

JOSELAINÉ VALASKI

ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS
DE APRENDIZAGEM EM UM AMBIENTE DE
APRENDIZAGEM VOLTADO PARA A ENGENHARIA
DE SOFTWARE

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Informática da Pontifícia
Universidade Católica do Paraná para obtenção do
título de Mestre em Ciências.

Curitiba
2012

JOSELAINÉ VALASKI

ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS
DE APRENDIZAGEM EM UM AMBIENTE DE
APRENDIZAGEM VOLTADO PARA A ENGENHARIA
DE SOFTWARE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Pontifícia Universidade Católica do Paraná para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Ciência da Computação

Orientadora: Profa. Dra Andreia Malucelli

Curitiba
2012

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

V137o
2012 Valaski, Joselaine
Ontologia para classificação de materiais de aprendizagem em um ambiente de aprendizagem voltado para a engenharia de software / Joselaine Valaski ; orientadora, Andreia Malucelli. – 2012.
xviii, 138 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2012
Bibliografia: f. 124-134

1. Aprendizagem organizacional. 2. Engenharia de software. 3. Tecnologia da informação. 4. Gestão do conhecimento. 5. Aprendizagem. I. Malucelli, Andreia. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Informática. III. Título.

CDD 20. ed. – 004

DEDICATÓRIAS

Aos meus pais Floriano e Emília.

Ao Sérgio Nunes.

Aos meus amigos que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Floriano e Emília, meus queridos, pelo amor, companheirismo e por sempre estar ao meu lado mesmo em situações inesperadas.

Ao Sérgio Nunes, meu maior incentivador, sempre acreditou em mim mais do que eu mesma.

Aos amigos do grupo de pesquisa, por compartilhar momentos bons, mas também momentos difíceis e desta maneira tornar a caminhada até aqui mais leve.

Ao André Schuster pela sua imensa colaboração na construção do ambiente proposto e pelas valiosas ideias e conhecimentos que trocamos ao longo deste trabalho.

Aos amigos que conquistei ao longo da vida que deixaram suas marcas, seus exemplos e que me motivaram a sempre buscar o que fosse melhor para mim.

A Sheila Reinehr pelo convite inicial que fez toda a diferença para hoje eu estar aqui, obrigada pela confiança e carinho.

A minha orientadora Andreia, por me aceitar como sua orientanda, obrigada pelo desprendimento, generosidade e alegria.

*"A boa educação é moeda de ouro, em toda parte tem valor."
(Padre Antônio Vieira)*

RESUMO

A Engenharia de Software, por ser uma área com avanços tecnológicos frequentes, requer profissionais qualificados e atualizados. Porém, a falta destes profissionais é uma preocupação entre os executivos, principalmente quando se considera os investimentos que têm sido feitos em negócios que dependem de Tecnologia da Informação. Assim, as organizações desenvolvedoras de software precisam adotar práticas para promover a capacitação de seus profissionais. A aprendizagem organizacional é um meio pelo qual esta capacitação pode ser alcançada quando aplicada em um ambiente de aprendizagem inserido no local de trabalho. Neste ambiente, os engenheiros de software podem compartilhar seus materiais de aprendizagem e assim disseminar o conhecimento entre colegas de trabalho. No entanto, há a necessidade de explorar mecanismos que auxiliem o compartilhamento destes conhecimentos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de ontologia para a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem e a área da Engenharia de Software. Caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e de desenvolvimento operacionalizada em cinco etapas: seleção de instrumento para identificação do estilo de aprendizagem, desenvolvimento de ontologia para estilo de aprendizagem, desenvolvimento de ontologia para Engenharia de Software, construção de um ambiente de aprendizagem apoiado por ontologia e avaliação do desempenho da ontologia. Para avaliar o desempenho da ontologia um experimento foi realizado com especialistas da área de Engenharia de Software e com estudantes da área da computação. Os especialistas e os estudantes realizaram a classificação manual de materiais de aprendizagem e os resultados foram comparados com a classificação automática realizada pela ontologia. Em 73% dos casos, a ontologia obteve melhor desempenho em relação a classificação manual por estudantes. Nesta pesquisa, a ontologia também seleciona os materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem, definido por um instrumento já existente e avaliado anteriormente. A utilização de estilos de aprendizagem para recomendar material em um ambiente como este é visto como importante por 80% dos participantes da pesquisa.

Palavras-chaves: Aprendizagem Organizacional, Estilo de Aprendizagem, Ontologia.

ABSTRACT

Due to the fact that the Software Engineering is a field with frequent technological advances, it requires qualified and updated professionals. However the lack of such professionals is a concern among executives, mainly when one consider the investments that have been made in businesses that depend on information technology. Therefore, the software development organizations need to adopt practices to promote its professionals' skills. The organizational learning may be a means through which this development can be achieved when applied in an organizational environment in the working place. In this environment, the software engineers may share their learning materials and spread them among their colleagues. However, there is a need to explore mechanisms that aid the sharing of this knowledge. In this context, the objective of this research is to evaluate the ontology performance in order to classify the learning materials according to the learning style and the Software Engineering field. This is an exploratory and developmental research, executed in five steps: selection of instrument in order to identify the learning style, ontology development to learning style, ontology development to Software Engineering, construction of a learning environment supported by ontology and ontology performance evaluation. In order to evaluate the ontology performance, an experiment was performed by Software Engineering specialists and by computer science students. Both the students and the specialists performed a manual classification of learning materials and the results were compared to the automatic classification achieved by ontology. In 73% of the cases, ontology obtained a better performance compared to the manual classification made by the students. In this research, ontology also selects the learning materials according to the learning style, defined by an instrument that already existed and that had been previously evaluated. The use of learning styles to recommend material in such environment is perceived as important by 80% of the participants involved in this research.

Keywords: Organizational Learning, Learning Style, Ontology.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABELAS	XIV
LISTA DE QUADROS	XV
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XVI
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO	4
1.2 OBJETIVOS	6
1.3 DELIMITAÇÃO DE ESCOPO	7
1.4 PROCESSO DE TRABALHO	8
1.5 ESTRUTURA DO DOCUMENTO DA DISSERTAÇÃO	8
1.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	9
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1 APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL E ORGANIZAÇÕES QUE APRENDEM	10
2.2 ESTILO DE APRENDIZAGEM.....	16
2.2.1 Indicador de Tipos de Myers e Briggs	17
2.2.2 Teoria de Kolb	19
2.2.3 Modelo de Felder e Silverman.....	21
2.3 ONTOLOGIAS	23
2.3.1 Definição de ontologia.....	24
2.3.2 Tipos de ontologias	26
2.3.3 Critérios para o desenvolvimento de ontologias.....	27
2.3.4 Construção de ontologias.....	28
2.3.5 Ontologias para Engenharia de Software, materiais de aprendizagem e estilos de aprendizagem	30
2.3.6 Ontologias em ambientes de aprendizagem.....	35
2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	37
CAPÍTULO 3 - ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA.....	38

3.1	CONCEITOS RELEVANTES SOBRE METODOLOGIA E MÉTODOS DE PESQUISA.....	38
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	41
3.3	ETAPAS DA PESQUISA	41
3.3.1	Selecionar instrumento para identificação do estilo de aprendizagem.....	41
3.3.2	Desenvolver ontologia para estilo de aprendizagem.....	44
3.3.3	Desenvolver ontologia para Engenharia de Software	47
3.3.4	Construir ambiente de aprendizagem apoiado por ontologia.....	50
3.3.5	Avaliar desempenho da ontologia desenvolvida	51
3.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	56
CAPÍTULO 4 - INSTRUMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTILO DE APRENDIZAGEM.....		58
4.1.1	Modelo de Felder e Silverman.....	60
4.1.2	Modelo de Kolb	65
4.1.3	Modelo VARK.....	66
4.1.4	Modelo de Kneefes.....	67
4.2	DISCUSSÃO	68
4.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	70
CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO DAS ONTOLOGIAS		71
5.1	ONTOLOGIA PARA O ESTILO DE APRENDIZAGEM	71
5.1.1	Domínio e escopo definido.....	71
5.1.2	Ontologias reutilizadas.....	72
5.1.3	Termos importantes identificados	77
5.1.4	Classes e hierarquia definidas.....	77
5.1.5	Propriedades das classes definidas	79
5.1.6	Restrições das propriedades definidas.....	80
5.1.7	Instâncias criadas	80
5.1.8	Ontologia avaliada	82
5.2	ONTOLOGIA PARA A ENGENHARIA DE SOFTWARE	84
5.2.1	Domínio e escopo definido.....	84
5.2.2	Ontologias reutilizadas.....	85
5.2.3	Termos importantes identificados	85
5.2.4	Classes e hierarquia definidas.....	86
5.2.5	Propriedades das classes definidas	90

5.2.6	Restrições das propriedades definidas	90
5.2.7	Instâncias criadas	91
5.2.8	Ontologia avaliada	92
5.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	95
CAPÍTULO 6 - AMBIENTE DE APRENDIZAGEM BASEADO EM ONTOLOGIA..		96
6.1	ARQUITETURA DO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM.....	96
6.2	FUNCIONALIDADES DO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM	98
6.3	DISCUSSÃO	102
6.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	103
CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA ONTOLOGIA.....		104
7.1	CLASSIFICAÇÃO MANUAL DE MATERIAIS DE APRENDIZAGEM POR ESPECIALISTAS	104
7.2	CLASSIFICAÇÃO MANUAL DE MATERIAIS DE APRENDIZAGEM POR APRENDIZES	107
7.3	CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE MATERIAIS DE APRENDIZAGEM POR ONTOLOGIA.....	110
7.4	ANÁLISE DA DEFINIÇÃO DO ESTILO DE APRENDIZAGEM	115
7.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	119
CAPÍTULO 8 - CONCLUSÃO.....		120
8.1	RELEVÂNCIA DO ESTUDO	120
8.2	CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	121
8.3	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	122
8.4	TRABALHOS FUTUROS	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		124
APÊNDICE A – DOCUMENTO PROCEDIMENTO ESPECIALISTAS		135
APÊNDICE B – DOCUMENTO PROCEDIMENTO APRENDIZES		137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Importância das habilidades de TI para o sucesso da organização, adaptado de (EUI, 2008).....	2
Figura 1.2. Importância dos profissionais por área, adaptado de (EUI, 2008)	2
Figura 2.1. Processo de conversão do conhecimento, adaptado de (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).....	12
Figura 2.2. Circuitos de aprendizagem, adaptado de (ARGYRIS; SCHON, 1996)	12
Figura 2.3. As cinco disciplinas de Senge.....	14
Figura 2.4. As quatro escalas do MTBI, adaptado de (LAWRENCE, 1993)	19
Figura 2.5. Estilo de aprendizagem baseado no modelo de Kolb, adaptado de (CHAPMAN, 2005).....	21
Figura 2.6 Tipos de ontologias de acordo com o conteúdo, adaptado de (GUARINO, 1998).....	26
Figura 2.7. Áreas do conhecimento da Engenharia de Software, adaptado de (ABRAN; MOORE, 2004)	30
Figura 2.8. Ontologia da Engenharia de Software (SEONTOLOGY, 2010).....	33
Figura 3.1. Etapas da Pesquisa	42
Figura 3.2. Disponibilização dos materiais de aprendizagem no Google Docs	53
Figura 3.3. Site com as orientações por grupo.....	54
Figura 3.4. Página com as orientações do grupo correspondente.....	54
Figura 3.5. Formulário para a classificação manual dos materiais de aprendizagem	55
Figura 5.1. Elementos propostos para representação de estilo de aprendizagem	75
Figura 5.2. Classes e sua estrutura hierárquica para os estilos de aprendizagem	79
Figura 5.3. Consulta SPARQL, questão de competência 1	82
Figura 5.4. Resultado consulta SPARQL, questão de competência 1.....	82
Figura 5.5. Consulta SPARQL, questão de competência 2.....	83
Figura 5.6. Resultado consulta SPARQL, questão de competência 2.....	83
Figura 5.7. Consulta SPARQL, questão de competência 3.....	83
Figura 5.8. Resultado consulta SPARQL, questão de competência 3.....	84
Figura 5.9. Hierarquia das classes provenientes do SWEBOK	87
Figura 5.10. Hierarquia das classes provenientes do RUP	89
Figura 5.11. Ontologia ORLM no Protégé.....	91
Figura 5.12. Classificação de papéis	93
Figura 5.13. Classificação de tarefas	93
Figura 5.14. Classificação de artefatos	94
Figura 5.15. Classificação de materiais de aprendizagem	95
Figura 6.1. Arquitetura do ambiente de aprendizagem.....	96

