia através da análise do enquadramento da ontologia no produto final, ou seja, no sistema de avaliação de desempenho de redes colaborativas.

O próximo capítulo fará uma explanação da aplicação da metodologia OntoScene e condução dos processos concernentes à mesma, no âmbito do projecto pmColNet. Serão abordados os aspectos mais particulares do domínio e apresentados os detalhes relativamente às experiências realizadas em cada etapa do método.

5 Aplicação do método OntoScene para gerir a informação em um projecto de investigação

5.1 Visão Geral do Projecto pmColNet

A avaliação de desempenho das redes tornou-se uma necessidade crescente. A razão disso deve-se ao facto das redes possuírem altas taxas de insucesso, o que faz com que as organizações necessitem adoptar uma atitude realista quando decidem fazer parte de uma rede.

De acordo com as informações retiradas do site do projecto⁵, pesquisadores e empresas que fazem parte de redes colaborativas têm-se dedicado a descobrir métodos e abordagens para avaliar o desempenho das redes. Destacam-se as seguintes razões para tal:

1. Há altas taxas de falhas em redes organizacionais e as empresas precisam ter uma atitude realista quanto às redes;
2. As redes exercem um efeito real no valor das empresas que delas participam;
3. As entidades estatais têm cada vez mais interesse na cooperação em rede para criação de valor;
4. Vivemos actualmente em um cenário onde as organizações precisam cada vez mais justificar o seu desempenho.

O principal objectivo do projecto pmColNet (Performance Management in Collaborative Network) é criar um *multiple paradigm framework*, para avaliar o desempenho de redes no contexto das redes colaborativas de curta duração. A investigação é justificada pela falta de resultados tanto teóricos quanto práticos, em particular no que se refere a existência de ferramentas que suportem as actividades de gestão neste contexto.

A ênfase está no processo, bem como nos aspectos tangíveis e intangíveis das redes (em diferentes níveis de análise). O framework procura integrar teorias de processos teleológicos (implicam em indicadores objectivos de desempenho) e dialécticos (implicam em um consenso subjectivo de desempenho) de alianças com sistemas de informação e ferramentas de buscas operacionais. Além disso, o framework baseia-se na abordagem de tomada de decisão multi-critério, projectada a volta dos mais recentes resultados obtidos no campo da Investigação Operacional.

O projecto pretende contribuir significativamente para o estado da arte da teoria e prática da avaliação de desempenho das redes. O resultado final é o desenvolvimento de um framework de sistema de informação fortemente baseado nos princípios e métodos da área de tomada de decisão multi-

⁵ <http://dionisio.inescporto.pt:8282/pmcolnet/> [Consultado em 15-08-2008]

critério (MCDM – Multiple Criteria Decision Making), cujo objectivo é suportar a tomada de decisão em redes colaborativas.

As tarefas do projecto serão apresentadas e brevemente descritas abaixo:

1. Elaboração de um modelo de informação para gestão de desempenho em redes colaborativas. A função desta tarefa é desenvolver um modelo de informação para gestão de desempenho para cada participante da rede. Certamente os espaços individuais são sobrepostos (duas organizações distintas podem definir o mesmo objectivo, o mesmo critério de medida e/ou o mesmo indicador).
2. Desenvolvimento de métodos multi-critério para medir o desempenho colaborativo. Para avaliar a gestão de desempenho da rede, os membros da rede precisam colaborar na tomada de decisão. Esta tarefa envolve a criação de um método multi-critério de apoio a tomada de decisão e um método para dar suporte aos processos de negociação na construção colaborativa do sistema de avaliação da rede.
3. Desenvolvimento de um protótipo do sistema de informação de gestão de desempenho da rede. Desenvolvimento do protótipo para implementar os modelos e métodos desenvolvidos nas tarefas 1 e 2.
4. Validação da abordagem. A pretensão desta tarefa é otimizar os métodos, modelos e ferramentas desenvolvidas nas tarefas 1, 2 e 3, bem como melhorar as habilidades das empresas participantes, na avaliação de desempenho de suas redes colaborativas.

5.2 Como uma Ontologia Pode Prover Suporte aos Processos e Tarefas de Gestão da Informação do pmColNet

5.2.1 Porque é preciso desenvolver uma ontologia para ser utilizada neste projecto?

Há diversas razões para se construir uma ontologia, por exemplo, para partilhar um entendimento comum, para possibilitar a reutilização do conhecimento, para explicitar questões relativas a um dado domínio, para representar uma realidade, para estruturar a informação, para analisar um domínio e outras tantas razões. No caso particular deste projecto, a intenção foi criar um condutor de informação que fosse capaz de prover uma melhor percepção sobre o domínio da avaliação de desempenho de redes colaborativas e facilitar a partilha do conhecimento. A ontologia no pmColNet deverá evitar interpretações ambíguas dos termos aplicados no contexto do projecto, o que significa que se um participante utilizar um determinado conceito, estará certo que todos os outros participantes têm o mesmo entendimento, a mesma compreensão sobre o dado conceito. Isto também habilitará todos os membros do projecto a perceberem os termos que estão presentes no âmbito do pmColNet, mas que

no entanto não fazem parte de seu campo particular de investigação, ou seja, é uma maneira de transmitir conhecimento. Outra razão para a criação de uma ontologia para este projecto é o facto de esta ser uma forma de documentar as decisões tomadas pelos participantes acerca de cada conceito e relacionamento, além de ser uma fonte de conhecimento para possíveis novos membros do projecto e para os futuros utilizadores do sistema a ser desenvolvido. É uma forma de estruturar e organizar toda a informação pesquisada, armazenada e produzida no âmbito do projecto.

A ontologia, como já foi dito, será parte do sistema de informação a ser desenvolvido no âmbito do pmColNet, o que significa que haverá funcionalidades dentro do sistema que serão providas pela ontologia. Este trabalho, além de focar-se nos aspectos ligados à conceptualização da ontologia, preocupa-se também em elicitare as reais necessidades dos futuros utilizadores do sistema, para que a ontologia forneça funcionalidades que lhes sejam realmente úteis.

5.2.2 Visão Geral da avaliação de desempenho de redes colaborativas

No actual mundo globalizado, cresce cada vez mais a necessidade das organizações trabalharem de forma conjunta. A cooperação entre empresas tornou-se uma estratégia fundamental para que as mesmas sobrevivam em um mercado cada vez mais competitivo. Surgem então os modelos organizacionais baseados na colaboração, partilha, associação e que adoptam o conceito de redes, que advém da Sociologia.

Temos assistido nos últimos anos a uma “convergência de tecnologia e determinados acontecimentos que permitiram à Índia, China e tantos outros países ingressarem na cadeia global de fornecimento de serviços e produtos, deflagrando uma explosão de riqueza nas classes médias dos dois maiores países do mundo, e convertendo-os, assim, em grandes interessados no sucesso da globalização.” (Friedman, 2005).

A internacionalização da economia forçou a reestruturação da gestão empresarial, foi necessário elaborar e aplicar novas regras que se adequassem aos novos padrões internacionais de qualidade e produtividade. A tecnologia exerce um papel fundamental nessa nova ordem, onde novas estratégias são adoptadas, como por exemplo a formação de redes de empresas, uma prática cada vez mais comum e que tem ajudado principalmente as PME a manterem-se competitivas.

Segundo (Olave et al., 2001), temos assistido mudanças técnicas, organizacionais e económicas, que são reflectidas na maneira de produzir, gerir, distribuir e fornecer produtos e serviços. Tais mudanças foram responsáveis também pela criação de novas formas de relacionamento entre empresas, entre empresas e trabalhadores e entre empresas e outras instituições.

As redes colaborativas surgiram nesse cenário que está sempre a mudar, onde as novas tecnologias de hoje podem estar obsoletas amanhã, as fronteiras tornaram-se praticamente inexistentes, as flutuações do mercado são constantes, assim como as tensões políticas. A colaboração entre empresas visa reduzir as dificuldades e as incertezas causadas por esses factores.

De acordo com (Gray et al., 1991 apud Olave et al., 2001), "Colaboração é um processo através do qual diferentes partes, vendo diferentes aspectos de um problema, podem construtivamente explorar suas diferenças e, procurar limitadas visões". "Colaboração ocorre quando um grupo de "autonomous stakeholders" com o domínio de um problema, envolve-se em um processo interactivo, usando divisão de papéis, normas e estruturas, para agir ou decidir questões relacionadas ao problema".

Uma rede é um condutor de informação e pode desenvolver-se em vários níveis, individual (redes sociais), organizacional, interorganizacional e internacional (Sawhney et al., 2001 apud Hill, 2002). (Chisholm, 1998 apud Hill, 2002) define uma rede como um conjunto de organizações autónomas que unem-se para atingir metas que nenhuma delas poderia alcançar sozinha. A palavra-chave para as redes é colaboração.

Uma rede social difere de uma rede de comunidades, a primeira envolve indivíduos e a segunda envolve organizações. A rede social de uma pessoa pode ser por exemplo todos os seus amigos e amigos de seus amigos, seus laços são informais.

Ao formar uma rede, as organizações membro devem considerar o comprometimento, as habilidades e a diversidade. (Wellington, 1999 apud Hill, 2002), sugere a criação de um pequeno questionário com perguntas gerais, cujas respostas devem ser discutidas em uma reunião, como por exemplo:

- Quais são as três principais coisas que você deseja conseguir com a criação da rede?
- Quais são as necessidades que justificam o seu envolvimento na rede?
- Realisticamente, quanto tempo você poderá dedicar à rede?
- Quais são os recursos que você poderá oferecer à rede?

Além da importância de considerar quem deverá participar da rede, é importante também considerar quantos irão fazer parte da mesma, pois uma grande quantidade de parceiros pode acarretar em uma rede de difícil controlo e gestão.

Segundo (Kanter, 1990 apud Olave et al., 2001), há os seguintes tipos de alianças:

- Alianças Multi-Organizacionais de Serviços ou Consórcios: formada por empresas com necessidades similares, como de um mesmo sector industrial.
- Joint Ventures: formadas normalmente para exercer actividades de investigação e desenvolvimento entre empresas de vários países, esse tipo de aliança visa obter algum tipo de vantagem competitiva imediata (ainda que temporária) através da constituição de um novo negócio ou ampliação de um já existente.

- Alianças de Parceria: envolvem fornecedores, consumidores e funcionários nos diversos estágios de criação de valor do processo de negócio.

(Nassimbeni, 1998), classifica as diferentes estruturas de rede em três categorias que diferem quanto aos objectivos, principais áreas envolvidas nas interacções e veículos de integração. Tais categorias são:

- Redes de Abastecimento – neste tipo de rede o principal objectivo é a realização de operações de sinergia entre as unidades; a principal área envolvida é o núcleo de operações de cada membro e o principal veículo de integração entre as unidades é o escoamento de material.
- Joint Ventures – o principal objectivo deste tipo de rede está na realização da sinergia funcional entre as unidades; a área envolvida na interacção da rede está normalmente limitada à uma função singular (material de suporte); o principal veículo de integração é a transmissão de habilidades e experiências dentro das unidades da rede. Este tipo de rede é formada quando as partes decidem partilhar esforços de pesquisa e desenvolvimento, assumem os riscos em conjunto e obtém reduções nos custos do desenvolvimento de projectos tecnológicos. Cada unidade fica responsável por parte do projecto, trocando experiências, know-how e habilidades.
- Sistemas Industriais Regionais – são estabelecimentos industriais formados por várias empresas ligadas a um nível técnico-productivo. O principal objectivo é a realização de uma sinergia estratégica, no que diz respeito à criação de iniciativas de marketing e esforços tecnológicos. (Nassimbeni, 1998) cita um estudo realizado por Frankel and Whipple (1996), onde os autores demonstram como as motivações que estão por trás das cadeias de suprimento que funcionam através de relações de cooperação, diferem de acordo com a posição geográfica.

Redes de Empresas

“As melhores empresas são as que mais colaboram. No mundo plano serão realizados cada vez mais negócios através da colaboração interna e da colaboração entre empresas, por uma razão muito simples: os próximos patamares da criação de valor – seja em tecnologia, marketing, biomedicina ou produção – estão a tornar-se de tal forma complexos que nenhuma empresa ou departamento conseguirá, a título individual, ser capaz de os dominar sozinha.” (Friedman, 2005).

“Uma rede de empresas é um agrupamento que destina-se a favorecer a actividade de cada uma das empresas, sem que estas tenham obrigatoriamente laços financeiros entre si. O que existe é uma complementação técnica (meios produtivos) e comercial (redes de distribuição), uma associação por afinidade e de natureza informal” (Ribault et al., 1995). O autor ainda afirma que há alguns inconvenientes na formação de redes de empresas, um deles é o facto de estas não possuírem uma forma

jurídica precisa, o que leva a um risco de instabilidade caso os parceiros não respeitem os compromissos assumidos informalmente.

Há também factores que limitam a formação de redes, como por exemplo a falta de conhecimento sobre os reais benefícios que podem ser alcançados, a resistência em investir recursos e tempo e a relutância em partilhar informações com outras empresas, especialmente se estas forem concorrentes.

Para trocar informações os membros da rede devem fazer uso das tecnologias disponíveis no mercado, como por exemplo newsletters, e-mails, boletins, chat rooms, fóruns de discussão, videoconferência, etc.

Redes Dinâmicas

Segundo (Azevedo et al., 2004), a demanda por produtos mais inovadores tem feito crescer a necessidade de mais agilidade e forçado algumas companhias a melhorarem sua organização e estrutura. Esse aumento na agilidade normalmente consegue-se através do estabelecimento de redes temporárias de produção, como uma tentativa de satisfazer as expectativas dos clientes e alcançar as metas e a viabilidade da empresa, a longo prazo. São portanto redes colaborativas que constituem-se e dissolvem-se (de acordo com as oportunidades que o mercado proporciona) para atingirem objectivos comuns, que normalmente são de curto ou médio prazo.

As redes dinâmicas são formadas por empresas que unem-se temporariamente para alcançar a agilidade requerida. Nesse tipo de rede, as necessidades de cada nó da rede dependem do tipo de colaboração que foi estabelecida e da natureza do produto ou serviço provido. “Gerir a rede de forma otimizada e balancear as necessidades dos clientes com aumento de performance ao longo da rede, pode ser um factor chave para a competitividade da companhia.” (Azevedo et al., 2004). Os mesmos autores consideram que os actuais pacotes de software comerciais para empresas, como o ERP (Enterprise Resource Planning) e o SCM (Supply Chain Management), não provêem o suporte necessário à gestão de redes e organizações distribuídas.

O surgimento das redes e das organizações virtuais fez nascer a necessidade de quebra de paradigma, o tradicional modelo de gestão já não se adequa mais à nova realidade e novos processos e metodologias colaborativas são requeridas. O mundo já não é mais o mesmo e as mudanças são reflectidas nos novos desafios, que fizeram surgir novos modelos de negócios, que já não funcionam da mesma maneira.

Avaliação de Desempenho de Redes Colaborativas

De acordo com (Provan et al., 2001), há poucos trabalhos dedicados à compreensão e avaliação da efectividade das redes. As tentativas realizadas nesse sentido, basearam-se no conceito de satisfação dos stakeholders considerados chave para a organização, provavelmente o grupo mais crítico. É certo que avaliar a efectividade de uma rede de empresas é uma actividade bem mais complexa do que ava-

liar uma única organização. Redes baseadas em comunidades devem ser julgadas pela contribuição que elas dão para as comunidades às quais servem.

(Provan et al., 2001) afirma que as abordagens utilizadas para avaliar a efectividade das redes não oferecem uma lista de métodos bem testados a serem aplicados. O valor acrescentado pelas redes colaborativas deve incluir melhoria nos serviços prestados aos clientes, redução de serviços desnecessários, redução de custos, aumento da satisfação dos clientes e melhoria nos resultados gerais.