Figura 6.2. Diagrama de Atividades da utilização da API Jena no ambiente de aprendizagem	97
Figura 6.3. Diagrama de atividade do fluxo principal do ambiente de aprendizagem	98
Figura 6.4. Tela referente ao questionário para a identificação do estilo de aprendizagem..	99
Figura 6.5. Tela para seleção do arquivo referente ao material a ser adicionado.....	100
Figura 6.6. Tela para seleção das recomendações para o material	100
Figura 6.7. Tela para seleção das características físicas do material.....	100
Figura 6.8. Tela da pesquisa avançada de materiais de aprendizagem	101
Figura 7.1. Comparação entre a classificação realizada manualmente por aprendizes e automaticamente por ontologia	114
Figura 7.2. Comparação entre os estilos de aprendizagem obtidos	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 7.1. Quantidade de votos dos especialistas para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK.....	105
Tabela 7.2. Percentual de votos dos especialistas para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK.....	106
Tabela 7.3. Quantidade de votos dos aprendizes para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK.....	108
Tabela 7.4. Percentual de votos dos aprendizes para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK.....	109
Tabela 7.5. Percentual de classificação automática pela ontologia, de acordo com a área do SWEBOK.....	111
Tabela 7.6. Comparação entre percentuais da área identificada como predominante por especialistas, aprendizes e ontologia.....	112
Tabela 7.7. Comparação entre percentuais da área identificada como predominante por especialistas e os percentuais obtidos por aprendizes e ontologia nesta mesma área	113
Tabela 7.8. Percentual do estilo de aprendizagem identificado.....	116
Tabela 7.9. Percentual de respostas dos aprendizes com relação a importância do estilo de aprendizagem para recomendação de materiais.....	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Repositórios de ontologias	45
Quadro 3.2. Mapeamento entre as Áreas do SWEBOK e RUP	49
Quadro 3.3. Grupos de materiais de aprendizagem.....	54
Quadro 4.1. Classificação de acordo com o modelo de estilo de aprendizagem.....	58
Quadro 4.2. Vínculo entre as escalas do modelo e as características dos materiais de aprendizagem	59
Quadro 5.1. Termos importantes da ontologia para estilos de aprendizagem	77
Quadro 5.2. Classes para estilos de aprendizagem.....	78
Quadro 5.3. Propriedades para estilos de aprendizagem	80
Quadro 5.4. Restrições das propriedades para estilos de aprendizagem.....	80
Quadro 5.5. Exemplos de instâncias criadas na ontologia para estilo de aprendizagem.....	81
Quadro 5.6. Termos importantes da ontologia para Engenharia de Software	85
Quadro 5.7. Classes para a Engenharia de Software (SWEBOK).....	86
Quadro 5.8. Classes para a Engenharia de Software (RUP).....	88
Quadro 5.9. Propriedades para Engenharia de Software	90
Quadro 5.10. Restrições das propriedades para a Engenharia de Software	91
Quadro 5.11. Exemplos de instâncias criadas na ontologia para Engenharia de Software ..	92
Quadro 7.1. Áreas do SWEBOK	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	<i>Abstract Conceptualization</i>
ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
AE	<i>Active Experimentation</i>
AO	Aprendizagem Organizacional
CE	<i>Concrete Experience</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model - Integração de Modelos de Maturidade da Capacidade</i>
CTM	<i>Cognitive Trait Model</i>
DAO	Data Access Object
DC	<i>Dublin Core</i>
DCMES	<i>Dublin Core Metadata Element Set</i>
DCMI	<i>Dublin Core Metadata Initiative</i>
ELT	<i>Experiential Learning Theory</i>
EUI	<i>Economist Intelligence Unit</i>
FOAF	<i>Friend of a Friend</i>
GQM	<i>Goal Metric Question</i>
GRH	Gerência de Recursos Humanos
HPS	Habilidade de Processamento Sequencial
IDC	<i>International Data Corporation</i>
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
ILS	<i>Index of Learning Styles</i>
IMS	<i>Instruction Manager System</i>
LADS	<i>Lucid Adult Dyslexia Screening</i>
LIP	<i>Learning Information Package</i>

LOCO	<i>Learning Object Context Ontology</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
LSI	<i>Learning Style Inventory</i>
LSQ	<i>Learning Style Questionnaire</i>
MAKE	<i>Most Admired Knowledge Enterprises</i>
MBTI	<i>Myers-Briggs Type Indicator</i>
MPS.BR	Melhoria de Processo do Software Brasileiro.
OA	Organização que Aprende
OAs	Objetos de Aprendizagem
ORLM	<i>Ontology for Recommending Learning Material</i>
OT	<i>Organizational Training</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PIB	Produto Interno Bruto
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RO	<i>Reflective Observation</i>
RUP	<i>Rational Unified Process</i>
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
SWEBOK	<i>Software Engineering Body of Knowledge</i>
TI	Tecnologia da Informação
VPPI	<i>Visual Perceptual Problems Inventory</i>
WMC	<i>Working Memory Capacity</i>

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A Engenharia de Software é uma área de conhecimento composta por teorias, métodos e conjuntos de ferramentas necessários à geração de um produto de software (SOMMERVILLE, 2001). A geração de um produto de software envolve atividades tais como: análise, projeto, codificação, teste e manutenção. Para a execução destas atividades os engenheiros de software utilizam diversos tipos de Tecnologia da Informação (TI), entre eles, linguagens de programação, banco de dados, ferramentas, plataformas e padrões para obter qualidade de software. Desta maneira a TI se torna o instrumento de trabalho predominante nesta área e requer profissionais altamente qualificados e que estejam em constante atualização devido aos avanços tecnológicos.

No entanto, a disponibilidade de profissionais capacitados na área de TI é um fato preocupante nas organizações (BRASSCOM, 2010). Segundo uma pesquisa (EUI, 2008) realizada pela revista *Economist Intelligence Unit* (EUI), o maior desafio das empresas está na retenção de profissionais qualificados. A pesquisa realizada em 2008, patrocinada pela empresa SAP (Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados), coletou depoimentos de 357 executivos de companhias em mercados emergentes tais como China, Índia, Rússia e Brasil. Para os executivos, os profissionais da área de TI estão entre os cinco mais importantes para os próximos três anos, conforme pode ser visto na Figura 1.1.

Especificamente no Brasil, a pesquisa aponta que a necessidade de profissionais de TI é vista como crítica por 52% dos executivos e, como pode ser observado na Figura 1.2, 43% dos representantes dos quatro países consideram a TI muito importante para o sucesso da organização. O setor de TI no Brasil emprega 600 mil pessoas atualmente e deve precisar de 750 mil novos profissionais nos próximos 10 anos (BRASSCOM, 2010A).

Entretanto, a falta de profissionais qualificados faz com que a rotatividade de profissionais cresça, aumentando o custo da organização na contratação e preparação de novos profissionais (REVISTA BHTI, 2010). Além disso, há a

possibilidade de perda de parte do conhecimento organizacional retido pelo profissional e que não foi institucionalizado na organização.

Quão importante os profissionais das seguintes áreas serão para a organização nos próximos três anos?
(% respostas)

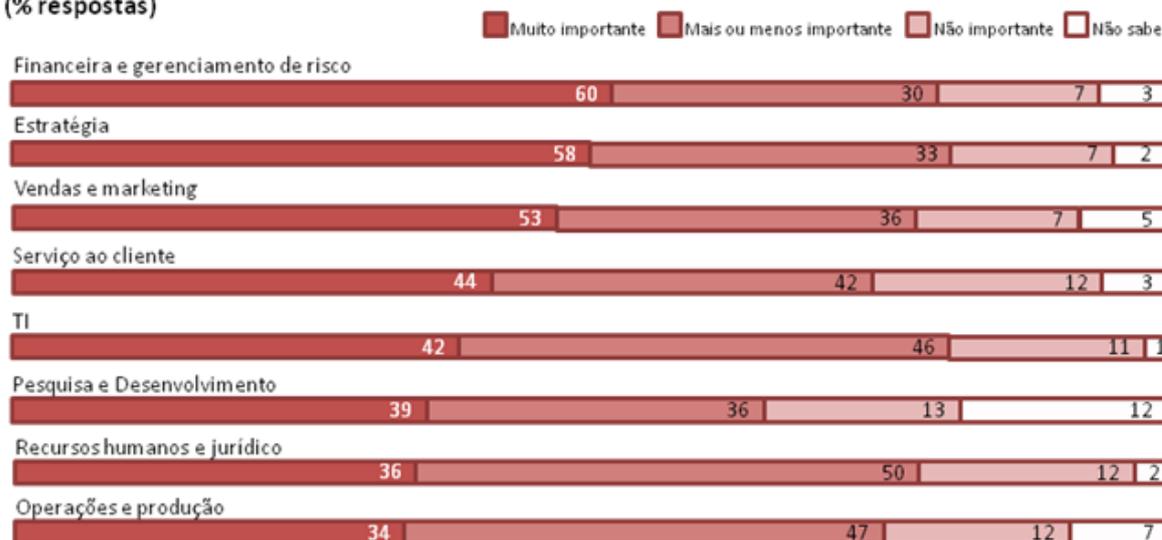


Figura 1.1. Importância das habilidades de TI para o sucesso da organização, adaptado de (EUI, 2008)

Quão importante você considera as habilidades de TI para o sucesso de sua organização?
(% respostas)



Figura 1.2. Importância dos profissionais por área, adaptado de (EUI, 2008)

A tendência é que a demanda por profissionais de TI seja ainda maior no decorrer dos próximos anos. Segundo a pesquisa realizada no Brasil pela *Financial Insight*, empresa que faz parte do *International Data Corporation* (IDC), o setor financeiro deve aumentar o orçamento de TI em 2011. A indústria financeira é, talvez, a mais importante dentre todos os setores de negócios no Brasil e é neste segmento em que se observam alguns dos maiores investimentos em TI (IDC,

2010). Outra pesquisa realizada pela Gartner, organização global de pesquisas, diz que o Brasil deveria receber US\$ 101 bilhões até o final de 2011, cerca de 15% acima dos valores de 2010, o que representa 9,6% do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Ainda de acordo com levantamentos da consultoria, o Brasil deverá chegar a US\$ 128 bilhões em gastos em TI até 2014, atingindo 10,3% do PIB.

Para que as organizações relacionadas à área de TI consigam atender as exigências do mercado, elas precisam adotar iniciativas que possibilitem a capacitação de seus funcionários e retenção do conhecimento adquirido por esses como meio de minimizar os efeitos negativos da alta rotatividade dos profissionais. Investimentos no processo de aprendizagem organizacional podem ser uma alternativa para resolver esta questão.

Organizações de diversos setores da economia estão investindo em aprendizagem e em conhecimento como meio de melhorar seus processos e responder melhor as exigências do mercado. Há inclusive pesquisas para identificar e premiar empresas que melhor aplicam os processos de aprendizagem e conhecimento como meio de melhorar seus produtos e serviços. Na pesquisa realizada pela *Global MAKE (Most Admired Knowledge Enterprises - MAKE)* para identificar as empresas mais admiradas no mundo na questão da gestão do conhecimento, foram avaliados critérios como a cultura da empresa voltada para o conhecimento, a maximização do capital intelectual, a criação de ambiente colaborativo e a criação de organizações de aprendizagem (GLOBAL MAKE, 2009).

Há muitos anos a aprendizagem organizacional é vista como crucial para as organizações obterem vantagem competitiva sustentável (STATA, 1989); (SCHEIN, 1996); (SENGE, 2000). Na literatura há dois conceitos discutidos quando se refere a aprendizagem em organização, a aprendizagem organizacional (AO) e a organização que aprende (OA), os quais são considerados complementares (LAHTEENMAKI et al., 2001); (FINGER; BRAND, 2001).

AO é um processo onde as organizações obtém o conhecimento que está localizado nas mentes dos seus membros e/ou nos artefatos epistemológicos (mapas, memórias, políticas, estratégias e programas) e o integra ao ambiente organizacional (ARGYRIS; SCHON, 1996); (STATA, 1989). A OA é um ideal, para o qual as organizações devem evoluir para alcançar a aprendizagem contínua (FINGER; BRAND, 2001) e é caracterizada por mudanças no comportamento da

própria organização como um resultado da aprendizagem (REYNOLDS; ABLETT, 1998).

A aprendizagem nas organizações é vista como um pré-requisito para a sobrevivência de qualquer organização (LAHTEENMAKI et al., 2001) principalmente em áreas envolvidas com TI, cujos avanços requerem atualização contínua por parte de todos os envolvidos. Desta maneira, as organizações envolvidas com atividades relacionadas à Engenharia de Software podem também se beneficiar das práticas de aprendizagem, mantendo o conhecimento dentro da organização.

1.1 Motivação

As organizações diretamente ligadas ao desenvolvimento de software devem adotar iniciativas para minimizar os efeitos negativos da alta rotatividade de profissionais resultante da oferta maior de empregos do que empregados. A aprendizagem organizacional pode ser um meio pelo qual os efeitos negativos são minimizados.

A aplicação da aprendizagem organizacional pode ocorrer de maneiras distintas, como por exemplo, análise de experiências anteriores (LIU, 2009); (ZHANG, 2006); (ALTHOFF et al., 2005), identificação de competências (WANG, 2009); (NEVO; WAND, 2005); (GROBELNIK; MLADENIC, 2009) e ambiente de treinamento (WANG, 2009).

O treinamento nas organizações é uma área importante para a melhoria do processo de desenvolvimento de software. Uma das primeiras dificuldades que uma empresa enfrenta ao iniciar um programa de melhoria de processos é a carência de recursos humanos habilitados para empreender o esforço de melhoria e para definir e institucionalizar novos processos (WANGENHEIN et al., 2009). Estas deficiências são provenientes, tanto de falhas na formação acadêmica, quanto de treinamentos ineficientes ou materiais disponibilizados em formatos inadequados.

Modelos de qualidade, tais como *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) e Melhoria de Processos do Software Brasileiro (MPS.BR), preveem que as organizações devem ter práticas associadas à área de treinamentos. No CMMI está definida a área *Organizational Training* (OT), cujo objetivo é desenvolver as habilidades e conhecimento das pessoas, possibilitando, assim, desempenhar seus papéis efetivamente e eficientemente (SEI, 2006). No MPS.BR está definido o processo Gerência de Recursos Humanos (GRH), cujo propósito é prover a

organização e os projetos com os recursos humanos necessários e manter suas competências adequadas às necessidades do negócio (SOFTEX, 2009). De uma maneira geral o objetivo do treinamento organizacional é garantir que os profissionais tenham as habilidades requeridas para executar suas atividades.

Os ambientes de treinamento podem ser físicos, como por exemplo, salas, auditórios e locais externos; e virtuais, ambientes computacionais tal como a Web. A Web tem a vantagem de viabilizar treinamentos corporativos remotos (ROSEMBERG, 2001). Para os engenheiros de software, além de a Web ser um ambiente familiar de trabalho, o que facilita a sua utilização, ela pode proporcionar treinamentos pontuais que permitem acompanhar mais eficientemente os avanços tecnológicos. No entanto, independentemente do ambiente ser físico ou virtual, normalmente há o papel do tutor responsável pela elaboração dos conteúdos a serem ensinados que são formalizados em materiais de aprendizagem, tais como manuais, vídeos, *podcasts*, apresentações e tutoriais.

A disponibilidade de tutores para a elaboração dos materiais de aprendizagem nas diversas áreas da Engenharia de Software pode ser financeiramente inviável. No entanto, considera-se que, em algumas situações, é possível dispor de um ambiente de aprendizagem organizacional sem o papel do tutor, como por exemplo, o compartilhamento de materiais de aprendizagem.

A internet é um imenso repositório de materiais, constituída por recursos multimídias reunindo ideias, sons, vídeos, tutoriais e imagens de todas as origens, (MERCADO, 2002), o que facilita a aprendizagem autodidata. A disponibilidade destes recursos pode auxiliar a aprendizagem de um engenheiro de software, o qual, considerando o recurso útil para a sua aprendizagem, pode compartilhá-lo com seus colegas de trabalho criando uma forma colaborativa de aprendizagem. Um ambiente de aprendizagem poderia funcionar com esta característica onde cada um é responsável pelo seu aprendizado e coopera com o aprendizado do próximo compartilhando materiais que julguem importantes para a aprendizagem de uma determinada área da Engenharia de Software.

No entanto, recursos especiais precisam ser aplicados neste ambiente para proporcionar o compartilhamento e recuperação dos materiais de aprendizagem mais adequados ao perfil do profissional, já que neste caso não há o papel do tutor para mediar estas atividades.

A identificação de estilos de aprendizagem é um importante recurso aplicado principalmente em sistemas educacionais adaptativos (GAMALEL-DIN, 2010). Segundo teorias da educação, as pessoas têm maneiras diferentes de obter e processar uma informação, alguns preferem trabalhar com informações concretas enquanto outros preferem abstrações, alguns preferem apresentações visuais enquanto outros preferem explicações verbais (FELDER; SPURLIN, 2005). A aprendizagem pode ser mais efetiva quando este tipo de característica é levado em consideração. Com o estilo de aprendizagem identificado, o ambiente poderia ser capaz de recomendar, dentre os materiais de aprendizagem disponíveis, quais são os mais adequados ao engenheiro de software. No entanto, estes materiais precisam estar organizados de uma maneira que seja possível identificar os tipos de materiais (som, vídeo, tutorial, etc.) mais adequados ao estilo de aprendizagem do profissional. Estes materiais também precisam estar estruturados de acordo com as áreas de conhecimento da Engenharia de Software, tais como as definidas no guia *Software Engineering Body of Knowledge* (SWEBOK) (ABRAN; MOORE, 2004), para facilitar a busca e recuperação por temas da área. As ontologias podem ser aplicadas para a estruturação do conhecimento envolvendo os materiais de aprendizagem.

Uma ontologia é um tipo de formalismo para representação do conhecimento aplicada para prover uma compreensão comum e compartilhada de uma estrutura de informação entre indivíduos ou organizações; possibilitar o uso de domínios de conhecimento; fazer suposições explícitas de um domínio e separar o domínio de conhecimento do domínio operacional (NOY; MCGUINNESS, 2001). Em um ambiente de aprendizagem, ontologias podem ser aplicadas para representar informações de materiais de aprendizagem, estilos de aprendizagem e as áreas do conhecimento da Engenharia de Software. As ontologias, além de prover uma estrutura compartilhada destas informações, podem ser utilizadas como mecanismos que auxiliam a classificação dos materiais de acordo com áreas da Engenharia de Software e também de acordo com o estilo de aprendizagem.

1.2 Objetivos

Dada a necessidade de profissionais de Engenharia de Software capacitados e a falta de disponibilidade destes profissionais, as organizações de desenvolvimento de software precisam disponibilizar meios de preparar seus

profissionais para exercer suas atividades. Os treinamentos podem ser aplicados para auxiliar nesta tarefa, porém muitas vezes as organizações não têm recursos suficientes para este investimento ou então, pela alta rotatividade de profissionais elas acabam sendo mais criteriosas ao investir nesta opção. No entanto, as organizações precisam de alguma forma disponibilizar soluções que ajudem no processo de aprendizagem como meio de obter a capacitação requerida.

Neste contexto, a questão principal que se pretende responder é: **Ontologias auxiliam a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com os estilos de aprendizagem e áreas da Engenharia de Software?**

Esta necessidade motivou o objetivo geral deste trabalho que é avaliar o desempenho de ontologias para a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem e a área da Engenharia de Software.

Para atender o objetivo geral deste trabalho, são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- I. Desenvolver uma ontologia para classificação de materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem.
- II. Desenvolver uma ontologia para classificação de materiais de aprendizagem de acordo com as áreas do conhecimento da Engenharia de Software.
- III. Integrar o instrumento para identificação do estilo de aprendizagem e as ontologias em um ambiente de aprendizagem.

1.3 Delimitação de escopo

O ambiente não pretende substituir os treinamentos e práticas de aprendizagem que devem ser adotadas pelas empresas desenvolvedoras de software. A proposta é que o ambiente seja um meio auxiliar onde os profissionais possam buscar parte da sua capacitação profissional e colaborar com seus colegas compartilhando materiais que julguem úteis para a aprendizagem.

Faz parte do escopo do ambiente proposto apenas organizações desenvolvedoras de software, embora o ambiente tenha características que possibilitem a aplicação em outras áreas do conhecimento. A proposta baseou-se especificamente em situações e conhecimentos que envolvem as atividades do engenheiro de software.

O ambiente não pretende substituir o papel do tutor, cuja função não se limita à elaboração de materiais de aprendizagem. O tutor também é responsável por tarefas como adequar os materiais de aprendizagem de acordo com o nível de conhecimento do aprendiz, propor atividades para exercitar o conteúdo abordado e aplicar avaliações para identificar desempenhos de aprendizagem.

1.4 Processo de trabalho

Para a execução deste trabalho, foram definidas as seguintes fases:

- Fase 1 – Preparação da Pesquisa: fase que corresponde à delimitação da área de estudo, coleta e análise das referências bibliográficas, delimitação do tema e estabelecimento dos objetivos, questões e proposições.
- Fase 2 – Estruturação da Pesquisa: fase de elaboração de um quadro referencial teórico, seleção do método de pesquisa e definição das etapas de pesquisa.
- Fase 3 – Execução da Pesquisa: fase da investigação em si, com busca e análise de trabalhos na literatura, desenvolvimento e avaliação do ambiente.
- Fase 4 - Análise dos Resultados: fase da análise dos resultados extraíndo as generalizações e conclusões.

1.5 Estrutura do documento da dissertação

O Capítulo 1, aqui apresentado, visa oferecer ao leitor um panorama geral sobre o contexto no qual se insere este trabalho de pesquisa, além de estabelecer o objetivo geral, específico e a questão de pesquisa.

O Capítulo 2 aprofunda o referencial teórico inicial descrito no Capítulo 1, focando especialmente nos temas aprendizagem organizacional, estilos de aprendizagem e ontologias.

O Capítulo 3 apresenta um posicionamento metodológico, caracteriza a pesquisa e define as estratégias para execução.

Os Capítulos 4, 5, 6 e 7 descrevem os resultados obtidos de acordo com os objetivos definidos.

O Capítulo 8 apresenta as considerações finais da pesquisa, descrevendo a relevância do estudo e as contribuições da pesquisa.

1.6 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou a importância de processos de aprendizagem como meio de minimizar os efeitos negativos da alta rotatividade de profissionais das áreas de TI, especialmente da Engenharia de Software. Apresentou também as motivações para a realização deste trabalho, os objetivos da pesquisa, a delimitação de escopo e o processo de trabalho.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

Os indivíduos não são diferenciados somente pelo conjunto de conhecimentos ou competências que possuem, mas também pela habilidade de se adaptar e administrar as mudanças demandadas pelo seu trabalho e carreira. O mesmo ocorre com as organizações. Para obter o sucesso contínuo em um mundo em mudanças, é requerida a habilidade de explorar novas oportunidades e aprender por meio de acertos ou erros do passado (KOLB, 1973). As organizações podem desenvolver estas habilidades por meio de um processo de aprendizagem onde os indivíduos ganham novos conhecimentos e *insights* e modificam seus comportamentos e ações (STATA, 1989).

Atualmente a aprendizagem nas organizações é vista como um pré-requisito para a sobrevivência das empresas. Há a necessidade de saber as condições favoráveis para se aplicar a aprendizagem e entender o seu processo com o objetivo de melhorar seus efeitos (LAHTEENMAKI et al., 2001). As organizações precisam aprender a aprender (SCHEIN, 1996).

A aprendizagem é importante em todos os tipos de organizações, sendo de extrema importância em organizações em que os avanços tecnológicos são constantes e não há mão-de-obra qualificada suficiente para atender a demanda atual, como, por exemplo, em organizações envolvidas com as atividades da Engenharia de Software. Para estas organizações sobreviverem e se manterem competitivas, elas precisam estar comprometidas com a aprendizagem sobre seus próprios processos.

Dentro deste contexto de aprendizagem em organizações, dois conceitos têm sido discutidos na literatura, os quais se referem à Aprendizagem Organizacional (AO) e Organização que Aprende (OA).

2.1 Aprendizagem Organizacional e Organizações que Aprendem

Não há uma visão ampla sobre o que constitui a AO (LAHTEENMAKI et al., 2001), porém, há um consenso geral de que a AO é um processo de mudança

adaptativo, influenciado pela experiência passada, concentrado no desenvolvimento ou na modificação de rotinas e apoiado pela memória organizacional.

Para Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento é o principal ativo no processo de aprendizagem organizacional e pode ser classificado em dois tipos: explícito e tácito. O conhecimento explícito pode ser articulado em uma linguagem formal, como afirmações gramaticais, expressões matemáticas, especificações, manuais e outros e a sua transmissão ocorre de maneira mais fácil entre as pessoas. Já o conhecimento tácito é mais difícil de ser articulado na linguagem formal, ele está incorporado à experiência individual e envolve fatores intangíveis como crenças pessoais, perspectivas e sistemas de valor. Ainda segundo Nonaka e Takeuchi, a transformação do conhecimento se dá de forma interativa e em espiral, conforme Figura 2.1, e quatro formas de conversão do conhecimento são geradas pela interação do conhecimento tácito e explícito:

- socialização (tácito em tácito): neste processo há compartilhamento de experiências, técnicas e modelos mentais ou habilidades. O indivíduo pode adquirir conhecimento sem uma linguagem formal, ela por ocorrer por meio de imitação, observação e prática;
- externalização (tácito em explícito): constitui o mais relevante processo de conversão de conhecimento, é expressado na forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos. Ele é provocado pelo diálogo ou pela reflexão coletiva. A externalização é a chave para a criação do conhecimento, pois cria conceitos novos e explícitos a partir do conhecimento tácito;
- combinação (explícito em explícito): neste processo há a sistematização de conceitos e a combinação de conjuntos diferentes de conhecimento. O conhecimento é compartilhado por meio de documentos, reuniões, conversas ao telefone ou redes de comunicação computadorizadas. A criação do conhecimento realizada por meio do treinamento formal normalmente assume essa forma; e
- internalização (explícito em tácito): neste processo há a incorporação do conhecimento explícito ao conhecimento tácito, que se relaciona diretamente com o “aprender fazendo”, como por exemplo, quando um técnico lê um manual e absorve o conhecimento a ponto de não precisar mais dele para realizar o trabalho.