(Hill, 2002) afirma que há muitos *gaps* na literatura no que diz respeito à avaliação das redes. Há poucos estudos sobre a efectividade e pouco acompanhamento sobre os impactos das redes na sociedade. O autor sugere as seguintes questões a serem consideradas para avaliar as redes:

- Quais são os níveis de análise? Como eles adequam-se com o nosso Framework teórico? O nosso Framework está em linha com a abordagem de rede?
- Como definimos a efectividade de uma rede?
- Que medidas de efectividade de rede interna e externa nós podemos desenvolver/usar?
- Como podemos desenvolver indicadores que sejam sensíveis às mudanças no sistema?
- Que estratégias podem ser adoptadas para ajudar os membros da rede a atingirem rapidamente seus objectivos?
- Como a avaliação poderia ser incorporada às funções da rede?

Sob o ponto de vista da avaliação, avaliar o relacionamento entre as partes é mais importante do que avaliar a soma das partes. É importante considerar o relacionamento entre as redes e as comunidades que são por ela afectadas, e também entre as redes e suas organizações clientes.

As redes devem então ser avaliadas por um conjunto de critérios e indicadores que sejam capazes de medir sua performance. As investigações realizadas pela equipa do pmColNet reuniram e elegeram uma série desses critérios, que variam de acordo com a topologia da rede. As topologias identificadas foram:

- **SC** Supply Chain
- **VO** Virtual Organization
- **RP** Rede de Produção
- **RC** Rede de Compras
- **RIDi** Rede de Investigação, Desenvolvimento e Inovação
- **RD** Rede de Distribuição
- **R&Di** R&Di Network
- **VBE** Virtual Breeding Environment
- **CLT** Cluster
- **ESVC** Enterprise Sponsored Virtual Communities

Os critérios de performance identificados foram:

- Financeiros: vendas, rentabilidade e custos.
- Clientes/Consumidores: satisfação do cliente, imagem da organização, *market share*, novos mercados.
- Processos Internos: inovação e melhorias, produtividade, flexibilidade, responsabilidade, eficiência/eficácia, partilha, coordenação e integração.
- Estrutura/Recursos/Competências: satisfação dos membros/colaboradores, competências, aprendizagem, dependência, integração, contribuição da organização, crescimento da rede, desistência de membros, equidade, especialização.
- Colaboração: confiança, comprometimento, reciprocidade, comunicação, resolução de conflitos, atitudes colaborativas e motivação.

Os níveis de avaliação identificados são: Individual, Organizacional, Rede e Comunidade.

Para cada critério, foi escolhido colaborativamente um conjunto de indicadores capazes de medir a performance alcançada por uma rede, de acordo com sua topologia e em diferentes níveis de avaliação. O quadro, resultado de uma exaustiva investigação e de decisões tomadas de forma colaborativa pelos membros do projecto, encontra-se na secção Anexo B deste trabalho.

Apenas a título de exemplo, podemos dizer que a performance de uma Rede de Produção pode ser medida através de vários critérios, dos quais podemos citar a rentabilidade, que por sua vez é medida através do indicador “Taxa anual de crescimento do rácio lucro/volume de investimento”.

A conceptualização do domínio da avaliação de desempenho de redes colaborativas não foi uma tarefa fácil e exigiu um grande esforço de todos os participantes do pmColNet, por duas razões concretas, a primeira refere-se ao facto já citado de que o gestor do projecto era único que possuía o conhecimento do domínio, todos os demais tiveram que recorrer a literatura para obter tal conhecimento, desde os aspectos mais gerais e iniciais até obter o nível de aprofundamento exigido para a realização das tarefas do projecto; a segunda razão está relacionada à complexidade do domínio, uma vez que o mesmo trata de questões um tanto abstractas, como por exemplo “como é possível medir o grau de satisfação de um cliente da rede?” e além disso envolve também muitas questões difíceis de serem conceptualizadas porque dependem de muitos factores, como por exemplo dos objectivos da rede, do tipo de rede, do ramo de actividade, da quantidade de empresas que fazem parte da rede. Foram necessárias muitas reuniões, sessões de brainstorming e discussões em grupo para que se pudesse alcançar um consenso, por exemplo, quanto aos critérios e indicadores, entre tantas outras questões que precisaram ser muito discutidas e analisadas até que se chegasse a uma conclusão mais concreta que pudesse ser traduzida no mapa conceptual. De facto, a conceptualização deste domínio, que representa a quarta etapa do método OntoScene, até o momento de conclusão deste trabalho não estava 100% concluída e embora a metodologia assuma que a quarta etapa, apesar de em certa altura correr paralelamente com a quinta etapa, em geral deve estar concluída antes da conclusão da etapa 5,

o que em termos práticos não aconteceu no pmColNet e a construção do mapa de conceitos ainda não foi completamente finalizada.

A próxima secção fará uma explanação da condução dos experimentos referentes às seis etapas da metodologia OntoScene no âmbito do pmColNet.

5.3 Planeamento e Condução dos Experimentos

O projecto pmColNet foi utilizado como objecto de experiência da aplicação da metodologia OntoScene. Esta secção abordará passo-a-passo a condução dos experimentos realizados.

5.3.1 Experimento da etapa 1

Formação de uma equipa de stakeholders

A primeira etapa da metodologia OntoScene consiste da formação de uma equipa de stakeholders, a qual fará parte de um determinado projecto que tem entre seus objectivos o desenvolvimento de uma ontologia, ou pode ainda aplicar-se a um projecto cujo único objectivo seja este. A aplicação desta metodologia é independente do domínio, das metas e das tarefas que deverão ser desenvolvidas. No entanto, por ser um processo colaborativo, é fundamental o envolvimento dos participantes desde o início dos trabalhos do projecto.

No pmColNet, a responsabilidade de formar a equipa ficou a cargo do gestor do projecto. O primeiro membro foi contratado através da bolsa de investigação fornecida pela entidade financiadora do projecto, em conjunto com o INESC Porto. Após várias entrevistas realizadas com diversos candidatos, foi escolhido aquele cujo perfil adequava-se aos objectivos pretendidos. A escolha dos demais participantes foi baseada em uma busca por alunos de mestrado ou doutoramento que estivessem sob a orientação do gestor do projecto e cujos respectivos trabalhos pudessem ser ajustados às tarefas a serem realizadas no âmbito do pmColNet; portanto, buscou-se unir um grupo de pessoas que tivessem metas em comum, que fossem capazes de trabalhar colaborativamente e que expressassem interesse no tema a ser desenvolvido, a avaliação de desempenho de redes colaborativas.

Identificados os possíveis futuros membros do pmColNet, foram efectuadas entrevistas individuais, onde foi realizada uma apresentação sobre os objectivos que se pretendia alcançar com o projecto e onde o tema de dissertação de cada aluno poderia ir de encontro a tais objectivos. Após a aceitação de todos, formou-se então uma equipa que conta com 5 participantes, dos quais um é o gestor do projecto, um segundo participante é o bolsheiro e os demais são alunos de mestrado, que apesar dos objectivos individuais referentes ao desenvolvimento da tese, aceitaram o desafio de trabalhar colaborati-

vamente e contribuírem com os seus conhecimentos, esforço e dedicação, para que o pmColNet possa atingir o êxito pretendido. A dissertação de cada um destes 3 participantes (alunos de mestrado) pertence a diferentes áreas de investigação, o que foi considerado como factor determinante dada a intenção de se formar uma equipa de pessoas com conhecimentos e interesses diversos, para atender às diferentes faces do projecto e desenvolver uma ontologia que reflecta a diversidade de suas ideias e percepções. Todos os participantes têm portanto em comum o objecto de estudo sobre o qual incidem os seus trabalhos, o projecto em questão.

A equipa é constituída dos seguintes membros:

- António Lucas Soares – Gestor do Projecto pmColNet
- Jesse Wiersema – bolsheiro de investigação contratado
- Jorge Neves – aluno do MGI sob orientação do professor António Lucas Soares
- Karla Andrade - aluna do MGI sob orientação do professor António Lucas Soares
- Rui Pinto Ferreira - aluno do MGI sob orientação do professor António Lucas Soares

Formada a equipa, é possível passar então aos experimentos da etapa 2, onde os participantes iniciam suas actividades.

5.3.2 Experimento da etapa 2

Definição, documentação e publicação colaborativa dos objectivos pretendidos e das tarefas de cada stakeholder dentro do projecto

A primeira actividade cumprida na segunda etapa da metodologia foi a realização de uma reunião onde todos os participantes foram apresentados e passaram a discutir os objectivos que se pretendia alcançar com o projecto. Os membros puderam então levantar suas questões e esclarecer suas dúvidas.

No caso particular do pmColNet, os objectivos, as tarefas e os prazos já estavam definidos, uma vez que o gestor precisava ter tudo isso bem planeado e descrito para a submissão de sua aceitação. Era preciso agora atribuir as tarefas aos devidos membros, definir o cronograma e dar início aos trabalhos.

A figura abaixo ilustra o cronograma das tarefas a serem realizadas no projecto, assim como também o responsável por cada tarefa, embora sempre tenha estado bastante clara e presente a noção de que todas as actividades seriam executadas de maneira colaborativa, principalmente no que se referia às decisões a serem tomadas.

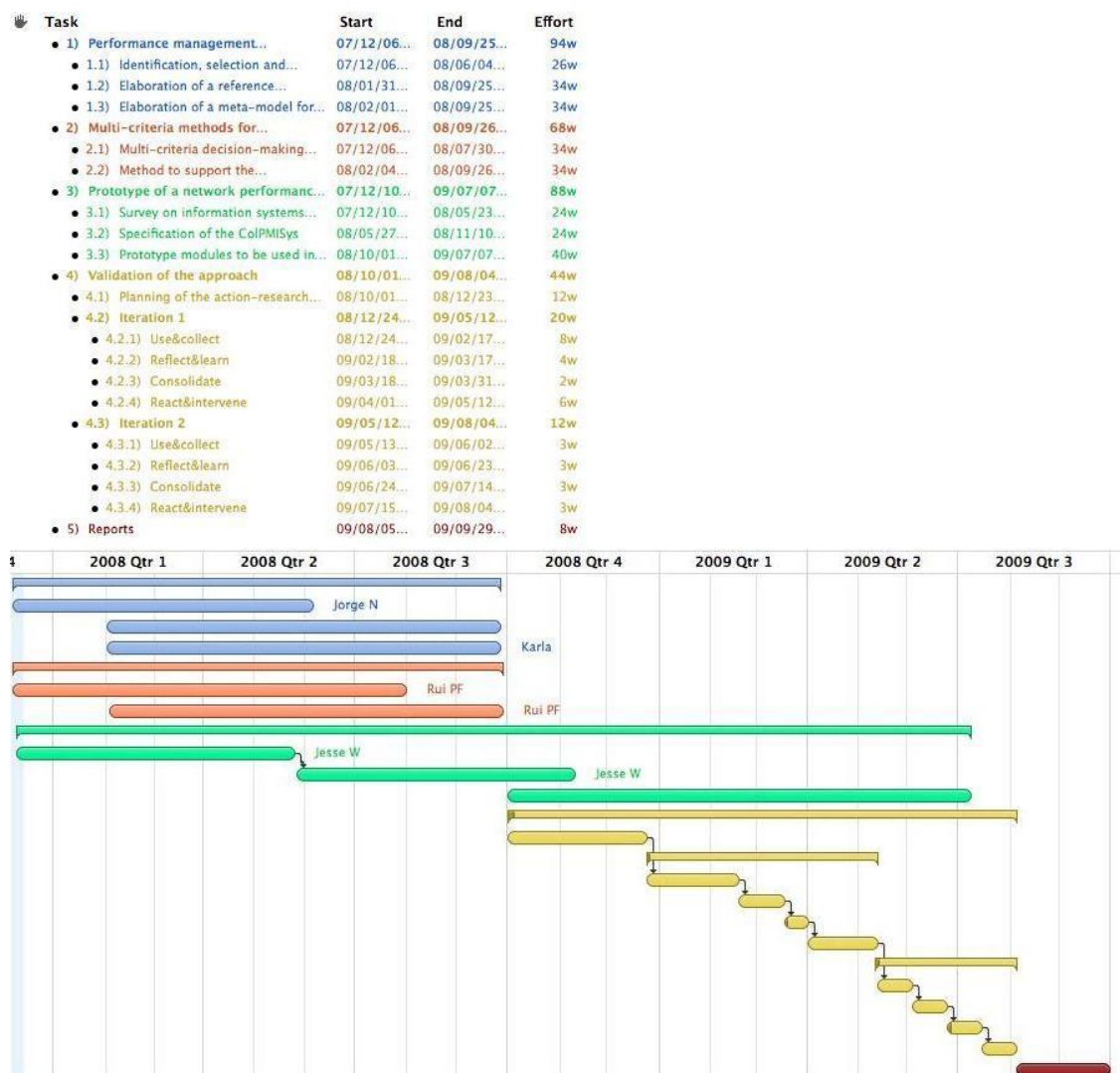


Ilustração 23 - Cronograma das actividades a serem realizadas no pmColNet

Com o cronograma e as tarefas bem definidas, cada participante assumiu a responsabilidade de dar início a uma investigação exaustiva sobre redes colaborativas e em particular sobre o tema no qual estavam inseridas as actividades que iriam desenvolver. A seguir foram agendadas reuniões quinzenais, nas quais os participantes discutiam sobre o andamento de seus trabalhos, levantavam questões e tomavam decisões em conjunto. As reuniões permitiam também ao gestor do projecto manter o controlo do andamento dos trabalhos e cumprimento dos prazos.

Nesta fase também foi criado um portal através da ferramenta Plone, que é um sistema de gestão de conteúdos escrito em linguagem Python, onde foi criada uma área para cada participante armazenar seus conteúdos, bem como áreas em comum para troca/partilha de informações. No portal eram registadas as agendas das reuniões realizadas, as decisões tomadas, os artigos estudados, os materiais produzidos pelos membros do projecto, enfim, toda a informação concernente ao pmColNet. Os parti-

cipantes podem aceder à área restrita através de uma autenticação que lhes permite criar, editar e recuperar documentos, há também uma área pública que pode ser acedida por qualquer um cujo computador possua acesso à Internet. A figura abaixo ilustra a home page do Portal pmColNet.