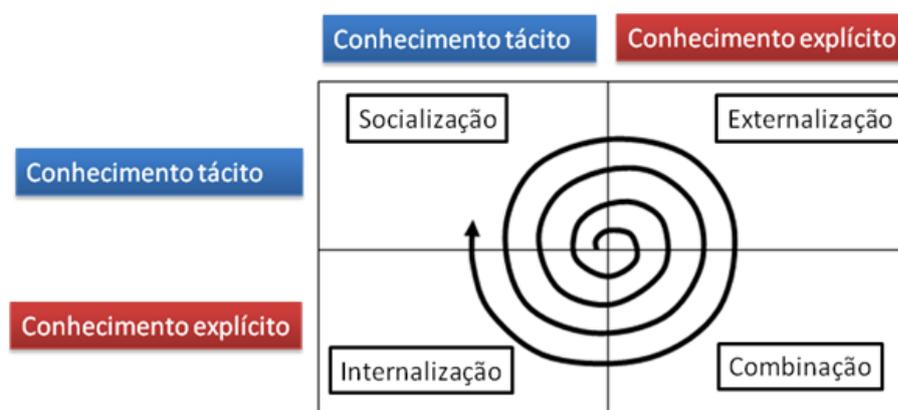


Figura 2.1. Processo de conversão do conhecimento, adaptado de (NONAKA; TAKEUCHI, 1997)

Para viabilizar a criação do conhecimento organizacional, o conhecimento tácito acumulado precisa ser socializado com os outros membros da organização, iniciando, assim, uma nova espiral de criação do conhecimento.

Em (ARGYRIS; SCHON, 1996) a AO é definida como um processo realizado por membros de uma organização, trabalhando sozinhos ou em interação, dentro de uma comunidade organizacional de inquérito onde os indivíduos questionam em favor da organização. Para os autores há dois níveis de aprendizagem organizacional, conforme a Figura 2.2, os quais são descritos a seguir:

- aprendizagem em circuito simples (*single loop learning*): ocorre após a detecção de erros, sem questionar as políticas subjacentes às ações que geraram os erros; e
- aprendizagem em circuito duplo (*double loop learning*): envolve o questionamento de valores, crenças e, conseqüentemente, das políticas decorrentes.

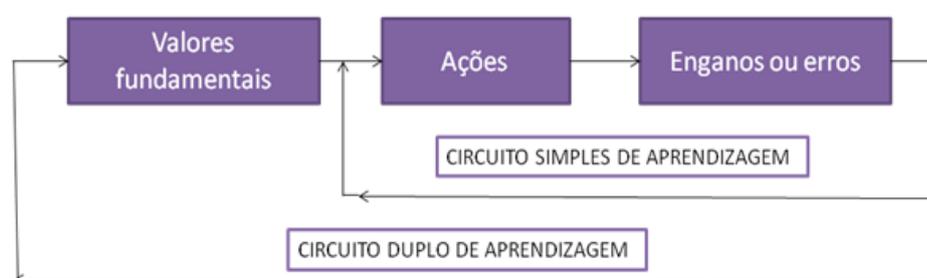


Figura 2.2. Circuitos de aprendizagem, adaptado de (ARGYRIS; SCHON, 1996)

Para tornar-se organizacional, a aprendizagem deve ser incorporada nas imagens da organização, localizadas nas mentes dos seus membros e/ou nos

artefatos epistemológicos (mapas, memórias e programas) integrado ao ambiente organizacional (ARGYRIS; SCHON, 1996).

Dentro deste contexto, a OA é outro importante conceito tratado na literatura, apresentando uma visão mais moderna, onde as organizações são vistas como estimuladores e facilitadores da aprendizagem, permitindo que seus membros aumentem continuamente sua capacidade de criar os resultados que realmente desejam. Neste tipo de organização, padrões de pensamento novos e abrangentes são estimulados, a aspiração coletiva ganha liberdade e as pessoas aprendem continuamente a aprender juntas (PEDLER et al., 1991); (SENGE, 2000); (SICILIA; LYTRAS, 2005).

Garvin (1993) descreve as principais atividades de uma OA:

- resolução de problemas sistemáticos: pensar conforme a teoria do sistema; preferir dados concretos ao invés de suposições; usar ferramentas estatísticas;
- experimentos com novas abordagens: garantir o fluxo constante de novas ideias; incentivo à tomada de riscos;
- aprender com suas próprias experiências e históricos do passado: reconhecimento do valor das falhas produtivas em vez do sucesso improdutivo;
- aprender com a experiência e melhores práticas de outras pessoas: aprendizagem por meio de pessoas mais experientes e se sentir entusiasmado com esta prática; e
- transferência rápida e eficiente do conhecimento por toda a organização: relatório, programas para rotatividade de pessoas e programas de treinamento.

Segundo Senge (2000), OA é aquela na qual os indivíduos aprimoram continuamente suas capacidades para criar o futuro que realmente gostariam de ver surgir. Senge define cinco disciplinas, apresentadas na Figura 2.3, como programas permanentes de estudo e prática que levam à OA:

- domínio pessoal: aprender a expandir as capacidades pessoais para obter os resultados desejados e criar um ambiente empresarial que estimule todos os participantes a alcançar as metas escolhidas;

- modelos mentais: consiste em refletir, esclarecer continuamente e melhorar a imagem que cada um tem do mundo, a fim de verificar como moldar atos e decisões;
- visão compartilhada: estimular o engajamento do grupo em relação ao futuro que se procura criar e elaborar os princípios e as diretrizes que permitirão que esse futuro seja alcançado;
- aprendizagem em equipe: transformar as aptidões coletivas ligadas a pensamento e comunicação, de maneira que grupos de pessoas possam desenvolver inteligência e capacidades maiores do que a soma dos talentos individuais; e
- pensamento sistêmico: criar uma forma de analisar e uma linguagem para descrever e compreender as forças e inter-relações que modelam o comportamento dos sistemas. É essa quinta disciplina que permite mudar os sistemas com maior eficácia e agir mais de acordo com os processos do mundo natural e econômico.



Figura 2.3. As cinco disciplinas de Senge

No entanto, há muita confusão conceitual em torno dessas abordagens (LAHTEENMAKI et al., 2001); (FINGER; BRAND, 2001). A OA é um ideal, para o qual as organizações devem evoluir, a fim de serem capazes de responder rapidamente às situações exigidas. Por outro lado, a AO é o processo pelo qual as

organizações finalmente alcançam o ideal de uma OA. A AO pode ocorrer sem que resulte em uma OA e o contrário também (FINGER; BRAND, 2001).

Apesar dos dois conceitos apresentarem algumas diferenças de abordagem, pode-se considerar que ambos tratam de aprendizagem em organizações, onde se busca por meio de suas experiências a evolução de suas habilidades. Por meio deste processo, as organizações obtêm o conhecimento que está localizado nas mentes dos seus membros e/ou nos artefatos epistemológicos (mapas, memórias, políticas, estratégias e programas) e o integra ao ambiente organizacional (ARGYRIS; SCHON, 1996); (STATA, 1989). Considerando este ponto de convergência e também a falta de consenso observado na literatura no emprego destes dois termos, ambos foram considerados como compatíveis com a proposta deste trabalho. Porém, para facilitar a leitura, a partir deste ponto, apenas o termo aprendizagem organizacional será utilizado representando a junção das características dos conceitos AO e OA.

Na literatura encontram-se abordagens distintas para a aprendizagem organizacional, dentre as quais se destacam:

- aprendizagem por meio de experiências anteriores: utilizar lições aprendidas ou relatos de experiências de forma a evitar que erros do passado se repitam ou então que processos sejam melhorados (NUNES et al., 2009); (EL-TAYEH et al., 2008); (LIU, 2009); (ZHANG, 2006); (ALTHOFF et al., 2005); (FOGUEM et al., 2008); (CHOUDHARY, 2009); (ZDRAHAL et al., 2007).
- aprendizagem por meio de identificação de competências: gerenciar o conhecimento das pessoas, habilidades e competências necessárias para uma equipe de projeto (LIU, 2009); (GARRO et al., 2006); (WANG, 2009); (NEVO; WAND, 2005); (GROBELNIK; MLADENIC, 2009).
- aprendizagem na execução de tarefas: facilitar a aprendizagem de novos funcionários ou aquisição de novos conhecimentos na mudança de processos (LIU, 2009); (LI; CHANG, 2009); (ZDRAHAL et al., 2007);
- aprendizagem baseada em feedbacks: melhorar ou inovar por meio de processos de feedbacks tanto de clientes quanto de colaboradores da organização (LIU, 2009); (MOLCHO et al., 2008);
- aprendizagem baseada em discussão: encontrar a melhor solução ou identificar problemas de maneira colaborativa (ALTHOFF et al., 2005);

- aprendizagem de tendências da organização: identificar tendências de mudanças nas organizações de forma a prever e antecipar situações futuras (GROBELNIK; MLADENIC, 2009); e
- ambiente de treinamento: disponibilizar recursos de aprendizagem e acompanhamento do desempenho do aprendiz (WANG, 2009).

No entanto, para que a aprendizagem se torne mais eficiente, é importante considerar que alguns aprendizes se sentem mais a vontade com teorias e abstrações; outros se sentem melhores com fatos e observações de fenômenos; outros preferem aprendizagem ativa e alguns preferem um direcionamento mais introspectivo; além dos que preferem apresentações visuais às explicações verbais. A estas características denomina-se estilo de aprendizagem (FELDER; BRENT, 2005).

2.2 Estilo de aprendizagem

Kolb (1973) define o conceito de estilo de aprendizagem como diferenças individuais na aprendizagem baseadas nas preferências dos aprendizes, empregando diferentes fases do ciclo de aprendizagem.

Os aprendizes aprendem de várias maneiras, vendo e ouvindo, refletindo e agindo, raciocinando logicamente e intuitivamente, memorizando e visualizando, fazendo analogias e construindo modelos matemáticos (FELDER; SILVERMAN, 1988).

Para Lawrence (1993), compreender a motivação de um aluno e os estilos de aprendizagem é fundamental. É importante entender porque algumas abordagens funcionam para uns, mas não para outros. Algumas pessoas preferem percepções intuitivas, outras sensitivas; algumas pessoas preferem abordagens extrovertidas e outras introvertidas. Estas diferenças não são meras curiosidades e devem ser usadas para melhorar a eficiência do trabalho das pessoas.

Aprendizes visuais recordam melhor o que eles veem como, por exemplo, figuras, diagramas, fluxos, filmes, demonstrações e outros. Se alguma coisa é simplesmente dita, provavelmente eles esquecerão. Aprendizes auditivos lembram melhor o que eles ouvem e mais ainda o que eles ouvem e dizem, preferem discussões e explicações verbais às demonstrações visuais (FELDER; SILVERMAN, 1988).

Parte da aprendizagem depende da preparação prévia e habilidade do aluno, mas também da compatibilidade das características do aluno como aprendiz e o estilo de aprendizagem do instrutor. Os estudantes têm diferentes níveis de motivação, diferentes atitudes sobre ensino e aprendizagem e diferentes respostas para ambientes específicos e práticas instrutoras. Quanto melhor os instrutores compreenderem as diferenças, maior chance de encontrar as diversas necessidades para todos os seus aprendizes (FELDER; BRENT, 2005).

A compreensão se dá melhor entre estilos similares de aprendizagem. Se em um processo de instrução houver a consciência das características, o aprendiz poderá receber uma aprendizagem mais adequada (LAWRENCE, 1993).

No entanto, Felder e Brent (2005) concordam que personalizar uma instrução de acordo com as características individuais de cada aluno é impraticável, assim como adotar um único estilo de instrução é ineficaz. Os autores concluem que uma abordagem que procura acomodar diversas necessidades, pelo menos parte do tempo, é a melhor instrução que se pode fazer.

O estilo de aprendizagem pode ser entendido como a maneira que as pessoas aprendem e absorvem melhor as informações, neste caso nenhum estilo é melhor do que o outro, simplesmente é diferente (FELDER; BRENT, 2005).