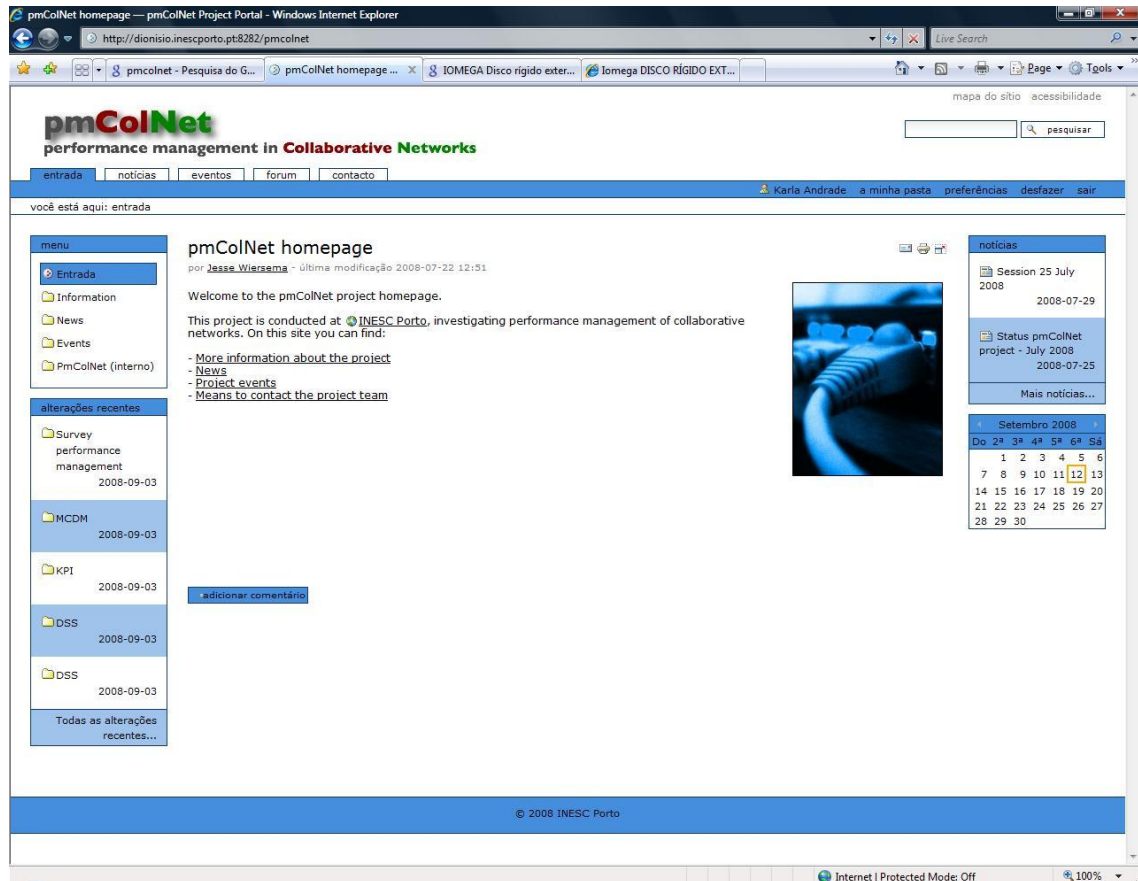


Ilustração 24 - Home page do portal pmColNet

Aqui havia claramente um grande desafio para o membro responsável pelo desenvolvimento da ontologia, uma vez que o mesmo ainda estava a dar início às suas investigações no domínio das ontologias e só nesta altura começava a perceber melhor todo o universo que envolve tal domínio, paralelamente precisava também investigar e perceber o domínio da avaliação de desempenho de redes, no qual o pmColNet está inserido. O cenário não era exactamente o mais apropriado pois o ideal seria já ter um conhecimento formado sobre as ontologias e as metodologias existentes, bem como ter pelo menos pensado alguns passos do método OntoScene para assim dar início à sua aplicação dentro do projecto. No entanto ainda não havia aqui muito mais além de ideias soltas do que poderia compor a metodologia. Além disso, todos os demais participantes do projecto, excepto o gestor do mesmo, ainda estavam a dar início às suas actividades e também não tinham o conhecimento formado sobre o domínio do projecto, o que dificultou o processo de colaboração no que se refere à construção da ontologia, pelo menos nesta fase inicial.

Pensou-se então em elaborar algumas questões e envia-las aos participantes via e-mail, como forma de obter mais informações sobre como os mesmos pretendiam realizar suas tarefas e que pro-

blemas estavam a encontrar, a ideia era tentar descobrir como e em que a ontologia poderia lhes ser útil. Abaixo tem-se a lista de questões e respectivas respostas de um dos membros do projecto:

“1. Member name: Jesse Wiersema

2. Member tasks: Survey on information systems for performance management, Specification of ColPMISys and Administration.

3. A brief description of member contribution in the project:

To conduct a survey on information systems for performance management in organizations and networks of organizations. The information for the survey is obtained from scientific literature. Thereafter a specification of the ColPMISys is created.

Another task is the creation and maintenance of the project information via the project website. Also a project bibliography is kept.

Finally, research activities with the group of companies are planned and organized.

4. What are the problems that can difficult the member task achievement?

Problems that might occur are the unavailability of applicable scientific literature, for the survey on information systems. Further a lack of knowledge of the Portuguese language might obstruct communication with group members and cooperating companies.”

As respostas obtidas permitiram uma melhor percepção da forma como cada membro visualizava suas tarefas. No entanto, embora não houvesse aqui a intenção de levantar muitos detalhes, as informações obtidas foram um tanto superficiais, provavelmente porque nenhum dos membros tinha ainda a noção exacta de como proceder para alcançar um resultado satisfatório na execução das tarefas que lhes foram atribuídas, o que deve-se ao facto já citado anteriormente de que também nenhum dos participantes, excepto o gestor, tinha nesta fase inicial, conhecimento suficiente sobre o domínio do projecto. O número reduzido de membros da equipa também dificultou o processo. Apesar disto, as poucas respostas foram suficientes para perceber que o trabalho de conceptualizar a ontologia seria de grande utilidade para ajudar os participantes nesta descoberta/aquisição do conhecimento sobre a avaliação de desempenho de redes.

Conforme explicado no item 4.3.2, em situações onde os envolvidos tenham um conhecimento mais apurado relativamente ao domínio do projecto e seus respectivos papéis, devem ser submetidas mais questões. Com a conclusão deste segundo experimento, passa-se agora à descrição dos experimentos realizados relativamente à terceira etapa da metodologia.

5.3.3 Experimento da etapa 3

Determinação do domínio e âmbito da ontologia e consideração da reutilização de ontologias existentes

Para realizar este experimento foram seguidas as acções descritas na secção 4.3.3, a começar pela formulação de uma lista de questões de competência. Após a leitura de diversos artigos sobre o domínio da avaliação de desempenho de redes colaborativas, foi possível elaborar um conjunto de questões, as quais foram enviadas via e-mail aos membros do projecto. O objectivo era obter um conjunto diverso de respostas, cada participante deveria responder àquelas perguntas que faziam parte de seu campo de investigação, não sendo necessário responder a todas.

As respostas enviadas foram então analisadas pelo membro criador da metodologia, juntamente com o membro perito do domínio, foi seleccionado então um conjunto de questões e respostas mais relevantes, que foram discutidas durante uma reunião com todos os participantes, onde após a concordância de todos foi possível obter uma versão inicial das informações que deverão estar presentes na base de conhecimentos da ontologia a ser construída.

Para concluir esta fase foi necessário haver um feedback de todos os membros do projecto, para que o resultado fosse o mais rico possível. A colaboração, principalmente em uma fase inicial, não é uma tarefa fácil, é preciso ser encorajada, é preciso que todos percebam a importância de sua participação. A conclusão desta etapa foi mais lenta do que o esperado, uma vez que os envolvidos ainda não tinham a compreensão necessária do domínio em questão. No entanto, uma vez concluída, todos os participantes passaram a ter uma melhor percepção acerca de algumas das questões que envolvem a avaliação de performance de redes colaborativas.

A seguir são exibidas apenas algumas das perguntas, a lista completa das questões de competência que foram formuladas encontra-se na secção de anexos.

- What are the key concepts in collaboration?
- What is a collaborative network?
- What are the evaluation levels and how to define each one?
- Why is necessary to have several evaluation levels?
- What are the benefits that an organization can have when deciding to participate of a collaborative network?
- What aspects an organization must to consider when deciding to participate on a network?

As respostas enviadas foram analisadas pelo perito do domínio em conjunto com o responsável pela condução do processo e foram posteriormente discutidas em um reunião com todos os envolvidos, onde foi escolhido um conjunto de perguntas e respostas, as quais foram publicadas no portal do projecto, assinalando o final desta terceira etapa.

Relativamente à consideração da reutilização de ontologias existentes, conforme dito na secção 4.3.3, foi considerada a existência de uma pequena ontologia informal desenvolvida no âmbito do projecto RCED. A figura abaixo ilustra o mapa que foi utilizado nos experimentos da quarta etapa. É um exemplo claro de uma das razões pelas quais se constrói uma ontologia, a partilha do conhecimento por uma comunidade de indivíduos que têm objectivos comuns.

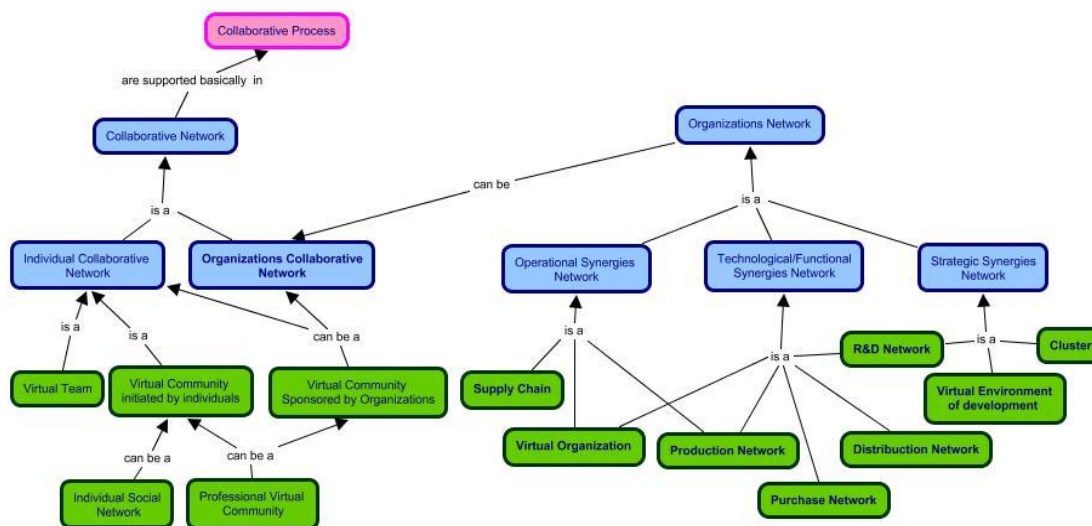


Ilustração 25 – Mapa conceptual desenvolvido no projecto RCED

A discussão conjunta sobre as questões de competência ajudou os participantes a esclarecerem e perceberem melhor o tema, no entanto antes mesmo de esta fase ser concluída, decidiu-se iniciar a próxima fase, onde os mapas conceptuais foram utilizados para dar início ao desenvolvimento da ontologia.

5.3.4 Experimento da etapa 4

Prototipagem para determinação e especificação dos termos e relacionamentos entre os termos que compõem a ontologia

A ideia nesta etapa foi aplicar a prototipagem para identificar e especificar os termos e relacionamentos entre os termos da ontologia. Para tal foi utilizada a ferramenta CmapTools.

O mapa conceptual desenvolvido pelo RCED, ilustrado na secção anterior, foi apresentado à equipa na primeira reunião que marcou o início desta etapa, assim como foi apresentada também a ferramenta CmapTools, que seria utilizada a partir de então para enriquecer o mapa e assim construir colaborativamente as próximas versões do mesmo. Durante a reunião os participantes discutiram

sobre os conceitos e relacionamentos desta primeira versão do protótipo, a seguir o responsável pela condução do processo de desenvolvimento da ontologia apresentou alguns dos conceitos pensados e esboçados através de um mind map, que serviria então de ponto de partida para a conceptualização do domínio.

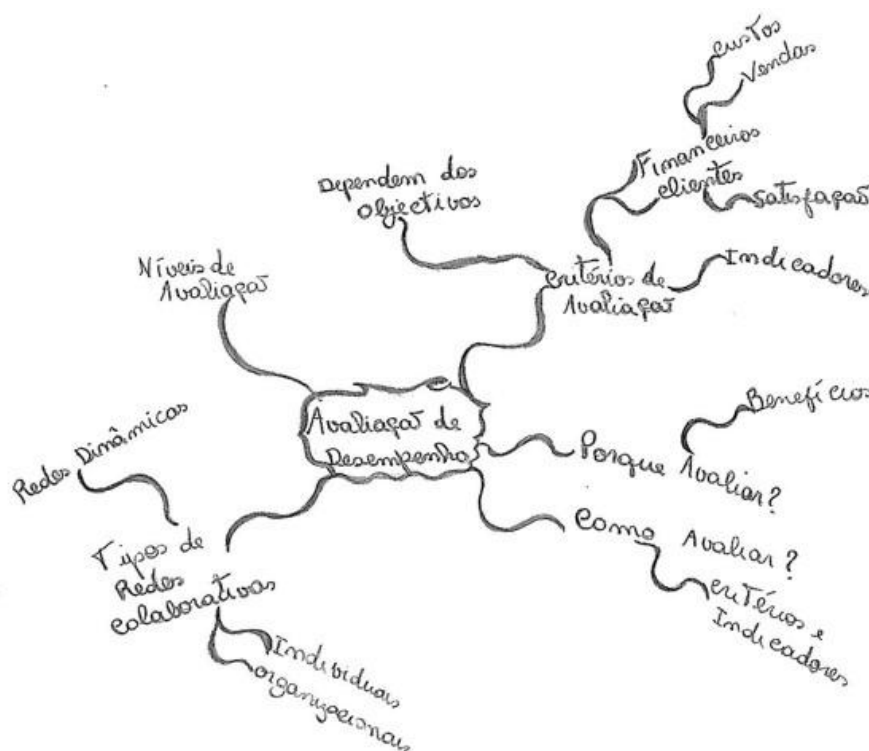


Ilustração 26 - Mind Map da avaliação de desempenho

A utilização dos mapas conceptuais é um exercício colaborativo muito interessante, inicialmente cada participante é encorajado a “pensar alto” e escrever uma lista de termos relacionados ao domínio das redes colaborativas, neste estágio não é necessário pensar nos relacionamentos ou na estrutura hierárquica, trata-se apenas de um processo criativo onde as ideias devem fluir livremente. Estamos portanto diante de uma sessão de brainstorming, a lista de termos obtida de cada participante fará parte de uma espécie de quebra-cabeças, que será montado ao longo desta e de outras sessões, através do estabelecimento de relações entre os termos em uma certa estrutura hierárquica em formato de árvore.

“In a Brainstorming session no criticism is permitted and freewheeling generation of a large number of ideas and their combination and development are encouraged. Brainstorming is founded on the associative premise that the greater the number of associations, the less stereotyped and more creative the ideas of how to solve a problem will be” (Vidal, 2007).

A estrutura de um mapa de conceitos obedece a uma hierarquia, onde os termos representam as classes de uma ontologia. De acordo com (Uschold and Gruninger 1996), há diversas possíveis abordagens que podem ser aplicadas ao se construir uma hierarquia de classes:

- Na abordagem top-down, o processo é iniciado com a definição dos conceitos mais gerais e uma subsequente especialização.
- A abordagem bottom-up inicia o processo com a definição dos termos mais específicos do domínio, são as “folhas” da árvore hierárquica, seguida de um agrupamento destas classes em conceitos mais genéricos.
- Na abordagem resultante da combinação da top-down e da bottom-up, são definidos os conceitos mais evidentes e em seguida estes são generalizados e especializados apropriadamente.

Apesar da metodologia OntoScene preocupar-se com os aspectos conceptuais e não tanto com os aspectos de modelagem de classes, subclasses, instâncias e propriedades, optou-se por considerar a abordagem top-down. Os termos obtidos anteriormente durante a sessão de brainstorming, são bons candidatos a serem classes da ontologia, nesta fase os participantes devem começar a pensar em conectar os conceitos uns aos outros em uma estrutura hierárquica. A partir daí, novos conceitos e relacionamentos serão adicionados ao mapa colaborativamente, por cada participante. Não há uma única hierarquia de classes correcta para um dado domínio, é como modelar uma base de dados, depende da maneira como o responsável pela modelagem vê a realidade a ser modelada. Neste trabalho não há uma única pessoa responsável por modelar o conhecimento e tomar decisões quanto à hierarquia de classes, mas sim um grupo constituído pelos stakeholders do projecto.