Um modelo de estilo de aprendizagem classifica o aprendiz de acordo com uma escala que define as formas como este recebe e processa a informação (FELDER; SILVERMAN, 1988). Alguns modelos para estilo de aprendizagem têm sido desenvolvidos, dentre eles destacam-se o Indicador de Tipos de Myers e Briggs (*Myers-Briggs Type Indicator* - MBTI), a teoria de Kolb e o modelo de Felder e Silverman.

2.2.1 Indicador de Tipos de Myers e Briggs

Katherine Cook Briggs e Isabel Briggs Myers (mãe e filha) criaram o MBTI como um instrumento para determinar o tipo de personalidade das pessoas e o estilo de aprendizagem, que foi publicado em 1962 pelo Serviço de Teste Educacional. O MBTI é baseado na teoria de Carl Jung e é formado por questões fechadas com duas alternativas (LAWRENCE, 1993).

Segundo este indicador, as pessoas são classificadas de acordo com suas preferências em quatro escalas, que podem ser vistas na Figura 2.4, e para cada uma delas um tipo de indivíduo é identificado:

- Extroversão(E)/Introversão(I): extrovertido: prefere a ação, pensa alto ao revelar suas ideias, tem maior contato com o mundo externo, gosta de ter pessoas ao redor, possui facilidade de comunicação; introversão: prefere a reflexão, foca no mundo interno das ideias, é mais reservado, prefere trabalhar sozinho, possui dificuldade em se comunicar. Ações extrovertidas e reflexões introvertidas são essenciais nos seres humanos, no entanto as pessoas são diferentes na predominância de um ou outro;
- Sensoriamento(S)/Intuição(N): prático: tem poder acurado de observação, memória para fatos e detalhes, capacidade de ver as coisas como são, prefere formas práticas à teoria, possui foco em fatos e procedimentos, prefere formas estáveis de trabalhar, tende a ser bom em trabalhos precisos, raramente são inspirados; intuitivo: prefere criar novos conhecimentos a lidar com os conhecimentos existentes, gosta de lidar com novos problemas, não gosta de fazer coisas repetidas, é paciente com situações complexas, segue suas inspirações.
- Pensar(T)/Sentir(F): pensador: preferência por um pensamento objetivo, imparcial e justo, possui habilidade para a análise lógica, toma decisões baseadas na lógica e regras, tem dificuldade em lidar com sentimentos pessoais, prefere áreas que demandam habilidades técnicas; sentimental: toma decisões baseadas em considerações pessoais e humanísticas, deseja a harmonia, tem capacidade de compaixão e empatia, prefere áreas que demandam habilidades interpessoais.
- Julgar(J)/Perceber(P): julgador: trabalha melhor quando pode planejar seu trabalho e seguir seu planejamento, decide coisas rapidamente, possui dificuldade em identificar coisas que precisam ser feitas, julga mesmo com informações incompletas; compreensível: se adapta bem às mudanças, tem dificuldades para tomar decisões, adia julgamentos até obter maiores informações.

E EXTROVERSÃO (<i>Extraversion</i>)	I INTROVERSÃO (<i>Introversion</i>)
S SENSORIAMENTO (<i>Sensing</i>)	N INTUIÇÃO (<i>Intuition</i>)
T PENSAR (<i>Thinking</i>)	F SENTIR (<i>Feeling</i>)
J JULGAR (<i>Judgment</i>)	P PERCEBER (<i>Perception</i>)

Figura 2.4. As quatro escalas do MTBI, adaptado de (LAWRENCE, 1993)

A combinação das quatro escalas pode resultar em dezesseis tipos diferentes de personalidades. Todas as pessoas, de alguma maneira, usam processos de cada uma das escalas. O que difere é como e quão bem são usados. No entanto, para cada pessoa, um dos processos é dominante (LAWRENCE, 1993).

O MTBI é um instrumento aplicado somente por indivíduos certificados, os quais devem atender requisitos específicos para interpretar os resultados do instrumento.

2.2.2 Teoria de Kolb

Em 1984 Kolb e Kolb (2005) sistematizaram os mecanismos envolvidos na modalidade de aprendizagem pela experiência por meio do *Experiential Learning Theory* (ELT), onde eles definem duas escalas que indicam como as pessoas obtêm e processam a informação:

- experiência concreta (*Concrete Experience* - CE) ou conceituação abstrata (*Abstract Conceptualization* - AC): como eles obtêm a informação;
- experimentação ativa (*Active Experimentation* - AE) ou observação reflexiva (*Reflective Observation* - RO): como eles processam a informação.

Baseados nestas duas escalas, quatro estilos de aprendizagens distintas são identificados. Cada uma das escalas e dos estilos de aprendizagem identificados são representados na Figura 2.5 e descritos a seguir:

- divergente (CE/RO): tem as habilidades de aprendizagem CE e RO dominantes, é capaz de olhar as coisas sob diferentes perspectivas, é sensitivo, prefere assistir a fazer, tende a obter informações e usar a imaginação para resolver problemas. Indivíduos com o estilo de aprendizagem divergente tendem a ser mais criativos e emocionais, também preferem trabalhar em grupos e têm mente aberta para novidades, tendência em trabalhar com artes;
- assimilador (AC/RO): tem as habilidades AC e RO dominantes, prefere abordagens lógicas e concisas, ideias e conceitos são mais importantes que pessoas, é capaz de compreender uma grande quantidade de informações e colocá-las em ordem concisa e lógica. É atraído mais pelas teorias do que pelos valores práticos, tende a trabalhar com a ciência e em situações formais de aprendizagem prefere leituras, explora materiais analíticos e prefere ter tempo para pensar sobre as coisas;
- convergente (AC/AE): tem as habilidades AC e AE dominantes, é habilidoso em encontrar uso prático de ideias e teorias, resolve problemas e toma decisões com facilidade. Prefere lidar com tarefas técnicas a problemas interpessoais. Este estilo é recomendável em carreiras profissionais de tecnologias e especialistas. Em situações formais de aprendizagem, prefere ter experiências com novas ideias, simulações, laboratórios e aplicações práticas; e
- acomodador (CE/AE): tem as habilidades CE e AE dominantes, tem habilidade em aprender com experiências, gosta de executar planos e se envolver em experiências novas e desafiadoras. Na resolução de problemas baseia-se mais em informações de pessoas do que em suas próprias análises técnicas. Este estilo é recomendável em carreiras profissionais orientadas para marketing e venda. Em situações normais de aprendizagem preferem trabalhar com outros para executar o que precisa ser feito, definir objetivos, fazer trabalho de campo e testar diferentes abordagens para completar um projeto.

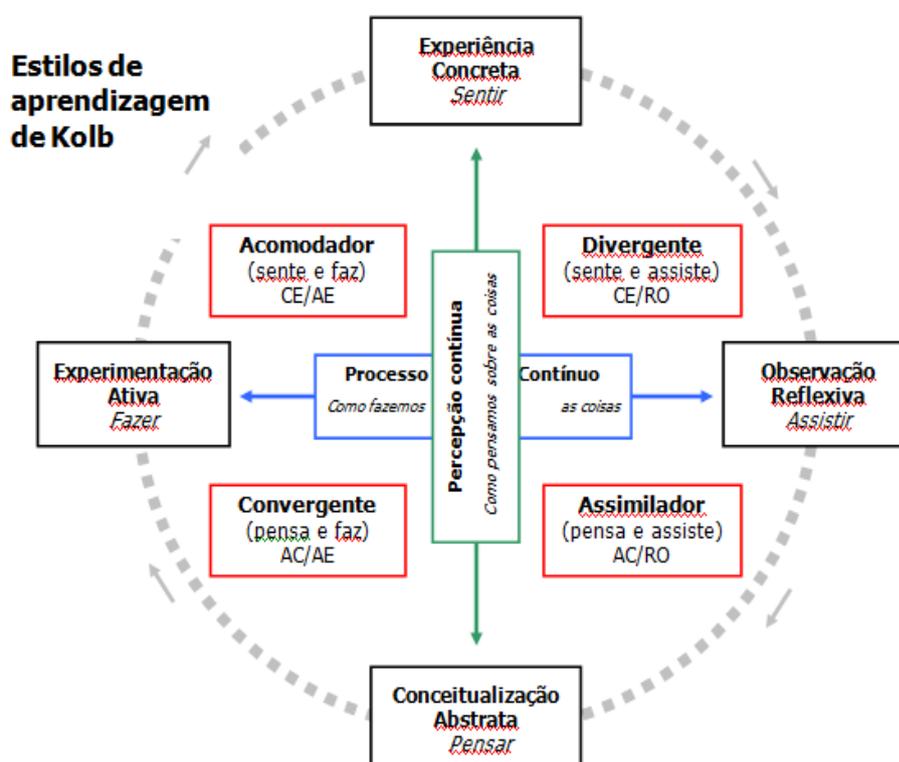


Figura 2.5. Estilo de aprendizagem baseado no modelo de Kolb, adaptado de (CHAPMAN, 2005)

O estilo de aprendizagem individual da teoria ELT é obtido por meio do *Learning Style Inventory* (LSI), o qual é comercializado. Honey e Mumford, tendo como base o modelo de Kolb desenvolveram o *Learning Style Questionnaire* (LSQ) para determinar o estilo de aprendizagem. Há duas versões do LSQ, uma com oitenta questões e outra com quarenta questões. Os manuais estão disponíveis para comercialização (HONEY, 2010).

2.2.3 Modelo de Felder e Silverman

O modelo de estilos de aprendizagem proposto por Felder e Silverman em (1988) destina-se à aplicação específica na educação em engenharia e abrange cinco dimensões da aprendizagem: Percepção (Sensorial/Intuitiva), *Input* (Visual/Verbal), Organização (Indutiva/Dedutiva), Processamento (Ativo/Reflexivo) e Entendimento (Sequencial/Global).

O estilo de aprendizagem de um estudante pode ser definido pelas respostas das quatro questões abaixo (FELDER; BRENT, 2005):

- Que tipo de informação, preferencialmente, o estudante percebe: sensorial (sinais, sons, sensações físicas) ou intuitiva (memórias, pensamentos,

insights)? Aprendizizes sensoriais tendem a ser mais práticos, metódicos e orientados pelos fatos. Aprendizizes intuitivos normalmente são mais confortáveis com abstrações (teorias, modelos matemáticos). Esta escala é idêntica ao sensoriamento-intuitivo da escala do indicador de Myers-Briggs;

- Qual tipo de informação sensorial é melhor percebido: visual (gravuras, diagramas, gráficos, demonstrações), ou verbal (escrita e explicações faladas)?;
- De que maneira o estudante prefere processar a informação: ativamente (por meio de discussão ou atividade física) ou reflexivamente (por meio introspectivo)? Esta escala é idêntica ao ativo-reflexivo de Kolb e relacionado ao extrovertido e introvertido do MBTI;
- Como o estudante progride com relação ao entendimento: sequencialmente (progressão lógica de passos incrementais) ou globalmente? Aprendizizes sequenciais geralmente pensam de uma maneira linear e são capazes de funcionar mesmo com uma compreensão parcial de um material estudado, enquanto os aprendizes globais tendem a pensar de uma maneira orientada pelo sistema e têm dificuldades em compreender novos materiais até que se tenha uma compreensão completa sobre o assunto e identificar como isto se relaciona com os materiais que eles já conhecem.

Para identificar o estilo de aprendizagem um instrumento denominado Índice de Estilos de Aprendizagem (ILS) foi desenvolvido por Felder e Soloman. O ILS é um instrumento para acessar as preferências de um indivíduo de acordo com quatro escalas, sendo composto por quarenta e quatro questões com duas opções de resposta. Está disponível sem custos para indivíduos que desejam identificar suas preferências, alunos, professores ou pesquisadores e pode ser licenciado para organizações não educacionais (FELDER; SOLOMAN, 1991).

É notável a preocupação com a melhoria dos processos de aprendizagem, seja por meio de processos colaborativos ou com a identificação dos estilos de aprendizagem que melhor se adéquam ao aprendiz. A tecnologia também tem sido um importante aliado.

Mercado (2002) ressalta que a disponibilidade de novas tecnologias poderá facilitar a criação de projetos pedagógicos, as informações tornam-se mais

acessíveis e os aprendizes tornam-se criadores de conteúdo. Um exemplo é a internet, a qual se tornou um imenso repositório de materiais de aprendizagem constituída por recursos multimídias reunindo ideias, sons, vídeos, tutoriais, imagens de todas as origens (MERCADO, 2002), o que facilita a aprendizagem colaborativa, autodidata e o reúso dos conteúdos.

Diante das tecnologias disponíveis e teorias educacionais as quais permitem aprendizagens colaborativas, compartilhamento de conteúdos e utilização dos materiais de aprendizagem mais adequados ao seu estilo de aprendizagem, uma nova forma de aprender é possível. O indivíduo tem condição de ser responsável pelo seu conhecimento, ter autonomia para escolher seus materiais de aprendizagem e compartilhá-los com os demais.

No entanto, para que esta abordagem funcione eficientemente, funcionalidades devem ser disponibilizadas para auxiliar a aprendizagem, como, por exemplo, estruturação dos materiais de aprendizagem e a busca dos materiais mais adequados ao perfil dos indivíduos. Na estruturação deve ser considerado à qual domínio de conhecimento o conteúdo do material se refere para facilitar a recuperação por um tema em específico e considerar também as características do material para identificar à qual estilo de aprendizagem o material pode ser mais eficiente quando empregado. As informações armazenadas nesta estrutura são importantes para auxiliar a tarefa de busca do material de aprendizagem mais adequado aos interesses do indivíduo. Para a representação desta estrutura de conhecimento e busca dos materiais, ontologias podem ser aplicadas.

2.3 Ontologias

Ontologia é um tipo de formalismo utilizado para a representação do conhecimento e tem sido utilizada com os seguintes objetivos: prover uma compreensão comum compartilhada de uma estrutura de informação entre pessoas ou agentes de software, possibilitar o reúso de domínios de conhecimento, fazer suposições explícitas de um domínio e separar o domínio de conhecimento do domínio operacional (NOY; MCGUINNESS, 2001).

O termo ontologia pode significar coisas distintas para membros de comunidades diferentes e historicamente tem origem na Filosofia. Na comunidade da Ciência da Computação o termo passou a ser utilizado no contexto de compartilhamento da informação referente a descrições formais de domínios

particulares. Na comunidade de Inteligência Artificial o termo se popularizou com o uso das ontologias para compartilhamento de conhecimento e reúso (LACY, 2005).

Ontologias têm sido utilizadas para propósitos diferentes (processamento de linguagem natural, gerenciamento do conhecimento, e-commerce, integração inteligente de informações, web semântica e outros) e em comunidades diferentes (Engenharia do Conhecimento, Banco de Dados, Engenharia de Software e outros) (CORCHO et al., 2003). Na Web Semântica, ontologias exercem um papel fundamental no sentido de tornar as informações da internet mais acessíveis utilizando metadados compreensíveis por máquinas. Ontologias compartilhadas definem um entendimento comum de termos específicos e isto torna possível a comunicação no nível semântico (BOUQUET et al., 2004).

Em (LACY, 2005) são apontadas as seguintes características de uma ontologia:

- entendimento comum de um domínio: possibilita uma compreensão comum e compartilhada entre pessoas e sistemas, reduzindo os desentendimentos sobre o domínio que descrevem, por meio do uso de conceitos e relações formais;
- semântica explícita: proporciona a redução de ambiguidade, resultando em um processo de desenvolvimento de software mais simples para codificação de aplicações que precisam de integração e interoperabilidade;
- expressividade: possui uma representação suficientemente expressiva para possibilitar a interpretação de um software e dar suporte a uma inferência eficiente; e
- compartilhamento de informações: suporta o compartilhamento e reúso de informações, no entanto, é necessário utilizar a mesma linguagem para representação das informações.

2.3.1 Definição de ontologia

Há várias definições sobre o que é uma ontologia e elas têm mudado ao longo do tempo (CORCHO et al., 2003). Uma das definições mais conhecidas é apresentada por (GRUBER, 1993A) , que define ontologia como uma especificação explícita de uma conceituação. Segundo Gruber, uma conceituação é uma visão

abstrata e simplificada de um mundo que queremos representar para algum propósito.

Para Borst (1997), uma ontologia é uma especificação formal de uma conceituação compartilhada, sendo formal pelo fato de ser compreensível aos computadores e compartilhado por tratar de conhecimento consensual.

Studer et al. (1998), estabelecem uma nova definição onde ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada, esta definição é uma combinação das definições de Gruber e Borst.

Guarino (1998) discute a definição de Gruber incluindo o aspecto intencional para esclarecer a diferença entre uma ontologia e uma conceituação e estabelece uma visão de construir ontologias usando teoria lógica. Para Guarino uma ontologia é considerada um conjunto de axiomas lógicos que corresponde ao significado intencional de um vocabulário. Dada uma linguagem **L** com compromisso ontológico **K**, uma ontologia para **L** é o conjunto de axiomas descritos de uma maneira que o seu modelo se aproxima o máximo possível do conjunto de modelos intencionais de **L** de acordo com **K**. Em geral, não é uma tarefa fácil encontrar os axiomas corretos.

As diferentes definições são geradas por pontos de vistas diferentes e complementares a uma mesma realidade. Alguns autores criam definições que são independentes do processo, enquanto outras são influenciadas pelo processo de desenvolvimento (CORCHO et al., 2003).

A definição de ontologia pode se basear também na complexidade da sua estrutura. Uma ontologia pode descrever uma hierarquia de conceitos ligados por relações de subsunção, conceito mais alinhado às taxonomias; ou uma estrutura, onde são adicionados os axiomas com o objetivo de expressar relações entre os conceitos e restringir suas interpretações intencionais (GUARINO, 1998).

A comunidade de ontologias faz uma distinção entre ontologias que são principalmente uma taxonomia, daquelas que modelam um domínio de maneira a fornecer restrições sobre a semântica. As ontologias *lightweight* incluem na sua estrutura apenas conceitos, relações e propriedades e as ontologias *heavyweight* adicionam axiomas às ontologias *lightweight* (CORCHO et al., 2003). Esta distinção destaca a diferença de estrutura de conhecimento que cada uma delas pode representar. Enquanto as ontologias mais simples definem uma estrutura de conhecimento, as ontologias mais complexas adicionam o poder de raciocínio à esta estrutura. A capacidade de raciocínio permite a uma ontologia, por meio de

expressões lógicas, inferir novos conhecimentos baseados em conhecimentos existentes. Esta característica permite que o comportamento de um sistema computacional não esteja condicionado somente aos fatos representados em um banco de dados.

Diferentemente de estruturas de dados tradicionais, as ontologias podem expressar relações extremamente complexas entre os conceitos representados. Nesta estrutura complexa, o objetivo principal é a captura de conhecimentos e a reutilização do modelo de um domínio em vez de prover uma estrutura para armazenamento de dados de instâncias (MUSEN, 2002).

2.3.2 Tipos de ontologias

Na literatura, ontologias são classificadas de acordo com diferentes características. Guarino (1998) as caracteriza de acordo com o nível de generalidade do conteúdo representado em ontologias de alto nível, de domínio, de tarefa e de aplicação, conforme Figura 2.6. Estes níveis são descritos a seguir:

- ontologia de alto nível: descreve conceitos ou conhecimentos de senso comum que são independentes de um domínio ou problema particular.
- ontologia de domínio: fornece um vocabulário relacionado a um domínio genérico, especializando termos introduzidos na ontologia de alto nível.
- ontologia de tarefa: descreve uma tarefa ou atividade genérica, especializando também os termos introduzidos na ontologia de alto nível.
- ontologia de aplicação: descreve conceitos dependentes de um domínio ou de uma tarefa particular, sendo que estas ontologias frequentemente estendem ou especializam as ontologias de domínio e de tarefa.

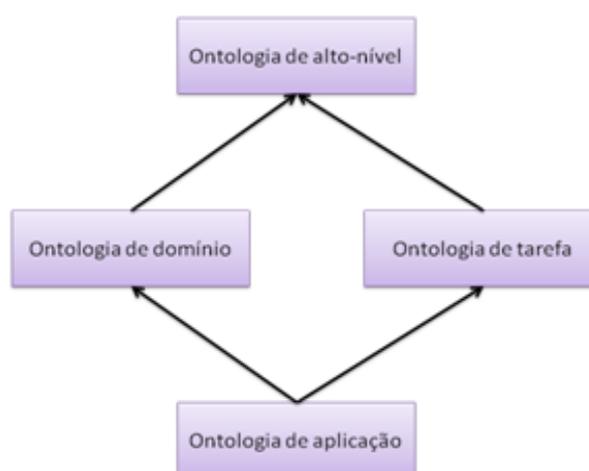


Figura 2.6 Tipos de ontologias de acordo com o conteúdo, adaptado de (GUARINO, 1998)

Em (LASSILA; MCGUINNESS, 2001) ontologias são classificadas de acordo com a “riqueza” de sua estrutura interna. As principais categorias são:

- vocabulários controlados: são as ontologias mais simples, por exemplo, um catálogo.
- glossários: são listas de termos e significados, geralmente expressos em linguagem natural.
- tesouro: provê semântica adicional entre termos e relação de sinônimo, no entanto não provê uma estrutura hierárquica explícita.
- hierarquia informal “*is-a*”: tem uma noção geral de generalização e provê especialização apesar de não ser uma hierarquia de subclasse rigorosa.
- hierarquia formal “*is-a*”: organiza conceitos de acordo com uma hierarquia de subclasses rigorosa.
- frames: incluem classes e suas propriedades e podem ser herdados por classes de nível inferior da taxonomia formal “*is-a*”.
- restrição de valor: permite à aplicação restringir os valores associados a uma propriedade.
- restrições em lógica geral: são geralmente escritas em linguagem ontológica bastante expressiva, permitindo a especificação de restrição em lógica de primeira ordem em conceitos e suas propriedades.

Independentemente do tipo da ontologia, a sua aplicação vem se tornando uma tendência em diversas áreas pois ontologias permitem representações de conhecimentos por meio de estruturas simples ou complexas, com conteúdos mais especializados ou gerais.

Existem critérios de projeto que guiam o desenvolvimento de ontologias com o propósito de compartilhamento do conhecimento, alguns desses critérios são descritos a seguir.

2.3.3 Critérios para o desenvolvimento de ontologias

No processo de desenvolvimento de uma ontologia, alguns critérios devem ser seguidos com o propósito de tornar o conhecimento compartilhado e interoperável entre os sistemas e pessoas que se comunicam. Com este objetivo, Gruber (1993) propôs um conjunto preliminar de critérios a serem seguidos no desenvolvimento de uma ontologia:

- clareza: devem-se restringir as possibilidades de diferentes interpretações dos termos. Sempre que possível devem-se utilizar axiomas lógicos para a definição completa de um conceito, utilizando condições necessárias e suficientes. O formalismo deve ser utilizado com o fim de representar o significado dos termos, possibilitar definição objetiva e fazer distinções explícitas que evitem a ambiguidade;
- coerência: as inferências devem ser consistentes com a conceituação. A coerência também deve existir nos conceitos definidos informalmente como, por exemplo, a documentação gerada em linguagem natural. As inferências feitas pelos axiomas definidos formalmente não podem contradizer uma descrição informal. Devem-se evitar conclusões que são inconsistentes com a conceituação;
- extensibilidade: ao projetar a ontologia, deve-se pensar em sua futura reutilização. Ela deve ser flexível o suficiente para que outras pessoas possam complementá-la ou especializá-la sem que haja necessidade de revisão das definições existentes. A ontologia precisa ser genérica e, no entanto, possibilitar especializações requeridas;
- mínimo viés de codificação: a tarefa de conceituação deve se concentrar no nível de conhecimento e independente dos níveis de codificação de símbolos, ou seja, as escolhas não podem ser influenciadas por conveniências ou dificuldades de implementação;
- mínimo compromisso ontológico: deve-se evitar especializar o modelo definindo apenas os termos essenciais para uma comunicação eficiente do conhecimento. As concessões devem ser as mínimas possíveis, permitindo maior liberdade para futuras especializações conforme as necessidades do mundo a ser modelado.

O processo de construção de ontologias pode ser apoiado por métodos, metodologias, linguagens e ferramentas.

2.3.4 Construção de ontologias

Para a construção de ontologias é necessário definir os métodos ou metodologias, a linguagem para formalizar a ontologia e as ferramentas que apoiam este processo.

Métodos e metodologias podem ser utilizados com o objetivo de melhorar o processo de construção de ontologias. Alguns dos métodos disponíveis são: Uschold e King (USCHOLD; KING, 1995), KACTUS (BERNARAS et al., 1996) e SENSUS (SWARTOUT et al., 1997), enquanto algumas das metodologias disponíveis são: Gruninger e Fox (GRUNINGER; FOX, 1995), 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001) e METHONTOLOGY (PEREZ et al., 1996). Cada método e metodologia pode apresentar abordagens distintas no processo de desenvolvimento, algumas preveem a construção da ontologia desde o seu início, enquanto outras preveem a construção a partir de uma ontologia existente. No entanto, nenhuma abordagem ainda é madura o suficiente quando comparada com as metodologias propostas para a Engenharia de Software e Engenharia do Conhecimento (CORCHO et al., 2003).