A primeira versão do protótipo foi disponibilizada no servidor do INESC Porto, para que pudesse ser acedida pelos participantes a partir de qualquer computador com acesso à Internet. O propósito era adicionar novos conceitos e relacionamentos de uma forma colaborativa, o mapa de conceitos ajuda a elicitar os termos pertencentes ao domínio e a estabelecer as relações, desta forma todos puderam contribuir para a construção de uma nova versão do protótipo.

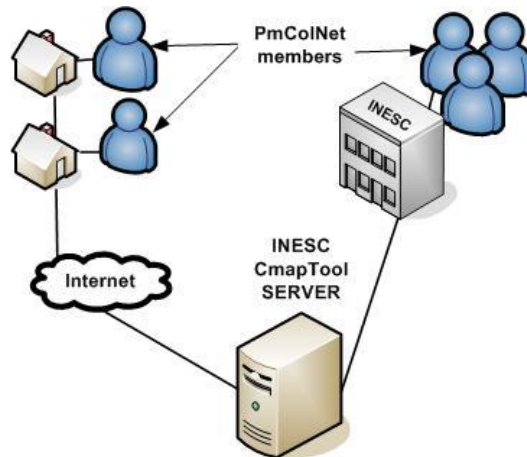


Ilustração 27 - pmColNet - processo colaborativo de construção do mapa conceptual

Dado o facto do mapa conceptual estar disponível no INESC Server, os membros do projecto puderam construí-lo passo-a-passo e estrutura-lo a medida que ganhavam mais conhecimento sobre o domínio. Foi criada também uma lista de discussão, conforme pode ser visto na figura abaixo, onde os participantes podiam trocar ideias, partilhar suas experiências e discutir sobre cada tópico do mapa.

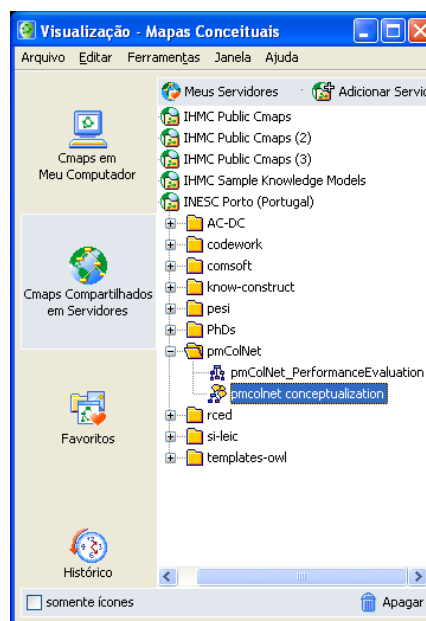


Ilustração 28 - Visualização da lista de mapas conceptuais no servidor INESC Porto

Os participantes podiam armazenar uma cópia local do mapa e fazer nesta cópia as alterações que julgassem convenientes. Tal cópia poderia ser disponibilizada no servidor do INESC, para que todos pudessem discutir a respeito das alterações sugeridas pelo membro, quer através da lista de discussão, quer durante as reuniões do projecto, onde era decidido quais modificações deveriam fazer parte da versão original do mapa. Nesta fase de negociação, onde eram realizados ajustes e adição de novos conceitos, é essencial a participação de um perito no domínio, neste caso o gestor do pmColNet, que tinha também a função de um moderador. Ao final de cada reunião era gerada uma nova versão do mapa conceptual. A figura abaixo ilustra parte do mapa de conceitos construído colaborativamente.

Cada termo e cada relacionamento foram devidamente discutidos e negociados antes de fazerem parte da estrutura do mapa. Ao navegar pelos conceitos, o utilizador deve ser capaz de perceber o domínio e as questões envolvidas, o mapa deve ser capaz de transmitir conhecimento.

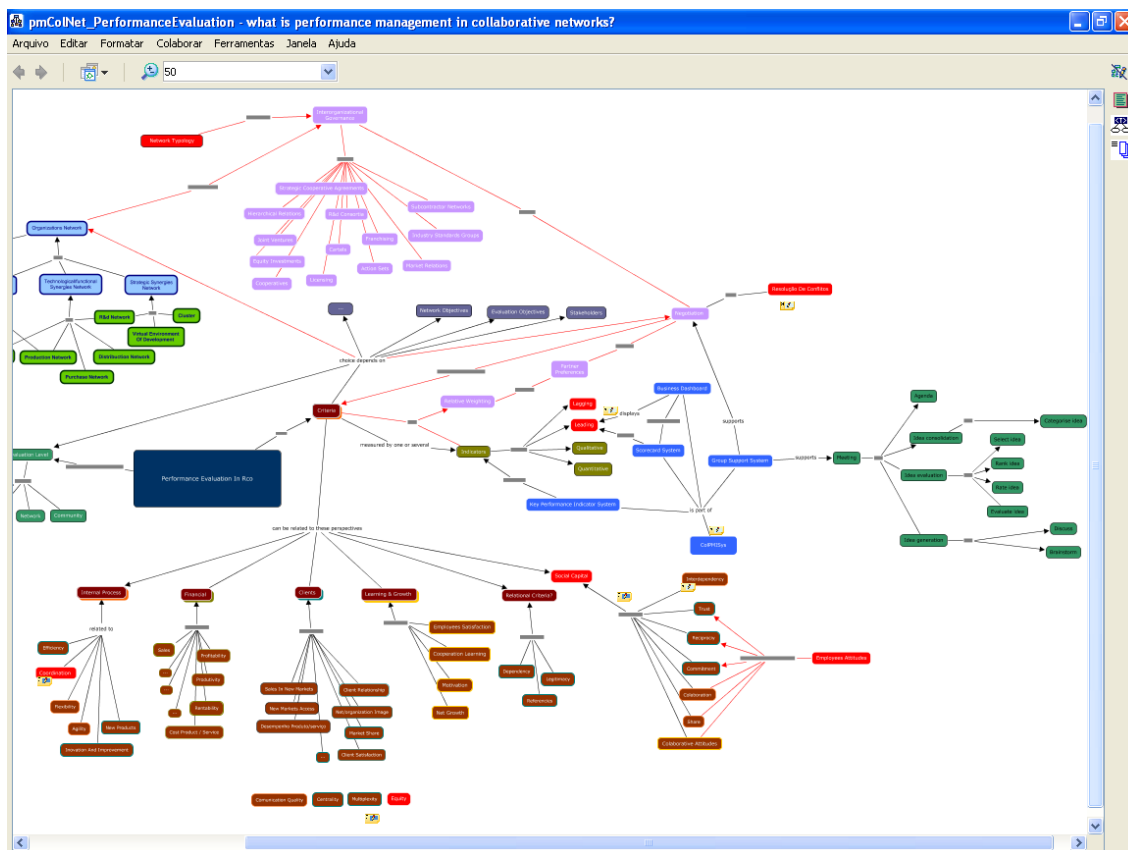


Ilustração 29 - Mapa conceptual da avaliação de desempenho de redes colaborativas

5.3.5 Experimento da etapa 5

Cenários para eliciação, negociação e avaliação das funcionalidades a serem providas pela ontologia

A um dado ponto de adiantamento da quarta etapa já era altura de ser iniciada a quinta, uma vez que ambas poderiam correr em paralelo. Conforme explicado no item 4.3.5, esta etapa da metodologia OntoScene preocupa-se com as funcionalidades que serão providas pela ontologia e como tal, recorre a práticas da Engenharia de Requisitos para elicitar tais funcionalidades, nomeadamente a utilização de Cenários como forma de apresentar aos utilizadores, situações do mundo real onde enquadrar-se-ão essas funcionalidades. Das diversas maneiras de se aplicar esta técnica, foi escolhida a prática de storytelling para representar os cenários. As histórias deverão abordar as necessidades dos utilizadores, que por sua vez serão supridas pelas funcionalidades providas pela ontologia.

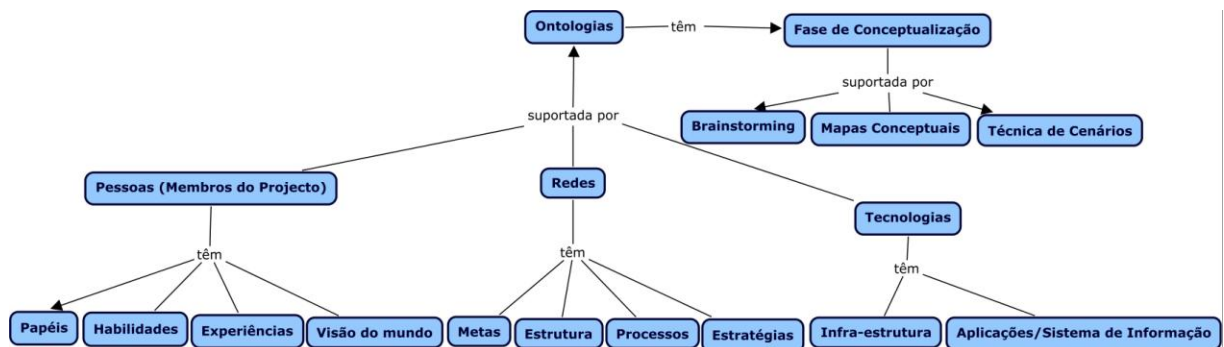


Ilustração 30 - Mapa conceptual dos 3 componentes que suportam uma rede

O papel da ontologia deste projecto é de certa forma conciliar os três componentes do mapa acima: Pessoas, Redes e Tecnologias. A fase de conceptualização conta com os mapas, que ajudam os participantes a terem uma melhor percepção do domínio e desta forma conseguem visualizar melhor os seus papéis dentro do projecto e como poderão alcançar suas metas. A participação dos stakeholders é um processo de comunicação que visa partilhar o conhecimento, todavia esse processo só será efectivo se houver um contexto onde as pessoas possam ver elas próprias inseridas, e então conseguirão compreender uns aos outros e comunicar.

De acordo com (Vidal, 2007), há diversos mitos a respeito da criatividade, como por exemplo “ou se nasce criativo, ou não”, ou “criatividade é um processo solitário”, ou ainda “os artistas são criativos enquanto os cientistas são racionais”. Entretanto as investigações realizadas nesta área provaram que a realidade não é bem assim, a criatividade deve ser estimulada, encorajada, e quando assim o é, pode ser aplicada em diversas situações para solucionar os mais diversos tipos de problemas. Relativamente ao projecto pmColNet, a esta altura o mapa conceptual estava já bastante desenvolvido e estruturado, era chegada a altura de dar início à elicitação dos aspectos funcionais da ontologia, no entanto há muitos detalhes que precisam ser considerados quando se está a conceptualizar um domínio tão complexo como é o domínio da avaliação de desempenho de redes colaborativas, e certamente o uso da criatividade é de grande ajuda nesta fase.

OntoScene é uma metodologia colaborativa e criativa. Colaborativa porque todo o processo de construção da ontologia é feito com a participação de toda a equipa, cada termo adicionado, cada relacionamento modificado, cada decisão tomada, tudo é realizado em conjunto e todos os passos contam com o apoio, comprometimento e feedback de cada membro da equipa. Criativa porque apesar de ser constituída por etapas bem definidas, onde os passos devem ser seguidos de acordo com a ordem estabelecida, há nesta metodologia uma forte dose de criatividade, na qual reside sua porção mais inovadora e sem a qual não é possível concluir o processo. OntoScene acredita que cada domínio a ser conceptualizado no âmbito de um determinado projecto, ainda que já tenha sido alguma vez conceptualizado em outro projecto, certamente terá características únicas e diferenciadas, porque os stakeholders serão outros, com outras necessidades e diferentes maneiras de verem ou de perceberem o domínio em questão. Ao fazer esta consideração, a metodologia entende que é fundamental capturar da forma mais

precisa possível tais percepções e necessidades, pelo que adopta a técnica de cenários como forma de o fazer e aplica tal técnica de maneira criativa com o objectivo de estimular a imaginação dos stakeholders. A execução desta etapa da metodologia em um determinado projecto jamais acontecerá de forma idêntica quando esta for executada em outro projecto, ainda que o domínio seja o mesmo, afinal os cenários serão outros. Portanto o responsável pelo desenvolvimento da ontologia terá que usar toda sua criatividade, principalmente nesta fase além de também ter que estimular a criatividade da equipa.

Foi decidido que a aplicação dos cenários através da técnica storytelling seria uma boa maneira de encorajar e estimular a criatividade dos participantes do projecto, uma forma de fazê-los “entrar” nas histórias e imaginar as funcionalidades apresentadas, assim como avaliar se estas iam de encontro às suas necessidades, fazer com que eles discutissem entre si sobre as questões envolvidas, que fossem capazes de abstrair as questões técnicas e avaliar os conceitos e os objectivos que se pretendia alcançar com a ontologia.

A técnica storytelling é uma arte, uma forma de estimular o pensamento porque conta uma história concreta, onde há uma interacção entre o utilizador e um sistema. A ferramenta escolhida para apresentar as histórias foi o Microsoft PowerPoint, por ser esta uma aplicação bastante simples, mas com funcionalidades atractivas e que no entanto não exigem muito esforço. As histórias são construídas em slides, onde cada slide representa uma cena que fala sobre uma necessidade da personagem e sobre como uma determinada funcionalidade irá atender a tal necessidade.

“The creative process may be considered as a new way of seeing, a different point of view, an original idea or a new relationship between ideas. It is the way or manner in which a problem is solved” (Vidal, 2007).

A seguir serão apresentados os slides que foram exibidos durante um workshop realizado com os membros do pmColNet. A intenção deste workshop foi fazer com o que os participantes entrassem no universo da personagem e pensassem nas questões que ele expõe, fornecendo um feedback quanto às funcionalidades sugeridas, contribuindo com críticas e sugestões de modificações ou possíveis novas funcionalidades.

Storytelling 1

No contexto de um projecto no qual a equipa que dele faz parte deve trabalhar em colaboração para executar suas tarefas e para alcançar os objectivos estabelecidos, é importante criar um vocabulário único e viabilizar uma forma de partilhar e armazenar de maneira estruturada, as informações e o conhecimento adquirido. É certo que os participantes do projecto precisam realizar actividades de investigação acerca do domínio em questão e é certo também que a existência de uma ontologia neste domínio facilitará a comunicação e ajudará os stakeholders a realizarem suas tarefas, uma vez que podem prover funcionalidades como a que será apresentada a seguir.

Scenario 1

- Title: Looking for information
- Date: 07-05-2008
- Goal: facilitate the search for information pertaining to domain through a hierarchical list of related concepts and related documents
- Context: pmColNet project content
- Actors: pmColNet team
- Pre-Condition: the user must be logged in the pmColNet project portal
- Task description: the user wants visualize a tree of the concepts related to a specific term and then, get a list of the content related to the selected term.

Na primeira história apresentada, a personagem, que representa um membro da equipa do pmColNet, expõe sua necessidade de encontrar informações relativas aos critérios que são aplicados para avaliar a performance de uma rede e que seria interessante se houvesse uma estrutura hierárquica através da qual ela conseguisse analisar os conceitos e obter alguns documentos referentes ao assunto em questão.