A implementação de ontologias depende da utilização de uma linguagem formal para que esta seja compreensível por computadores. Algumas linguagens disponíveis para a representação formal de ontologias são: Loom (MACGREGOR, 1991), KIF (*Knowledge Interchange Format*) (GENESERETH; FIKES, 1992), OIL (*Ontology Inference Layer* ou *Ontology Interchange Language*) (HORROCKS et al., 2000) e *Web Ontology Language* (OWL) (DEAN et al., 2002).

Para dar apoio às tarefas relacionadas à implementação de uma ontologia, há diversas ferramentas, também conhecidas como editores de ontologias. Algumas destas ferramentas são: WebOnto (DOMINGUE, 1998), WebODE (ARPÍREZ et al., 2001), OntoEdit (SURE et al., 2002) e Protégé (PROTÉGÉ, 2011).

Algumas iniciativas para o desenvolvimento de ontologias para a área de Engenharia de Software, materiais e estilos de aprendizagem já foram feitas, cada uma utilizando diferentes metodologias, linguagens e ferramentas.

Embora ontologia seja um tópico importante de pesquisa, também há poucos artigos disponíveis sobre a sua aplicação no processo de aprendizagem organizacional. A revisão sistemática de literatura realizada nesta pesquisa mostrou que, dos 353 artigos obtidos, somente 12 eram diretamente relacionados com o contexto pesquisado. É possível que isso tenha ocorrido pelo fato de pesquisadores poderem utilizar diferentes termos para aprendizagem organizacional, ou pela dificuldade em se criar e aplicar ontologias em organizações (VALASKI et al., 2012).

2.3.5 Ontologias para Engenharia de Software, materiais de aprendizagem e estilos de aprendizagem

Algumas ontologias de acordo com o escopo deste trabalho já foram desenvolvidas e são discutidas a seguir.

- **Ontologias para a área de conhecimento da Engenharia de Software**

Com uma abordagem mais genérica do domínio da Engenharia de Software, Mendes e Abran (2005) apresentam um protótipo de uma ontologia para representação do domínio da Engenharia de Software, tendo como base o SWEBOK. O SWEBOK é um guia criado sob o patrocínio do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) com o objetivo de servir de referência para assuntos pertinentes à área de Engenharia de Software. O guia apresenta uma classificação hierárquica dos tópicos tratados pela Engenharia de Software, onde o nível mais alto são as áreas do conhecimento, as quais estão representadas na Figura 2.7. A extração literal do guia nesta ontologia resultou em aproximadamente 4000 conceitos. Nesta abordagem, não houve a intenção de estabelecer uma estrutura hierárquica das áreas do conhecimento da Engenharia de Software.

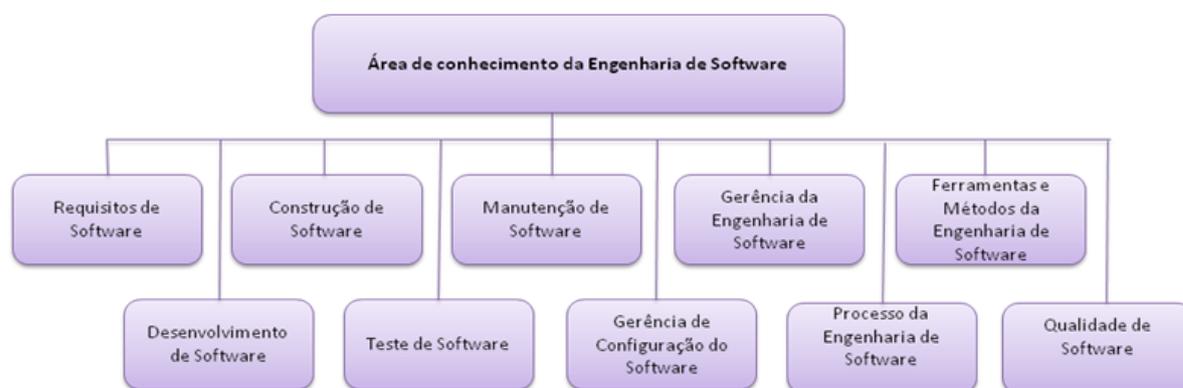


Figura 2.7. Áreas do conhecimento da Engenharia de Software, adaptado de (ABRAN; MOORE, 2004)

Wille et al. (2004) descrevem uma abordagem para a construção de uma ontologia no domínio da Engenharia de Software. O ponto de partida para a proposta da ontologia foi o guia SWEBOK. Segundo os autores, pontos de vistas distintos não permitem um consenso sobre os termos da Engenharia de Software discutidos no SWEBOK e a ontologia poderia ser aplicada para ajudar a melhorar

esta questão. Nestes trabalhos apenas conceitos foram identificados e não houve o desenvolvimento da ontologia.

Sicilia et al. (2005) também propõem uma ontologia baseada no SWEBOK com uma parte descritiva para caracterizar artefatos e atividades e uma parte prescritiva, com abordagens e regras para atividades concretas práticas que são “comumente aceitas”.

Hilera et al. (2005) propõem uma ontologia denominada OntoGLOSE baseada no Glossário de Terminologia da Engenharia de Software, publicada pela IEEE. A OntoGLOSE inclui cerca de 1500 conceitos, correspondendo a 1300 termos do glossário com seus diferentes significados.

Também são encontradas abordagens mais específicas do domínio da Engenharia de Software. O Win-Win representa o conhecimento do modelo de mesmo nome, criado para gerenciar a colaboração e a negociação necessária produzidas pelas pessoas envolvidas no estágio do ciclo de vida de software (BOSE, 1995). A ONTODM representa o conhecimento de técnicas para a especificação de requisitos de uma família de sistemas multiagente em um domínio de aplicação. Está sendo usada como uma ferramenta CASE para auxiliar na elicitação e especificação de modelos de domínio (GIRARDI; FARIA, 2003). Sánchez et al. (2005) propõem uma ontologia para representar os diferentes significados do termo “modelo”, com a incorporação de diferentes conceitos relacionados ao termo, de acordo com a subárea Modelagem Conceitual da área Análise de Requisitos do SWEBOK. Em (CYC, 2011) é proposto uma subOntologia de UML integrada à ontologia OpenCyc com cerca de 100 conceitos, 50 relacionamentos e 30 instâncias, incluindo o UMLModel, UMLClassifier, UMLClass e UMLStateMachine, de acordo com a subárea Notações de Projeto de Software, da área Projeto de Software, no SWEBOK.

Deridder (2002) apresenta uma ontologia geral sobre conceitos relacionados à manutenção de software. Já Dias et al. propõem uma ontologia organizada em cinco subontologias para representar o conhecimento relacionado com sistemas de software, com as habilidades necessárias para mantenedores de software, com atividades do processo de manutenção, tópicos organizacionais de manutenção e conceitos e tarefas que constituem qualquer domínio de aplicação (DIAS; et al., 2003).

No trabalho de Ruiz et al. (2004) é proposta uma ontologia formada por quatro subontologias: de produtos, atividades, processos da organização e agentes. Vizcaíno (VIZCAÍNO, 2005) propõe uma ontologia que é uma combinação das ontologias propostas por (DERIDDER, 2002), (DIAS; et al., 2003) e (RUIZ; et al., 2004) e as propostas de (DERIDDER, 2002), (DIAS; et al., 2003), (RUIZ; et al., 2004) e (VIZCAÍNO, 2005) se baseiam em uma ontologia inicial sobre manutenção de software proposta por (KITCHENHAM et al., 2004).

Uma ontologia com conceitos relacionados a atributos da qualidade de sistemas de software e informação sobre as influências de arquiteturas de software e processos de desenvolvimento sobre estes atributos é proposta por Boehm e In (1996). Também relacionada a qualidade, uma ontologia com conceitos de processos de software é proposta por Falbo et al. (2002); e uma ontologia com terminologia da área de medição de software, com conceitos fundamentais da área é proposta por Garcia (2006). Tautz e Wangenheim apresentam uma ontologia do paradigma GQM (*Goal Question Metric*) (TAUTZ; WANGENHEIM, 1998).

Uma ontologia com conceitos relacionados a processos de software, incluindo conceitos de Modelos de Ciclo de Vida, Processos de Software, Atividade, Procedimentos, Tarefas, Papéis, ou Artefatos é apresentada por Falbo et al. (1998).

González-Pérez e Henderson-Sellers propuseram uma ontologia para metodologias de desenvolvimento de software que inclui um metamodelo e uma arquitetura de três domínios (GONZÁLEZ-PÉREZ; HENDERSON-SELLERS, 2006). Lin et al propõem uma ontologia para o padrão IEEE 12207 e CMMI que pode ser aplicada em uma organização para inspecionar e melhorar a maturidade dos processos de software (LIN et al., 2003).

Wongthongtham et al. (2007) desenvolveram a primeira ontologia da Engenharia de Software também baseada nas áreas de conhecimento do SWEBOK. A ontologia está disponível online e a Figura 2.8 apresenta parte desta ontologia. A ontologia apresenta apenas uma estrutura hierárquica onde não são utilizados axiomas para a definição dos conceitos referentes às áreas do conhecimento.

Embora existam várias propostas de ontologias no domínio de Engenharia de Software, não existe uma ontologia que possibilite a classificação de materiais de acordo com a área de conhecimento da Engenharia de Software.

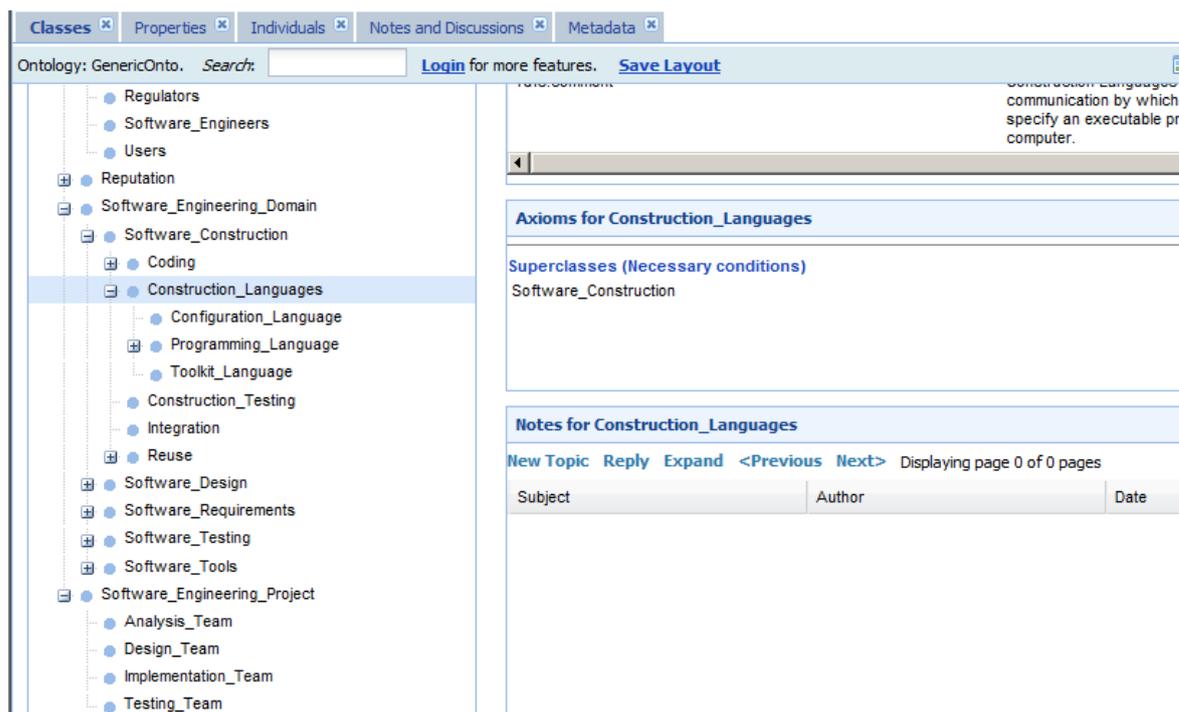


Figura 2.8. Ontologia da Engenharia de Software (SEONTOLOGY, 2010)

• Ontologias para materiais de aprendizagem

Para a representação de informações de materiais de aprendizagem alguns padrões têm sido propostos. Embora estes padrões sejam tratados em alguns trabalhos como ontologias, na definição de Guarino (1998), estes padrões não seriam considerados ontologias.

Nestes padrões os materiais de aprendizagem são tratados como objetos de aprendizagem (OAs). O IEEE (IEEE, 2002) define os OAs como qualquer entidade digital ou não digital que possa ser usada, reutilizada ou referenciada durante o uso de tecnologias que suportem o ensino. De acordo com esta descrição, podem-se considerar os materiais de aprendizagem como pertencentes ao grupo de OAs. Estes padrões são denominados metadados, os quais descrevem informações tais como título, autor, data, publicação, palavras-chaves, descrição, localização de recursos e como está formatado. Alguns desses padrões são apresentados a seguir:

- *Learning Object Metadata (LOM)*: é um padrão definido pela IEEE voltado para ambientes de *e-learning*. O padrão LOM IEEE apresenta uma estrutura que descreve objetos de aprendizagem por meio de categorias de descritores. Cada categoria tem um propósito específico como, por exemplo, descrever atributos gerais de um objeto ou objetivos

educacionais. Na categoria educacional, há descritores para o tipo de recurso de aprendizagem, como, por exemplo, exercício, simulação, questionário, etc (IEEE, 2002).