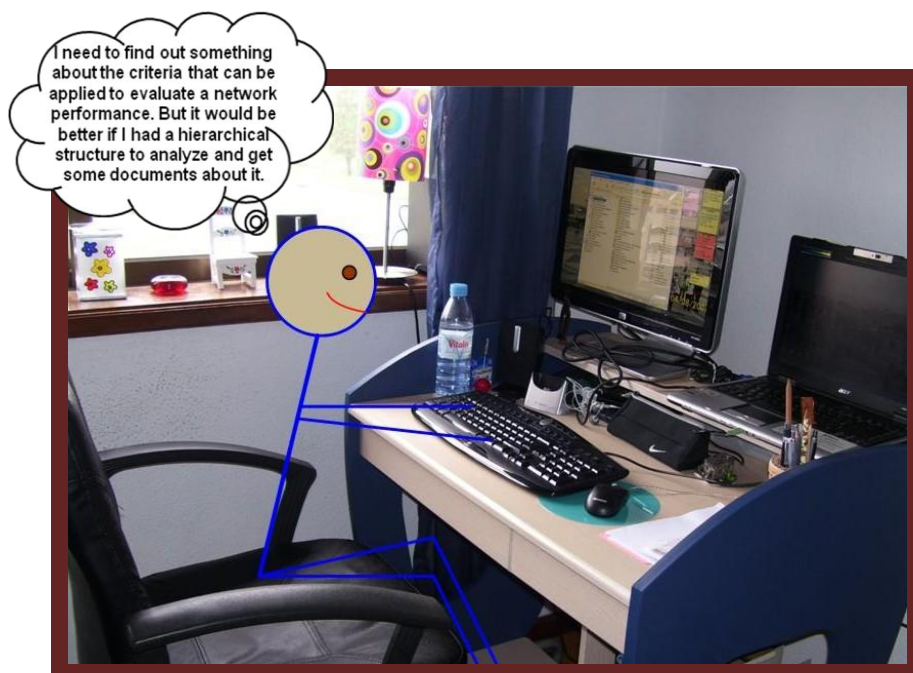


Ilustração 31 - Storytelling 1 - cena 1

Logo a personagem lembra-se que há uma ontologia implementada no portal do projecto, e que talvez através desta ontologia seja possível encontrar as informações que precisa.

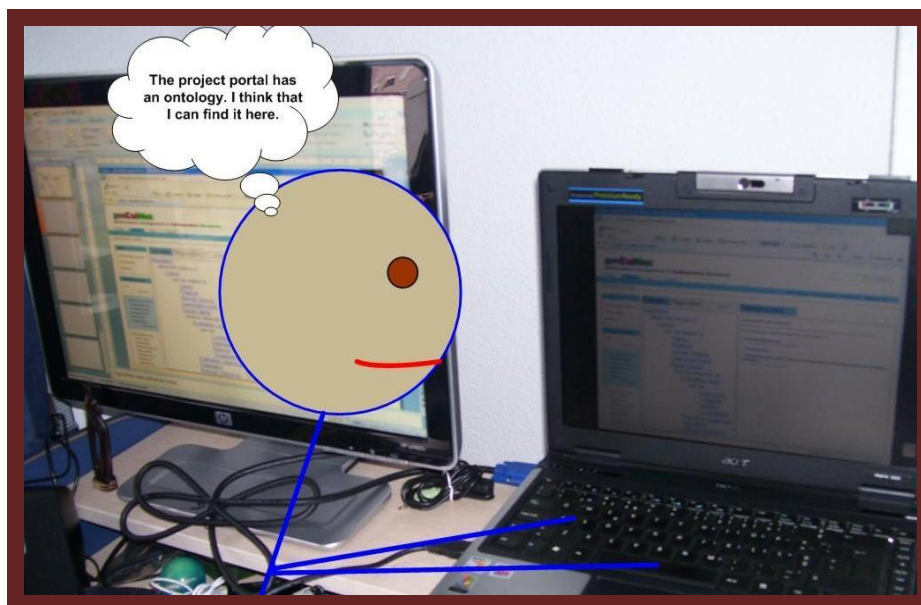


Ilustração 32 - Storytelling 1 - cena 2

No portal, a personagem encontra uma funcionalidade que, segundo instruções, tem o objectivo de facilitar a navegação pelos termos que compõem o contexto do projecto, através de uma estrutura de lista hierárquica, no formato de um ficheiro xml, esta lista será no entanto restrita aos termos directamente relacionados ao conceito digitado na caixa de textos *Concept*, onde a personagem deverá digitar o termo “performance criteria” e a seguir clicar no botão *search*.



Ilustração 33 - Storytelling 1 - cena 3

Finalmente a personagem descobre o que precisa, a ontologia lhe mostra os termos que estão directamente ligados ao conceito “*Performance Criteria*”, bem como o tipo de relacionamento que liga tais termos (“*can be*” e “*are measured by*”), desta forma o utilizador consegue extrair o conhecimento que envolve os tipos de critérios que, segundo a ontologia, são aplicados para medir o desempenho das redes, e também quais os indicadores que são utilizados para fazer a medição de tais critérios. Além disso, no painel à direita do ecrã é exibida uma lista de documentos em cuja lista de *keywords* está presente o conceito “*Performance Criteria*”.

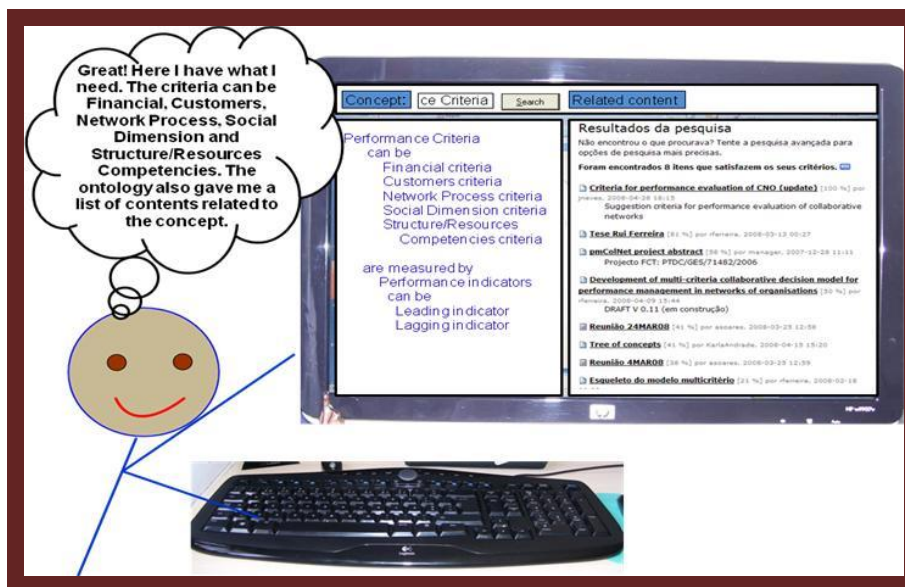


Ilustração 34 - Storytelling 1 - cena 4

A seguir a personagem explica que é possível clicar, por exemplo, no termo “*Performance indicators*” e automaticamente o painel à direita do ecrã, cujo título é “*Related content*”, passa a mostrar a lista de documentos referentes ao novo termo seleccionado.

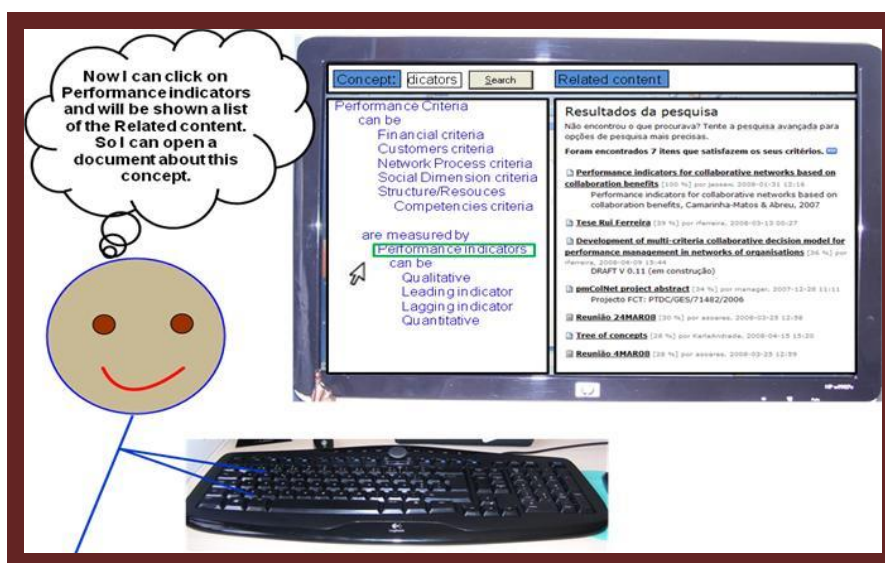


Ilustração 35 - Storytelling 1 - cena 5

Com isso é possível seleccionar um documento da lista, que será automaticamente aberto no ecrã do utilizador.

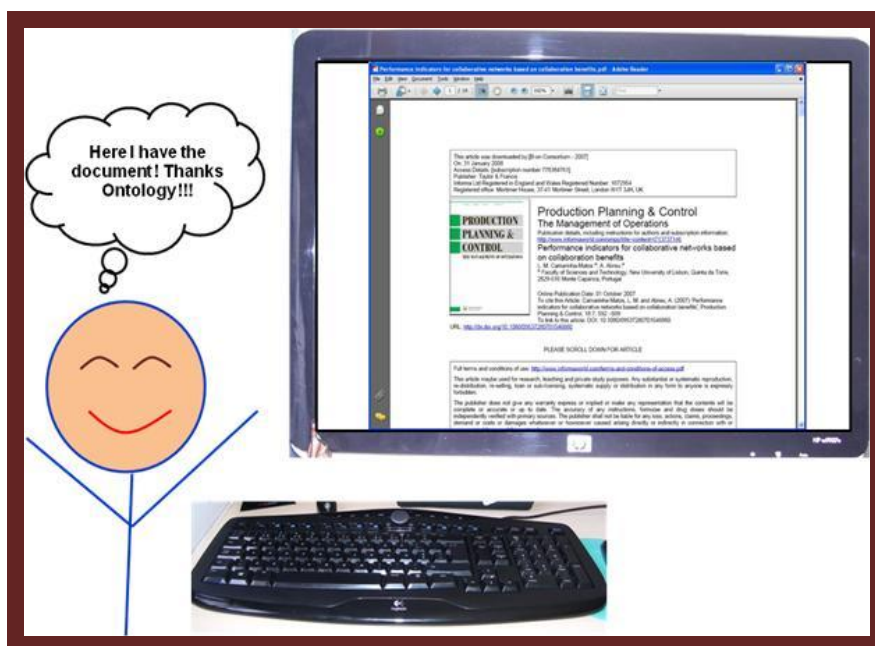


Ilustração 36 - Storytelling 1 - cena 6

Storytelling 2

É possível que, quer no pmColNet, quer em qualquer outro projecto, a uma dada altura do curso dos trabalhos seja necessário adquirir um novo participante. Caso isso aconteça, o novo membro da equipa terá uma certa desvantagem em relação aos demais, dado que não participou do processo desde o início e assim poderá não ter a mesma percepção que os demais participantes acerca do domínio, podendo fazer interpretações ambíguas ou ter dificuldades em encontrar as informações que necessita. A funcionalidade apresentada no cenário abaixo pretende evitar que tal situação aconteça e permitir que o novo participante possa cumprir suas tarefas de uma forma mais eficaz. Apesar de o cenário abordar uma situação em que a necessidade parte de um novo membro da equipa, a funcionalidade é também perfeitamente aplicável e útil para qualquer stakeholder, inclusive os futuros utilizadores do sistema de informação a ser desenvolvido.

Scenario 2

- Title: looking for concepts definition, related concepts and related content
- Date: 07-05-2008
- Goal: enable the knowledge sharing, avoid ambiguous interpretation, facilitate the search for information
- Context: pmColNet project content
- Actors: pmColNet team
- Pre-Condition: the user must be logged in the pmColNet project portal
- Task description: a new pmColNet member needs to obtain some knowledge about a particular concept and get a list of the related content

A segunda história aborda uma situação onde o pmColNet adquire um novo participante, que precisa escrever algo sobre os níveis de avaliação das redes. A intenção aqui é mostrar que a ontologia pode ser bastante útil em uma situação como esta, onde um novo membro precisa obter informações sobre o domínio em questão. A ontologia funciona neste caso como um repositório de conhecimento, onde é possível aprender ao navegar pelo seu conteúdo, através das funcionalidades implementadas no portal do projecto.



Ilustração 37 - Storytelling 2 - cena 1

A personagem explica que há uma ontologia que foi implementada no âmbito do projecto e que esta foi conceptualizada através de um mapa de conceitos, que foi construído colaborativamente por todos os membros.

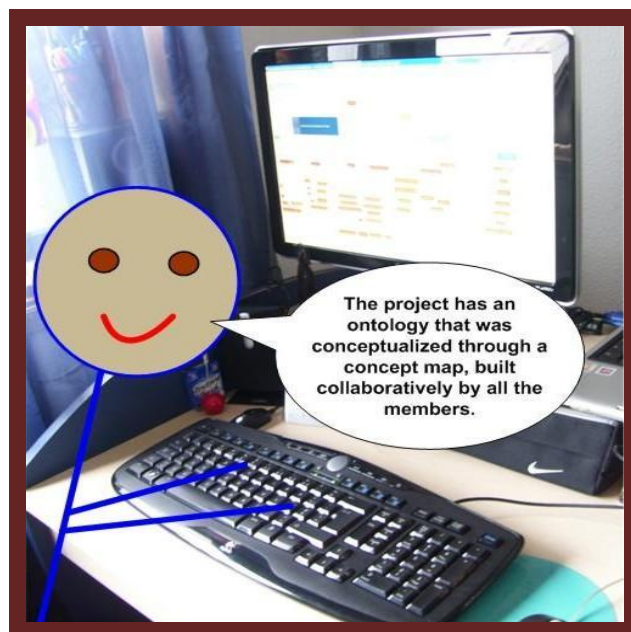


Ilustração 38 - Storytelling 2 - cena 2

A seguir a personagem visualiza o mapa conceptual e diz que o mesmo lhe fornece uma estrutura hierárquica através da qual é possível navegar pelos termos e seguir os relacionamentos existentes entre tais termos, o que lhe dá a percepção do significado de cada conceito e conseqüentemente uma percepção global do domínio em questão.

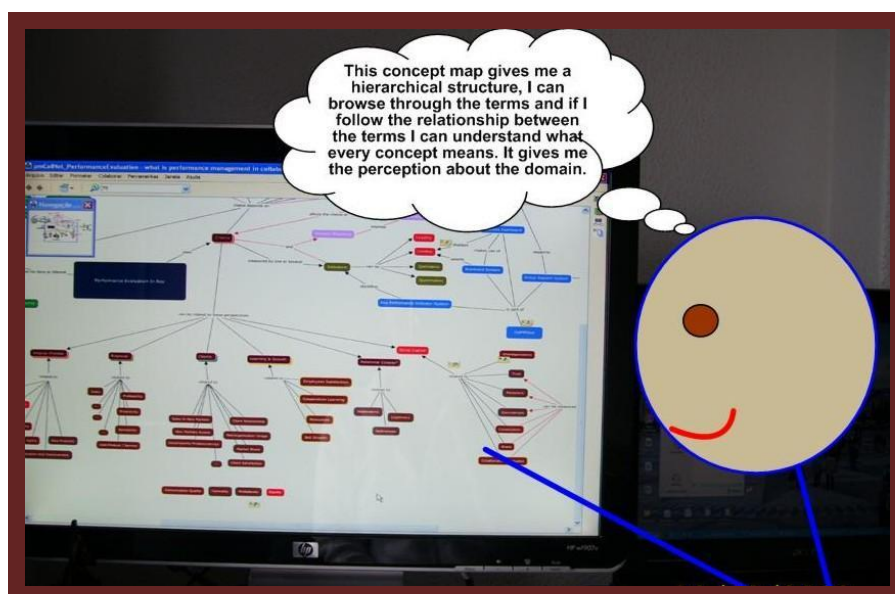


Ilustração 39 - Storytelling 2 - cena 3

A nova funcionalidade apresentada na figura abaixo, permite que a personagem insira um conceito na caixa de textos “*Concept*” e ao clicar no botão “*Search*”, será apresentada uma definição do termo, assim como os termos relacionados.



Ilustração 40 - Storytelling 2 - cena 4

Ao digitar o termo “*Evaluation Level*”, é possível obter sua definição, conceitos directamente relacionados e uma lista de documentos que possuem o termo em sua lista de *keywords*.

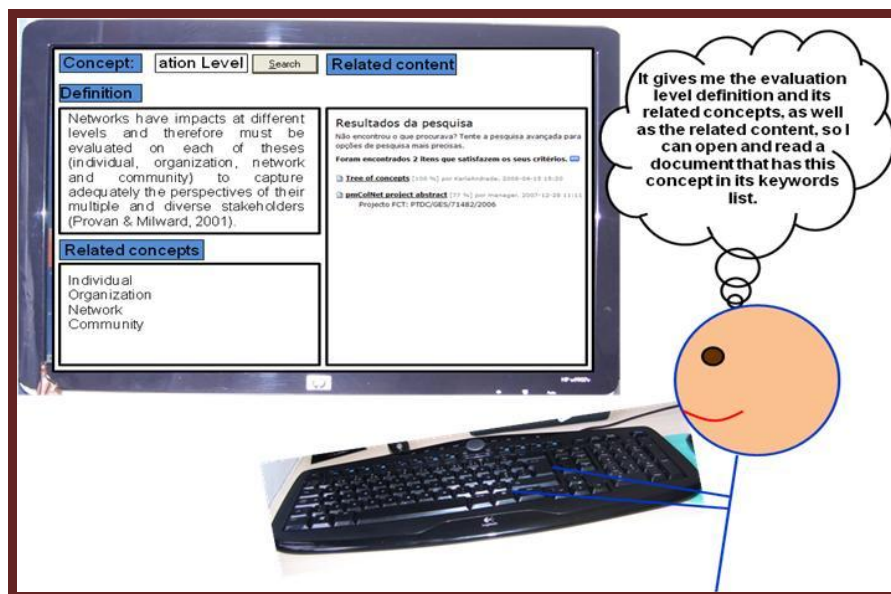


Ilustração 41 - Storytelling 2 - cena 5

Um dos objectivos da ontologia é evitar que haja interpretações ambíguas acerca de um dado conceito. A funcionalidade apresentada responde à tal necessidade, uma vez que, ao ler a definição, o participante sabe que está a obter a mesma interpretação que todos os demais membros devem ter.



Ilustração 42 - Storytelling 2 - cena 6

A funcionalidade também permite que, ao clicar em um dos termos relacionados ao termo anteriormente digitado, a secção “*Definition*” passe automaticamente a exibir a definição deste novo termo seleccionado, assim como a secção “*Related Content*” também reflecta esta mudança e apresente a lista de documentos relacionados ao novo termo.

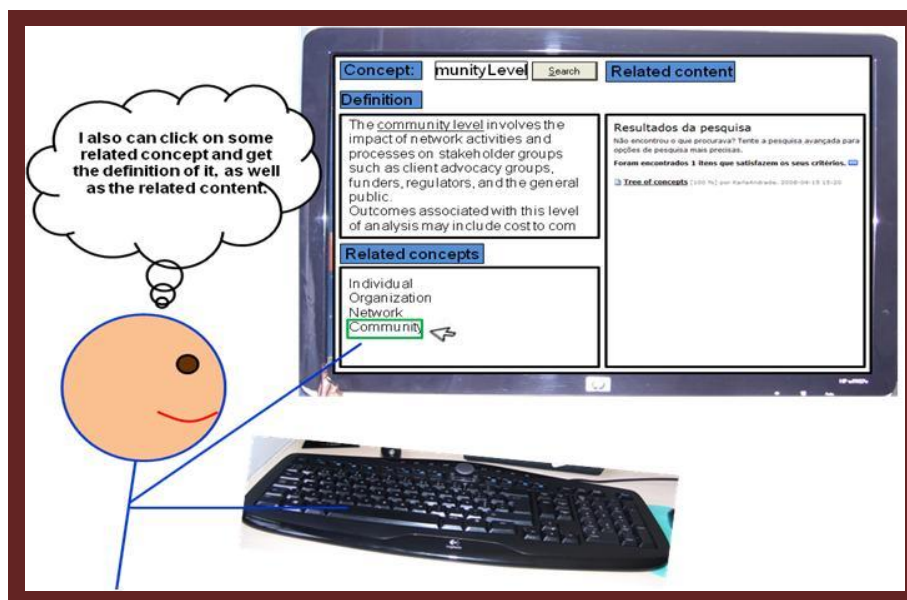


Ilustração 43 - Storytelling 2 - cena 7

5.3.6 Experimento da etapa 6

Elaboração e publicação de um documento final

Relativamente à sexta etapa da metodologia OntoScene, conforme explicado na secção 4.3.6, a publicação final das funcionalidades escolhidas para serem implementadas no sistema, marcam a conclusão do processo. Com isso, deve-se proceder com a elaboração e publicação de um documento final que contemple de uma forma sintetizada todo o trabalho que foi realizado em cada uma das etapas da metodologia; as decisões tomadas, as dificuldades encontradas, os resultados observados, as metas alcançadas, enfim, todos os passos que conduziram à última etapa do método. Dado que a conclusão da aplicação da metodologia não implica na conclusão do projecto, uma vez que o mesmo continua e no caso do pmColNet ainda levará 1 ano para ser finalizado, tal documento final representa parte da documentação do próprio projecto e pode ser de grande utilidade para futuras decisões, futuros novos membros e certamente para aquele ou aqueles que serão responsáveis pela implementação das funcionalidades do sistema de informação que resultará das investigações aqui realizadas.

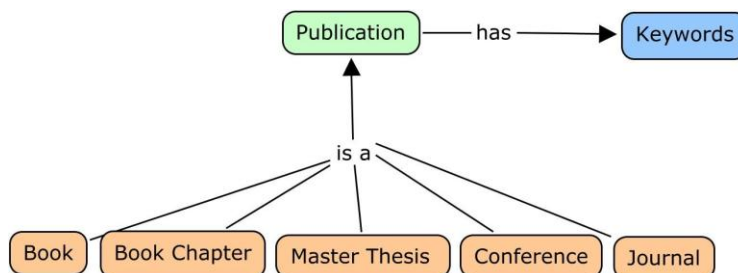
No caso particular deste trabalho, não é necessário aqui apresentar o experimento da sexta etapa, uma vez que o documento seria constituído exactamente por uma síntese do que foi relatado nos capítulos 4 e 5, seria portanto redundante explicitar o experimento da sexta etapa do método. Passamos então para a próxima secção, que apresenta os resultados observados relativamente à aplicação da metodologia OntoScene.

5.4 Análise dos Resultados e Considerações sobre a Aplicação da Metodologia

A primeira fase do workshop foi a apresentação das duas histórias, que retratam duas diferentes funcionalidades que podem ser providas pela ontologia e implementadas no portal do projecto, cujo objectivo é facilitar a navegação pelo conteúdo referente ao domínio pertencente ao âmbito do pmColNet e obter o conhecimento necessário para perceber as questões envolvidas; A segunda fase foi obter o feedback dos participantes quanto às funcionalidades apresentadas e os resultados observados foram:

- Todos concordaram que a técnica de storytelling utilizada os ajudou a visualizar as possíveis funcionalidades a serem implementadas de uma maneira clara e objectiva, uma vez que foram apresentadas as razões pelas quais tais funcionalidades foram sugeridas, o contexto no qual podem ser úteis e os resultados que podem ser alcançados com as mesmas.
- A forma divertida como as histórias foram apresentadas criou um ambiente de descontração que estimulou a imaginação e encorajou a participação de todos os membros, obtendo assim o sucesso desejado quanto ao objectivo de validar o uso desta técnica para representação dos cenários.

- Ao “entrarem” nas histórias, os participantes puderam imaginar e sugerir novas possíveis funcionalidades. Uma das sugestões foi a de que a ontologia fosse capaz de identificar, de acordo com o tipo de publicação, o conteúdo referente aos documentos produzidos e armazenados na base de dados do projecto, como uma maneira de fazer pesquisas mais específicas. A figura abaixo ilustra este exemplo, embora haja a necessidade de refina-lo.



Após uma análise crítica da aplicação da metodologia, chegou-se a conclusão que a mesma reúne as características e qualidades necessárias para condução de um processo de construção colaborativa de uma ontologia. Entretanto alguns factores desfavoreceram seu potencial, nomeadamente a quantidade reduzida de pessoas envolvidas, a complexidade do domínio, mas principalmente em razão da mesma ter sido desenvolvida paralelamente ao desenvolvimento do projecto, além do facto de que os participantes estavam demasiadamente comprometidos com o desenvolvimento de suas dissertações e apesar de terem colaborado em todos os passos da metodologia, não lhes foi possível dedicar o tempo e esforço necessários para que resultados mais eficazes pudessem ter sido alcançados, principalmente no que diz respeito à quinta etapa do método.

Apesar dos obstáculos citados acima, de uma forma geral os resultados obtidos foram positivos e mostraram que a metodologia OntoScene cumpre a proposta de ser uma metodologia colaborativa e criativa para construção de ontologias e possui determinados aspectos particulares que a diferem das demais metodologias colaborativas existentes, nomeadamente o facto de considerar as funcionalidades que a ontologia poderá prover e o uso da criatividade na aplicação da técnica de cenários, que tem o objectivo de elicitar tais funcionalidades. Ao fazermos uma breve comparação é possível constatar que, a metodologia CO₄, por exemplo, também apresenta uma preocupação quanto a obtenção do consenso entre os participantes, embora faça uso de diferentes meios para alcançá-lo, um tanto formais e complexos, enquanto OntoScene trata esta questão de uma maneira mais informal, através de reuniões e listas de discussão, onde o gestor do projecto exerce a função também de moderador. (KA)² dá ênfase a um processo colaborativo onde há um esforço conjunto, os envolvidos estão separados geograficamente e fazem uso da Web para partilhar informações, assim como acontece no método OntoScene, embora não haja aqui a divisão dos envolvidos por grupos. DILIGENT será certamente a metodologia que mais se assemelha à OntoScene, uma vez que preocupa-se com o utilizador e com o uso que ele fará da ontologia, no entanto também aplica processos bastante formais e divisões de papéis (utilizadores, peritos do domínio, engenheiro de ontologia e engenheiro de conhecimento).

Nenhuma das metodologias no entanto aborda os aspectos relacionados às funcionalidades que poderão ser providas por uma ontologia e nem à eliciação das necessidades dos utilizadores através de técnicas que estimulam a criatividade e a imaginação dos envolvidos, como a técnica de cenários.

As dificuldades encontradas e uma conclusão mais profunda dos resultados deste trabalho serão apresentadas no próximo capítulo.

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusões

A construção de uma ontologia não é uma tarefa simples e há diversos factores que precisam ser considerados durante o processo de desenvolvimento para que seja obtido o êxito pretendido, ou seja, para que a ontologia resultante consiga ser uma representação clara de um determinado domínio do conhecimento, e para que também consiga atender aos propósitos para os quais foi construída, que seja capaz não apenas de organizar e estruturar o conhecimento em um dado domínio, mas também de transmitir e partilhar esse conhecimento, beneficiando assim seus stakeholders. Para que tudo isso seja possível, é fundamental adoptar uma metodologia que guie todo o processo de desenvolvimento, caso contrário os resultados podem ser falhos. As ontologias construídas colaborativamente têm muito mais probabilidades de serem bem sucedidas em seus desígnios, uma vez que resulta de um processo que conta com a diversidade de pensamentos, ideias e conhecimentos dos vários participantes envolvidos.

A necessidade de desenvolver softwares cada vez mais complexos e de uma forma mais ágil, fez aumentar conseqüentemente a necessidade de realizar mais investigações nesta área, no sentido de criar metodologias mais ajustadas à realidade do mercado de software e dos futuros utilizadores desses sistemas. As técnicas desenvolvidas pela engenharia de requisitos podem ser aplicadas não apenas neste âmbito, mas serem estendidas ao desenvolvimento de ontologias. O crescimento de um mercado de software globalizado fez crescer também a necessidade de se criar ferramentas e metodologias que permitissem aos desenvolvedores trabalharem em um mesmo projecto, ainda que separados geograficamente, nascendo assim o conceito de desenvolvimento colaborativo de software, que também é perfeitamente aplicável e pertinente ao desenvolvimento de ontologias.

A percepção da possibilidade de se aplicar técnicas utilizadas pela Engenharia de Requisitos no desenvolvimento de ontologias, surgiu de uma outra percepção que nasceu com o crescimento da Web Semântica, a de que cada vez mais cresce a necessidade de se construir ontologias pequenas e contextualizadas, de uma forma rápida e que possam ser desenvolvidas por engenheiros de software/analistas de sistema e não por especialistas em desenvolvimento de ontologias. A Engenharia de Requisitos pode contribuir fortemente nesse processo, uma vez que faz uso de técnicas comprovadamente eficazes para elicitar, analisar, negociar e validar os requisitos de um sistema a ser construído; e tais aspectos devem ser considerados ao se construir uma ontologia.

Assim como na Engenharia de Software é preciso que sejam adoptadas técnicas que conduzam o processo de desenvolvimento de sistemas; assim também o é quando falamos em construção de ontologias. Sem a adopção de uma metodologia todo o processo e o resultado do mesmo, ou seja, o produto final, estaria seriamente comprometido e até mesmo propenso ao fracasso.

Ao longo deste trabalho foi realizado um estudo exaustivo das metodologias existentes e foi observado que, mesmo naquelas que consideram a construção colaborativa e preocupam-se com a obtenção do consenso entre os envolvidos no processo, há diversos aspectos que não são ponderados, como por exemplo a elicitação das funcionalidades que poderão ser providas por uma ontologia. Buscou-se então neste trabalho desenvolver uma metodologia que considerasse os aspectos colaborativos e criativos, que podem ajudar e guiar o processo de construção de uma ontologia, fazendo uso para tal de técnicas comprovadamente eficazes da Engenharia de Requisitos, nomeadamente a técnica de cenários, como forma de construir uma ontologia que seja capaz de atender às necessidades dos stakeholders, sejam eles os membros do pmColNet, ou os futuros utilizadores do sistema resultante do projecto.

É também considerado neste trabalho que uma ontologia não existe por si só, é parte (as vezes apenas potencialmente) de um produto de software e como tal, o processo de desenvolvimento deve considerar aspectos como a elicitação dos requisitos que representam as funcionalidades que a ontologia poderá prover e que por sua vez farão parte deste sistema. O levantamento desses requisitos não é uma tarefa trivial, há diversas dificuldades inerentes ao processo, é preciso que seja utilizada uma metodologia e que esta considere o ponto de vista dos stakeholders e aplique técnicas que sejam capazes de capturar suas reais necessidades, uma vez que é comum estes terem a ideia exacta do que precisam, mas encontrarem dificuldades em expressar tais necessidades de maneira clara e correcta. Por outro lado pode haver casos em que o utilizador tem apenas ideias vagas quanto ao que precisa e neste caso é imprescindível ajuda-lo a descobrir tais necessidades.

Há portanto uma estreita relação entre a Engenharia de Requisitos e a Engenharia de Ontologias, esses dois campos cada vez mais fundem-se em um só, uma vez que o futuro aponta para um crescente desenvolvimento de aplicações enriquecidas semanticamente.

Para desenvolver a metodologia OntoScene foram considerados todos os aspectos citados acima, que produziu como resultado um método colaborativo e criativo constituído de 6 etapas, onde os participantes são envolvidos desde o início dos trabalhos. O projecto pmColNet foi o objecto de estudo para a aplicação da metodologia e os resultados obtidos permitiram valida-la positivamente, embora alguns factores tenham de certa forma desfavorecido o seu potencial.

Uma das condições que dificultou a aplicação da metodologia foi o número resumido de membros na equipa do projecto, o que reduziu consequentemente a diversidade de ideias, opiniões e conhecimentos que se pretendia obter; também é um facto que nenhum dos participantes, excepto o gestor do projecto, conhecia o domínio da avaliação de performance das redes, causando um certo atraso no progresso das actividades pertinentes a cada etapa. Além disso, outras questões complicaram o processo e talvez a mais grave deva-se ao facto da metodologia ter sido desenvolvida paralelamente ao desenvolvimento do projecto, quando o ideal seria ter-se todas as etapas bem definidas antes do início das actividades do pmColNet, o que certamente produziria resultados mais eficazes. A complexidade do domínio também deve ser aqui mencionada, inicialmente havia a intenção de usar a técnica de cenários para ajudar no passo da conceptualização da ontologia, paralelamente ao uso dos mapas concep-

tuais, como uma maneira de ajudar os participantes a descobrirem novos termos; no entanto, dado o nível de abstracção trabalhado não foi possível desenvolver essa ideia, ficando os cenários restritos ao âmbito da elicitação das funcionalidades que poderão ser providas pela ontologia.

Apesar de ter sido possível validar a metodologia OntoScene através da análise feita dos resultados alcançados, tal validação não foi realizada com a eficácia desejada. Essa impossibilidade deve-se ao facto do projecto pmColNet ainda não ter sido concluído, o que significa que o sistema de avaliação de desempenho ainda não foi desenvolvido, consequentemente não houve implementação das funcionalidades levantadas e elicidadas com a técnica de cenários. É importante portanto acompanhar a finalização do projecto.

Contudo, OntoScene mostrou ser uma metodologia promissora e com grande potencial. O propósito de se construir uma metodologia colaborativa e criativa para o desenvolvimento de ontologias foi bem sucedido, assim como, em uma análise geral, foram bem sucedidos os resultados obtidos com este trabalho, uma vez que ficou provado os benefícios que podem ser acrescidos à uma metodologia que faz uso das técnicas da Engenharia de Requisitos, principalmente ao considerarmos que o desenvolvimento de uma ontologia é comprovadamente uma actividade que compete aos engenheiros de software/analistas de sistemas e não aos peritos do domínio, uma vez que estes podem não ter a sensibilidade para considerar aspectos indispensáveis, como aqueles ligados à elicitação e à importância que deve ser dada ao ponto de vista dos stakeholders, porque em uma análise final, são eles que irão medir a qualidade, usabilidade, adequação e eficácia da ontologia produzida. Conclui-se portanto que, apesar das dificuldades encontradas durante o processo, este trabalho atingiu o seu objectivo principal, e pôde assim responder à pergunta de investigação que propôs. Obviamente que para assegurar o nível de adequação e eficácia desejado, será preciso realizar mais testes e ajustes na metodologia proposta; neste sentido a próxima secção apresentará em mais detalhes os trabalhos futuros que pretende-se realizar.

6.2 Trabalhos Futuros

A secção anterior apresentou as conclusões obtidas do trabalho realizado, que apesar de positivas, mostraram que há necessidade de ajustes e refinamentos. Para tal, trabalhos futuros precisam ser efectuados no sentido de melhor garantir e justificar a eficácia da metodologia OntoScene. Neste sentido, como uma primeira acção a ser tomada, pretende-se dar continuidade aos trabalhos realizados no âmbito do projecto pmColNet, acompanhar o andamento das tarefas a serem executadas e principalmente acompanhar a implementação do sistema de avaliação de desempenho, e obviamente das funcionalidades descobertas e apresentadas na secção 4.3.5. Todavia, há também a intenção de se tentar descobrir mais funcionalidades que possam trazer benefícios ao produto final.

Além do acompanhamento dos trabalhos a serem realizados no pmColNet, existe também a intenção de se experimentar a aplicação da metodologia OntoScene em outros projectos, com diferentes domínios a serem conceptualizados e que envolva um número maior de participantes; sem dúvida tal acção será de grande proveito, a metodologia será exposta às críticas e sugestões de outros stakeholders possibilitando o acréscimo de ideias e refinamentos. Conforme dito anteriormente, havia inicialmente a intenção de se fazer experimentos com a técnica de cenários durante o processo de descoberta e elicitação dos termos e relacionamentos, ao mesmo tempo que se utilizava os mapas conceptuais para organizar e estruturar o conhecimento que ia sendo adquirido, no entanto as tentativas de se imaginar situações onde os cenários pudessem ser enquadrados foram falhas, provavelmente em razão do grau de abstracção do domínio. Seria interessante portanto aplicar o método e fazer tal tentativa na conceptualização de um domínio mais concreto, cujos conceitos e relacionamentos representem objectos mais perceptíveis do mundo real, como por exemplo um determinado segmento da indústria, construção civil, ou tantos outros cuja aplicabilidade da metodologia possa ser melhor aproveitada e que seja possível fazer a tentativa de se utilizar a técnica de cenários na etapa de elicitação e conceptualização do domínio em questão.

A ideia inicial a ser desenvolvida no presente trabalho, era de se criar uma metodologia para construção de ontologias, que fosse construída colaborativamente e que facilitasse e estimulasse a partilha do conhecimento entre os membros da equipa, bem como criasse uma forma de organizar e estruturar tal conhecimento. No decorrer dos trabalhos houve a percepção de que o objectivo poderia ser estendido e de que não fazia sentido não considerar os aspectos relacionados às funcionalidades que podem ser providas em um sistema, a partir de uma ontologia; ou seja, além da ontologia informal, construída com a ajuda dos mapas conceptuais e das técnicas da ER que foram aplicadas, nomeadamente os questionários e sessões de brainstorming, o sistema de informação resultante das investigações realizadas no projecto deveria trazer também implementadas tais funcionalidades, obtendo-se assim uma ontologia formal. Ao concluir o presente trabalho, houve a percepção de que tais objectivos podem ser ainda mais estendidos no sentido da metodologia não se restringir aos aspectos relativos à conceptualização de uma ontologia, mas de seu desenvolvimento como um todo, desde a formação da equipa de stakeholders, até o *release* do sistema, da aplicação de software produzida. Será necessário obviamente acrescentar várias etapas ao método. A ideia é não desconsiderar os aspectos relacionados a implementação da ontologia em uma linguagem formal e aplicar a técnica de cenários também através da criação de protótipos que simulem as telas do sistema e que tais aspectos sejam validados junto aos utilizadores através da observação e análise de como eles interagem com o futuro sistema a ser desenvolvido. Para tal, pretende-se também desenvolver o conhecimento e know-how ao nível da codificação das ontologias em uma linguagem formal, como forma de ser possível também validar, desde o princípio, a exequibilidade das funcionalidades elicítadas.

Quando se inicia um projecto como o aqui apresentado, tem-se um objectivo em mente e algumas ideias gerais sobre o que fazer para alcançar com êxito tais objectivos. É um árduo caminho de investigações exaustivas que levam a um grau de conhecimento que antes não existia, é normal portanto que os objectivos iniciais sejam estendidos e que surjam novas ideias e percepções. É funda-

mental entretanto, que também seja percebido quando a meta principal foi atingida, mesmo quando se sabe que muito ainda pode ser feito. Talvez seja este o grande sentido da investigação, o saber que sempre é possível saber ainda mais, que o que foi desenvolvido pode ainda ser aperfeiçoado. A informação é um fenómeno em incessante ebulição, que precisa ser transformado em conhecimento, que por sua vez deve ser organizado, estruturado e partilhado. É para cumprir este papel que as ontologias são desenvolvidas, espera-se portanto que os resultados alcançados com o presente trabalho, possam contribuir para esse processo.

Referências

- AZEVEDO, A. L.; TOSCANO, C.; SOUSA, J. P.; SOARES, A. L. - *An advanced agent-based order planning system for dynamic networked enterprises*. Production Planning & Control, Vol. 15, No. 2, 133–144, 2004.
- BENNER K., FEATHER M.S., JOHNSON W.L., ZORMAN, L.A. - *Utilizing Scenarios in the Software Development Process*. In: Information System Development Process, Elsevier Science, B.V. North-Holland, 117-134, 1993.
- BREITMAN, K. K.; LEITE, J.C.S.P. - *Scenario Evolution: A Closer View on Relationships*. Proceedings of the Fourth International Conference on Requirements Engineering (ICRE'00) – 2000.
- BREITMAN, K. K.; LEITE, J.C.S.P. - *Lexicon Based Ontology Construction*. PUC-Rio, Computer Science Department, LES. 2003.
- CAHIER J-P., ZAHER L'H., LEBOEUF J-PH., PÉTARD X., GUITTARD C. - *Experimentation of a socially constructed "Topic Map" by the OSS community*. In Proceedings of the IJCAI-05 workshop on Knowledge Management and Ontology Management (KMOM05), Edinburgh, Scotland, 24-35, 2005.
- CHECKLAND, P.; HOWELL, S. – *Information, Systems, and Information Systems*. Cybernetics & Human Knowing, Vol.6, no.3, pp. 91–95, 1999.
- CLYDE, W. H.; K.D. JOSHI - *A Collaborative Approach to Ontology Design*. Communications of the ACM, Vol. 45, No. 2, 2002.
- CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A. - *Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?*. Data & Knowledge Engineering, vol. 46, pp. 41–64, 2003.
- CURTIS G., VERTELNEY L. - *Storyboards and Sketch Prototypes for Rapid Interface Visualization*. Tutorial. In CHI'90, Seattle, Washington, 1990.
- DAVIS, J.; FENSEL, D.; HARMELEN, F. V. - *Towards the Semantic Web: Ontology-Driven Knowledge Management*. ISBN 0-470-84867-7, 2003.
- DELLSCHAFT K., ENGELBRECHT H., BARRETO J. M., RUTENBECK S., STAAB S. - "Cicero: Tracking Design Rationale in Collaborative Ontology Engineering". *Proc. of ESWC-2008, European Semantic Web Conference*, LNCS, Springer, Tenerife, Spain, 2008.
- DEVEDZIC, V. - *Understanding Ontological Engineering*. Communications of the ACM. Vol. 45, No. 4, 2002.
- DINIZ, T.; GAUTO, E. A. F. - *Construção Colaborativa de Ontologias*. Trabalho da Aula de Engenharia de Software I – UFRJ. 2006.
- ELLIS, C.A.; GIBBS, S.J.; REIN, G.L - *Groupware - Some Issues and Experiences* - Communications of the ACM 34, (1), 38-58, 1991.

EUZENAT, J. - *Corporate memory through cooperative creation of knowledge bases and hyperdocuments*. In: Proc. 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (KAW96), Banff, 1996.

EVERETT, J. O.; BOBROW, D.G.; STOLLE, R.; CROUCH, R. S.; PAIVA, V.; CONDORAVDI, C.; VANDENBERG, M.; POLANYI, L. - *Making Ontologies Work for Resolving Redundancies Across Documents*. Communication of the ACM. v. 45, n. 2, p. 55-60, 2002.

FARQUHAR, A.; FIKES, R.; RICE, J. - *The Ontolingua Server: A Tool for Collaborative Ontology Construction*. Proc. 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (KAW96) Banff, pp. 44.1–44.19, 1996.

FELICÍSSIMO, C. H.; DA SILVA, L. F.; BREITMAN, K. K.; DO PRADO LEITE, J. C. S. - *Geração de Ontologias subsidiada pela Engenharia de Requisitos*. Anais do WER03 - Workshop em Engenharia de Requisitos, Piracicaba-SP, Brasil, pp 255-269, Novembro 27-28, 2003.
[Consult. 12 de Out. 2007]. Disponível na Internet : <URL http://wer.inf.puc-rio.br/WERpapers/artigos/artigos_WER03/carolina_felicissimo.pdf>

FERNÁNDES, K. R. - *Constituição de redes organizacionais como nova forma de gestão das organizações do terceiro setor*. Rede de Informações para o Terceiro Setor , 2004. [Consultado em 07 de Janeiro de 2008].
Disponível na Internet: <URL http://www.rits.org.br/redes_teste/rd_tmes_jul2004.cfm >

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; SIERRA, J. P.; SIERRA, A. P. – *Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment*. IEEE Intelligent Systems. pp. 37-46, 1999.

FERNANEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A. - *Overview and analysis of methodologies for building ontologies*. The Knowledge Engineering Review, Printed in the United Kingdom, Vol. 17:2, 129–156, 2002.

FRIEDMAN, T. L. – *O Mundo é Plano. Uma breve história do século XXI*. Editora Objetiva, ISBN. 857302741X, 2005.

GAINES, B. R., SHAW, M. L. G. - *Knowledge acquisition tools based on personal construct psychology*. Knowledge Engineering Review, 8 (1), 49-85, 1993.

GASEVIC D.; DJURIC, D.; DEVEDZIC V. – *Model Driven Architecture and Ontology Development*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, ISBN: 3-540-32180-2, 2006.

GLINZ, M. - *Improving the Quality of Requirements with Scenarios*. Proceedings of the Second World Congress for Software Quality (2WCSQ), Yokohama, pp. 55-60, Setembro, 2000.

GÓMEZ-PÉREZ, A. - *Ontological Engineering: A state of the art*. Expert Update. British Computer Society. vol. 2, num. 3, pp. 33-43, 1999.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; BENJAMINS, V. R. - *Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem-Solving Methods*. Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5). Stockholm, Sweden, August 2, 1999.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; CORCHO, O. - *Ontological Engineering*. Springer Verlag. 2003.

GÓMEZ-PÉREZ, A. - *Ontology Engineering Methodologies*. [Consult. 19 de Dez. 2007]. Disponível na Internet : <URL http://videlectures.net/iswc07_gomez_perez_oem/>

GRUBER, T. R. - *A translation approach to portable ontology specification*. Knowledge Acquisition 5(2), pp.199–220, 1993.

GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. - *Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies*. IJCAI'95, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, April 13, 1995. [Consult. 19 de Jan. 2008]. Disponível na Internet : <URL <http://citeseer.ist.psu.edu/82232.html> >

GUIMARÃES, F. J. Z. - *Utilização de ontologias no domínio B2C*. Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Brasil, 2002.

HEVNER A. R., T. MARCH S. T., PARK J., RAM S. - *Design Science in Information Systems Research*. MIS Quarterly, Vol. 28, No. 1, pp. 75-105, 2004.

HILL, C. – *Network Literature Review: Conceptualizing and Evaluating Networks*. Prepared for the Southern Alberta Child and Youth Health Network, 2002.

HOLSAPPLE, C. W.; JOSHI, K. D. - *A Collaborative Approach to Ontology Design*. Communication of the ACM. vol. 45, num. 2, pp. 42-47, feb. 2002.

HUZITA, E. H. M. - Mestrado em Ciência da Computação. Acetatos da aula de Engenharia de Software, 2003. [Consult. 19 de Dez. 2007]. Disponível na Internet : <URL <http://www.din.uem.br/~emhuzita/download/EngSw/es-requisitos.pdf> >

JARKE M., BUI X. T., Carroll J. M. - *Scenario Management: An Interdisciplinary Approach*. Requirements Engineering, 3:155-173, 1998.

KANTOLA N., JOKELA T. - *SVSb: simple and visual storyboards: developing a visualization method for depicting user scenarios*. OZCHI Proceedings, ISBN 978-1-59593-872-5: 49-56, 2007.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE I. – *Requirements Engineering Processes and Techniques*. John Wiley & Sons Ltd. ISBN 0 471 97208 8. 1998.

LU, Y. - *Roadmap for Tool Support for Collaborative Ontology Engineering*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos de grau de mestre em Science in the Department of Computer Science, University of Victoria, 2003.

MIZOGUCHI R, *Tutorial on ontological engineering*. New Gener Comput journal. Vol.21, No.4, pp.365-384, 2003. [Consult. 14 de Dez. 2007]. Disponível na Internet: <URL <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/pub/miz/Part1-pdf2.pdf> >

NASSIMBENI, G. - *Network structures and co-ordination mechanisms*. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 18 No. 6, pp. 538-554, 1998.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. - *The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool*. Information Visualization Journal 5 (3), 175 – 184, 2006.
[Consult. 28 de Jan. 2008]. Disponível na Internet: <URL <http://www.palgrave-journals.com/ivs/journal/v5/n3/full/9500126a.html> >

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. - *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev. 01-2008
[Consult. 27 de Jan. 2008]. Disponível na Internet : <URL <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMapsHQ.pdf> >

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. - *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. 2000. [Consult. 18 de Dez. 2007]. Disponível na Internet: <URL <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf> >

NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. - *Requirements Engineering: A Roadmap*. In Proc. of the Conference on The Future of Software Engineering, pp. 35-46, Limerick, Ireland, 2000.
Disponível na Internet: <URL <http://citeseer.ist.psu.edu/319832.html> >

OLAVE, M. E. L.; NETO, J. A. - *Redes de cooperação produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas*. Gestão & Produção, vol.8, nº 3, São Carlos, 2001.

PERFORMANCE MANAGEMENT IN COLLABORATIVE NETWORK – página do projecto pmColNet.
[Consult. 18 de Ago. 2008]. Disponível na Internet: <URL: <http://dionisio.inescporto.pt:8282/pmcolnet> >

PROVAN, K. G.; MILWARD, H. B. – *Do Networks Really Work? A Framework for Evaluating Public-Sector Organizational Networks*. Public Administration Review. Vol. 61, Nº4, July/August 2001.

RIBAUT, M.; MARTINET, B.; LEBIDOIS, D. - *A Gestão das Tecnologias*. Coleção gestão & inovação. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1995.

SILVA, M. A. G. - *Uma ferramenta Web colaborativa para apoiar a engenharia de requisitos em software livre*. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP. Abril-2006

SANTORO, F. M.; BREZILLON, P. - *Towards the Narrative Approach to Collect Group Knowledge and Context*. In: Workshop Context and Groupware in conjunction with The Fifth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT-05), 2005, Paris, v.1, n.1, p.1 – 1, 2005.

SILVA, M. A. G. - *Uma ferramenta Web colaborativa para apoiar a engenharia de requisitos em software livre*. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP. Abril-2006

SIMPERL, E. P. B.; TEMPICH, C. - *Ontology Engineering: A Reality Check*. 2006.
[Consult. 10 de Dez. 2007]. Disponível na Internet: <URL <http://ontocom.ag-nbi.de/docs/odbase2006.pdf>>

STAAB, S.; STUDER, R.; SCHNURR, H-P.; SURE, Y. - *Knowledge Processes and Ontologies*. IEEE Intelligent Systems, 2001.

SUTCLIFFE, A. *Scenario-based requirements analysis*. Journal of Requirements Engineering. vol. (3) pp. 48-65 – Springer Verlag, 1998.

SUTCLIFFE, A.; M. RYAN. *Experience with SCRAM, a SCenario Requirements Analysis Method*. Proceedings of the 3rd International Conference on Requirements Engineering: Putting Requirements Engineering to Practice. 1998.

SWARTOUT, B.; PATIL R.; KNIGHT, K.; RUSS; T. - *Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies*. AAAI Symposium on Ontological Engineering, Stanford, 1997.
[Consult. 23 de Jan. 2008]. Disponível na Internet: <URL http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/swartout/Banff_96_final_2.html >

SYDOW J. J., MILWARD, H.B - *Reviewing the Evaluation Perspective: On Criteria, Occasions, Procedures, and Practices*. Paper presented at the 10th Conference on Multi-Organisational Partnerships, Alliances and Networks (MOPAN), University of Strathclyde, Glasgow, 2003.

SYDOW, J. J. - *Network development by means of network evaluation? Explorative insights from a case in the financial services industry*. Human Relations 57(2): 201-220, 2004.

TRUONG, K. N.; HAYES, G. R.; ABOWD, G. D. - *Storyboarding: An Empirical Determination of Best Practices and Effective Guidelines*. Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems, University Park, PA, USA – pp. 12-21, 2006.

USCHOLD, M.; KING, M. - *Towards a Methodology for Building Ontologies*. Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, 1995. [Consult. 19 de Jan. 2008].
Disponível na Internet : <URL <http://citeseer.ist.psu.edu/uschold95toward.html> >

VIDAL R. V. V. - *Creative and participative problem solving- the art and the science*. AI & Society Journal. ISSN: 0951-5666 (Print) 1435-5655 (Online). Book Review. 2007

VRANDECIC, D.; PINTO, S.; TEMPICH, C.; SURE, Y. - *The DILIGENT Knowledge Processes*. Journal of Knowledge Management, Vol. 9, Num. 5, pp. 85-96(12), 2005.

Anexo A

Competency Questions

O questionário relativo às questões de competência foi enviado via e-mail aos membros do projecto pmColNet, foi também disponibilizado (juntamente com as respostas) no portal do projecto.

Competency Questions

1. What is a network?

“A set of autonomous organizations that come together to reach goals that none of them can reach separately” (Chisholm, 1998 apud Hill, 2002).

2. What are the kinds of networks?

Collaborative Network and Organizations Network.

Collaborative Network is subdivided in Individual Collaborative Network and Organizations Collaborative Network.

Organizations Network can be an organizational Collaborative Network.

Organizations Network is subdivided in Operational Synergies Network, Technological/Functional Synergies Network and Strategic Synergies Network.

Individual Collaborative Network is subdivided in Virtual Team, Virtual community initiated by individuals and Virtual Community sponsored by organizations.

Organizations Collaborative Network is subdivided in Virtual Community sponsored by organizations.

Operational Synergies Network is subdivided in Supply Chain, Virtual Organization and Production Network.

Technological/Functional Synergies Network is subdivided in Virtual Organization, Production Network, Purchase Network, Distribution Network and R&D Network.

Strategic Synergies Network is subdivided in R&D Network, Virtual environment of development and Cluster.

Individual Social Network can be a Virtual community initiated by individuals.

Professional Virtual Network can be a Virtual community initiated by individuals or a Virtual Community sponsored by organizations.

3. What is collaboration?

"Collaboration is a process through which different parts, seeing different aspects of a problem, can constructively explore its differences and, to look for limited visions"(Gray et al., 1991 apud Olave et al., 2001).

Or

Collaboration is a process in which the parts, working together, share information, resources, responsibilities and risks in order to achieve common objectives. Collaboration implies mutual trust which requires time, efforts and dedication to evolve.

4. What are the key concepts in collaboration?

Collaboration cannot be mandated.

Collaboration is both a process and an attitude.

Collaboration takes time.

Collaboration does not develop evenly.

Collaboration must be nurtured.

Collaboration must have clear goals. (Swan and Morgan,1992 apud Hill, 2002)

5. Who are the network stakeholders?

Financiers, collaborators, regulating entities, the organizations themselves, clients, shareholders.
All the entities that have some kind of interests in the network.

6. What are the evaluation levels and how to define each one?

“Networks have impacts at different levels and therefore must be evaluated on each of these (community, network, and organization/participant) to capture adequately the perspectives of their multiple and diverse stakeholders” (Provan & Milward, 2001).

In the individual level (in this context, individual level correspond to network level), each organization member has its proper objectives that, although different, characterize the performance in a similar and compatible form.

In the network level, all the members are considered stakeholders and each one establishes what it wants of the network (i.e its strategical factors). In this level the relevant individual objectives are defined (strategical factors) common to all the members, and the attributes of network, such as responsibility, innovation capacity, versatility, share of information and communication can also be classified as strategical factors. The network has a satisfactory performance if all the members are satisfied.

“The community level involves the impact of network activities and processes on stakeholder groups such as client advocacy groups, funders, regulators, and the general public.

Outcomes associated with this level of analysis may include cost to community, building social capital, public perceptions that the problem is being solved, changes in incidence of the problem, and aggregate indicators of client well-being” (Provan & Milward, 2001).

“The network level is about whether stakeholder groups are represented by primary funders and regulators. Network administrative organizations and member organizations believe that network processes and initiatives are successful. Outcomes may include network membership growth, range of services provided, absence of service duplication, relationship strength, creation and maintenance, integration and coordination of services, cost of network maintenance, and member commitment to network goals” (Provan & Milward, 2001).

“The Organization level includes the perspective of stakeholders such as the member agency board and management, agency staff, or individual clients. Organizational outcomes include agency survival, enhanced legitimacy, resource acquisition, service costs, member satisfaction, referrals, and collaborative attitudes” (Hill, 2002).

“The Individual level also includes the perspective member agency board and management, agency staff, or individual clients. Outcomes associated with the individual level include service access, client level health outcomes, and staff outcomes” (Hill 2002)

Note: We must be aware that these level definitions are related to health care networks.

7. Why is necessary to have several evaluation levels?

“Networks have impacts at different levels and therefore must be evaluated on each of these (community, network, and organization/participant) to capture adequately the perspectives of their multiple and diverse stakeholders” (Provan & Milward, 2001).

A comprehensive assessment of network effectiveness should consider the level on which the network is operating (Vision, Structure, Process, Service Delivery) and the varying levels on which the impact is felt (Community, Network, Individual, Organization).

Although the network performance is a reflex of the organizations’ members performance, being able to be perceived from the individual performance measurement system, the perspective of the individual members is always partial because the network is a complex organization, being necessary to consider other dimensions of analysis.

8. What is an organization network?

“Organization Network is a grouping which purpose is to support the activity of each company. There is a complementation technique (productive sources) and trade (distribution network), an association for affinity and of informal nature” (Ribault et al., 1995).

9. What is a collaborative network?

Is a network that use collaborative tools and work in a collaborative way.

10. What are the benefits that an organization can have when deciding to participate of a collaborative network?

Diversity, plurality of resources, reputation profits, a bigger satisfaction of the community benefited, development of new products and services, a faster adjustment face to the changes, more creative solutions, chance to learn and to expand.

11. What aspects an organization must to consider when deciding to participate of a network?

The potential benefits: Market share, new clients, specialization, survival, learning, image, references, competitive advantages etc.

The potential risks: Dependency, information share, costs, etc.

12. What are the network barriers?

“It has some inconveniences in the network development; one of them is the fact that there isn’t a clear or rigorous legal form, what it takes to an instability risk, if the partners do not respect the informally assumed commitments” (Ribault et al., 1995).

Another barrier is the lack of knowledge about the real benefits of being part of a network.

13. Why network performance must be evaluated?

According to Sydöw (2003):

- Organizations are often overly optimistic about the benefits of network participation. Evaluation can contribute to a more realistic attitude towards interorganizational networking.
- As the number of networked organizations increase, more organizations are confronted with the issue of assessing whether their engagement in a particular network pays off. Would they be better off going it alone or perhaps participating in a different network?
- “Apart from establishing the value of networking for a focal firm, evaluating the entire network has become increasingly important for state agencies and others who share an interest in more or less systematic efforts of network or “transorganizational development”” (Cummings 1984). “During these efforts, the assessment of the present state of network evolution is often fed back to the network participants in order to improve interorganizational communication and trust or, in more general terms, to change network structures and processes. In this respect, the evaluation of a network may serve as a safeguard to collective interests” (Milward and Provan, 1998).
- “For some time now we have been living in an “age of evaluation”” (Guba & Lincoln, 1989) or an “auditing society” (Power 1997) which, at an increasing rate in both the private and the public sectors, requires the assessment of organizational and interorganizational outcomes.

14. How is it possible to evaluate network performance?

Through criteria and indicators.

15. The criteria choice depends on the kind of network being evaluated and its goals?

Yes

16. What are the criteria for a network to be evaluated?

Can be used several criteria which depends the type of network and the evaluation objectives.

17. Define each criteria

Effectiveness: capacity of accomplishment. To notice that effectiveness does not imply efficiency and/or efficacy necessarily.

Effectiveness = getting things done

Effectivity = a level of getting things done

Efficiency: accomplishment of a task with the minimum of resources

Efficacy: measure of the results relatively to the objectives

Equity: justice in the distribution of the benefits generated for the network and equality in the treatment. Equal capacity of accomplishment.

Risk: Risks associates to the participation in the network

Responsiveness: organizational capacity, to identify and to answer to the necessities of the customers, staff, and others stakeholders. Capacity of reply to the ambient changes.

Commitment: commitment of the members relatively to the activities of the network. Commitment of the members relatively to the objectives.

Communication: communication between the members of the network.

Share: share degree of resources (tangible or intangible) between the elements of the network; risks share.

Trust: Behaviors and attitudes waited for a partner relatively to another one and vice versa.

Profits: resultant profit of the network activities.

Productivity: relation between the gotten results and the used resources.

Quota of market: quota of market reached by the collaboration.

Customer satisfaction: customer satisfaction degree relatively to the product/service.

Coordination: level of coordination between the network members.

Conflict resolution: the level of problems discussions openly and manages conflicts constructively so that work is not adversely impacted.

Network growth: increase of the network in number of participant organizations.

Organization/Network image: perception of the company value for the customer.

Performance service/product: level of the customer satisfaction relatively to the service/product.

Relationship with the customer: quality of the organization relationship with the customer.

Motivation: degree of the employees motivation for reaching the organization/network goals.

Employee's skills: Areas and levels of the employees abilities relatively to the necessary ones to reach the objectives defined for the organization/network.

Collaborators' satisfaction: level of the collaborators satisfaction with the organization/network.

Network maintenance costs: financial and not financial costs associated to the network activities.

Collaboration: level of contribution between the network stakeholders.

Financial support: degree where the gotten financial resources cover the costs of network.

References: increase of the reference number of other network elements.

Flexibility: capacity of reply to a waited event.

Agility: an agile network is that one which answers and can benefit of an unexpected change, in a reasonable time and cost.

Specialization: level of specialization. The participation in a network allows the organizations to concentrate its resources in the critical activities.

Regulation: effectiveness of the regulation in the prevention of opportunist behaviors and conflicts between the network members.

Dependence: degree of the reduction of the dependence of external entities, result of the cooperation between the network members. The establishment of privileged ties between the network organizations reduces the dependence and the transaction costs.

Anexo B

Lista de Critérios de Desempenho para Redes Colaborativas

VERS 0.1		CRITÉRIOS DE DESEMPENHO PARA REDES COLABORATIVAS DE ORGANIZAÇÕES													
		Níveis de avaliação				Tipologia de rede									
		Individual	Organizacional	Rede	Comun.	RF	OV	RP	RC	RD	RIDI	AVC	CLT	CVPO	
Critérios de desempenho	Financeira	Rentabilidade													
		Proveitos (vendas e out proveitos)													
		Custos													
		Produtividade													
		Sustentabilidade													
	Clientes	Quota de mercado													
		Satisfação dos clientes													
		Novos mercados													
	Processos	Inovação e melhoramento													
		Flexibilidade													
		Tempo de resposta/prazos													
		Eficiência/eficácia dos processos													
		Novos produtos/ serviços													
		Conhecimento gerado													
		Integração													
	Aprendizagem e desenvolvimento	Especialização													
		Satisfação dos colaboradores/parceiros													
		Novas competências													
		Aprendizagem													
		Imagem da organização													
	Outros	Imagem da rede													
		Dependência													
		Contribuições para a rede													
		Outros Benefícios recebidos													
		Crescimento da rede													
		Saída de membros													
	Colaboração	Equidade													
		Responsabilidade Social													
		Confiança													
		Compromisso													
Reciprocidade															
Comunicação															
Resolução de conflitos															
Coordenação															
Partilha															
Atitudes colaborativas															
Motivação															