- *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*: é uma coleção de padrões e especificações para *e-learning* baseado na Web. O SCORM é uma iniciativa do grupo *Advanced Distributed Learning (ADL)* que foca a reusabilidade e a interoperabilidade dos objetos de aprendizagem (ADL, 2004). O SCORM é um dos padrões mais consistentes entre diferentes sistemas de aprendizagem. Uma das suas principais características é possibilitar a representação da sequência de apresentação dos objetos de aprendizagem. Propicia uma apresentação dinâmica de conteúdo de aprendizagem baseado nas necessidades do aprendiz (ADL, 2004).
- *Dublin Core Metadata Element Set (DCMES)*: o DCMES é um vocabulário com 15 propriedades principais utilizadas para descrição de recurso. Foi criado pela *Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)*, que é uma organização dedicada a desenvolver padrões de metadados para facilitar a catalogação, a busca e o reuso de recursos. A origem do conceito "core" é devido ao uso abrangente e genérico dos termos definidos no DCMES, sendo a área de aprendizagem uma de suas possíveis aplicações (NISO, 2007).

Além de padrões para a representação dos objetos de aprendizagem, há também padrões para a representação de informações pessoais. Alguns desses padrões são: *Friend of a Friend (FOAF)* (FOAF, 2011) e o *Instruction Management System (IMS) Learning Information Package (LIP)* (IMS, 2011). FOAF é um padrão que tem sido desenvolvido desde o ano de 2000 e seu principal objetivo é interligar as pessoas e suas informações por meio da Web. Algumas das informações padronizadas pelo FOAF são: *firstName*, *lastName*, *gender*, entre outras. Já o IMS LIP é uma especificação para prover a interoperabilidade das informações de um aprendiz ou de um criador de conteúdos de aprendizagem em sistemas distintos. A estrutura principal do IMS LIP é baseada em atividades, competências, objetivos, interesses, qualificações, entre outros.

- **Ontologia para estilos de aprendizagem**

Os padrões para representação dos OAs não comportam as características que representam os estilos de aprendizagem, em função disso alguns trabalhos sugerem a extensão destes padrões para adicionar este tipo de informação (GAMALEL-DIN, 2010). No entanto, não há detalhes referentes à implementação de ontologias.

Estas ontologias integradas em ambientes podem facilitar o compartilhamento do conhecimento e a aprendizagem a medida que auxiliam a estruturação e a recuperação de materiais de aprendizagem.

2.3.6 Ontologias em ambientes de aprendizagem

Na literatura é possível identificar propostas de aplicação de aprendizagem em dois ambientes distintos: organizacional e educacional. O ambiente organizacional é o ponto de interesse deste trabalho, no entanto, nos ambientes educacionais são encontradas algumas características similares as desejadas, como por exemplo, a utilização de estilos de aprendizagem. Em função disso, propostas associadas aos dois ambientes com características em comum ao proposto nesta pesquisa foram analisadas.

Em (WANG, 2009) é descrito um ambiente de aprendizagem colaborativa para integração organizacional, social e individual. Neste ambiente são estabelecidos os objetivos da organização vinculados às habilidades profissionais a serem desenvolvidas pelos indivíduos. Para que os indivíduos alcancem as habilidades requeridas, materiais de aprendizagem são disponibilizados e vinculados a cada perfil profissional. Esta tarefa é realizada por um especialista. O objetivo do ambiente é relacionar os materiais de aprendizagem que podem ser utilizados por um determinado papel, por exemplo, um programador júnior, para obter as habilidades requeridas. Uma ontologia foi desenvolvida para especificar as competências requeridas para uma posição específica em uma organização. Com a ontologia proposta, é possível identificar as capacidades relevantes requeridas para uma posição específica e também identificar os caminhos de aprendizado executados por um aprendiz. Não há aplicação de estilos de aprendizagem associados aos materiais de aprendizagem.

No trabalho de Gamalel-Din (2010) é proposto um ambiente baseado nos três componentes, aprendiz, tutor e material de aprendizagem. Os dois pontos principais do ambiente são manter um modelo do aprendiz com seu estilo de aprendizagem utilizando o questionário de Felder e Soloman e manter os materiais de aprendizagem decompostos em objetos multimídias granulares, denominados OAs. Os OAs são armazenados em repositórios e especificados seguindo o padrão de metadados SCORM. Uma ontologia foi proposta para representar o conteúdo do curso, a ordem de apresentação e os seus pré-requisitos.

Yang e Wu (2009) apresentaram um algoritmo baseado na comunidade de formigas para indicar os materiais de aprendizagem mais adequados, considerando os caminhos percorridos por um aprendiz, o nível de conhecimento e o seu estilo de aprendizagem. O algoritmo foi proposto para ser aplicado em um ambiente de aprendizagem onde os aprendizes procuram pelos materiais disponíveis publicados por autores. Não há detalhes sobre o perfil dos autores dos materiais. Para identificar o estilo de aprendizagem foi utilizado o modelo de Kolb e os OAs foram representados utilizando o padrão DCMI. O padrão DCMI foi considerado uma ontologia no trabalho desses autores.

Finalmente em (YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2010) é proposto um ambiente de aprendizagem adaptativo utilizando agentes. Os modelos de Kolb e Felder e Silverman são citados como instrumento para identificação do estilo de aprendizagem. Para a representação dos materiais de aprendizagem é proposta a utilização do SCORM. Uma ontologia é proposta para representar tópicos do curso, sequência dos tópicos, modelo do aprendiz e interações do aprendiz com o sistema, no entanto, não é apresentada a estrutura da ontologia.

De acordo com os trabalhos descritos é possível concluir que os ambientes de aprendizagem têm sido propostos tanto no contexto organizacional quanto educacional. No entanto, nos trabalhos avaliados, há a previsão do papel do tutor como responsável pela publicação dos materiais, cujo papel não é considerado nesta proposta. Os estilos de aprendizagem têm sido aplicados apenas em ambientes com contexto educacional. Os metadados para representação de OAs são tratados como ontologias. O trabalho de Yaghmaie e Bahreininejad (2010) é o que mais se assemelha com a proposta deste trabalho, no que diz respeito à aplicação das ontologias para representar informações dos materiais de

aprendizagem e estilo de aprendizagem, porém não há detalhes da estrutura da ontologia mencionada.

2.4 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou os principais conceitos aplicados ao longo deste trabalho como aprendizagem organizacional, estilos de aprendizagem e ontologias. A aprendizagem organizacional de uma maneira geral é um meio por onde as organizações podem melhorar seus processos baseados no conhecimento localizado na própria organização. O processo de aprendizagem pode ser mais efetivo quando o estilo de aprendizagem é levado em consideração e as ontologias podem auxiliar a estruturação e recuperação do conhecimento obtido nos processos de aprendizagem. Finalizou-se o capítulo discutindo trabalhos relacionados a esta proposta.

CAPÍTULO 3 - ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA

O objetivo deste capítulo é descrever alguns conceitos importantes referentes à metodologia e métodos de pesquisa, identificar as características metodológicas deste trabalho e detalhar as estratégias de pesquisa adotadas para atingir o objetivo geral do trabalho.

3.1 Conceitos relevantes sobre metodologia e métodos de pesquisa

Em (GIL, 2002), pesquisa é definida como “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos.” Na mesma obra é conceituado o termo problema, “questão não solvida que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento.”

Para um melhor entendimento dos diferentes tipos de pesquisas científicas, Gil (2002) define classificações segundo dois critérios: o objetivo de pesquisa e os procedimentos técnicos utilizados.

De acordo com o objetivo da pesquisa, os tipos de pesquisa são (GIL, 2002):

- pesquisa exploratória: o objetivo é proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Em sua maioria assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso;
- pesquisa descritiva: o objetivo mais importante é a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relação entre variáveis. Serve mais para proporcionar uma nova visão do problema, se aproximando das pesquisas exploratórias. Geralmente assume a forma de levantamento; e
- pesquisa explicativa: a preocupação está em identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo de pesquisa em que mais se aprofunda o conhecimento, pois pretende explicar o porquê das coisas. As pesquisas exploratórias e descritivas normalmente constituem etapa prévia indispensável para que se obtenham explicações científicas.

De acordo com os procedimentos técnicos utilizados, os tipos de pesquisa são divididos em dois grupos (GIL, 2002): fontes de papel e dados fornecidos por pessoas.

No grupo fontes de papel estão os tipos de pesquisa:

- bibliográfica: desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.
- documental: assemelha-se muito à bibliográfica, a diferença essencial está na natureza das fontes. Materiais que ainda não receberam um tratamento analítico são considerados.

Já no grupo cujos dados são fornecidos por pessoas, estão os tipos de pesquisa:

- experimental: consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto;
- *ex-post facto*: a partir do fato passado; o estudo é realizado após ocorrência de variações na variável dependente no curso natural dos acontecimentos;
- estudo de coorte: se refere a um grupo de pessoas que tem alguma característica em comum, constituindo uma amostra a ser acompanhada por certo período de tempo e após deve ser analisado o que acontece com elas;
- levantamento: caracteriza-se pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer;
- estudo de campo: semelhante ao tipo de pesquisa levantamento, porém o levantamento tem maior alcance e o estudo de campo maior profundidade. Utilizam-se mais técnicas de observação do que de interrogação. Tipicamente um estudo de campo focaliza uma comunidade. O pesquisador realiza a maior parte do trabalho pessoalmente;
- estudo de caso: estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento;
- pesquisa-ação: envolvimento ativo do pesquisador e ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema; muito útil para pesquisadores com ideologias identificadas como reformistas e participativas; e

- pesquisa participante: caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas. A pesquisa participante envolve posições valorativas, derivadas, sobretudo, do humanismo cristão e de certas concepções marxistas. Apresenta simpatia entre grupos religiosos voltados para a ação comunitária.

A pesquisa também pode ser classificada pela sua abordagem. Contandriopoulos et al. (1999) apresentam esta classificação em quatro categorias :

- pesquisa experimental: o pesquisador quer idealmente, agindo de maneira ativa e intencional sobre uma variável independente (o estímulo), conhecer seus efeitos sobre uma ou mais variáveis dependentes;
- pesquisa sintética: é aquela que, para explicar e prever comportamentos ou fenômenos complexos, examina o conjunto das relações onde intervêm, simultaneamente, diversas variáveis dependentes e independentes num modelo de relações interdependentes. Assim, a pesquisa sintética se diferencia da pesquisa experimental, onde se examina de maneira linear, frequentemente bivariada, quase sempre unidirecional, a relação entre variáveis de interesses. Em outras palavras, a pesquisa experimental se baseia numa abordagem analítica, cartesiana, positivista, enquanto a pesquisa sintética pretende ser sistêmica;
- pesquisa de desenvolvimento: é a estratégia de pesquisa que visa, utilizando de maneira sistemática os conhecimentos existentes, elaborar uma nova intervenção ou melhorar consideravelmente uma intervenção existente ou, ainda, elaborar ou melhorar um instrumento, um dispositivo ou um método de medição;
- pesquisa de simulação: é uma estratégia de pesquisa diferente de todas aquelas discutidas anteriormente. Ela não tem por ambição testar hipóteses deduzidas de um modelo teórico, mas simular o comportamento de um sistema em certo período (cenário) de maneira mais ou menos quantificada, agindo sobre as variáveis e os parâmetros do modelo construído para representá-lo. A simulação consiste, assim, em manipular os diferentes grupos de variáveis de um modelo, seja para compreender o funcionamento do sistema estudado, seja para prever como evoluiria o sistema segundo diferentes valores das variáveis de comando, seja para determinar que valores deveriam ter as variáveis de comando para atingir

objetivos, seja, finalmente para representar as relações desejáveis entre variáveis de entrada e variáveis de saída.

3.2 Caracterização da pesquisa

De acordo com as classificações apresentadas na seção anterior, quanto aos objetivos, esta pesquisa foi classificada como exploratória, pois pretende explorar o desempenho das ontologias para a classificação de materiais de aprendizagem em um ambiente de aprendizagem.

Quanto ao procedimento técnico, nenhuma das classificações previstas em Gil foi considerada inteiramente adequada a este trabalho. Porém, de acordo com as abordagens de pesquisa discutidas em Contandriopoulos esta pesquisa foi classificada como pesquisa de desenvolvimento. As etapas desta pesquisa são descritas a seguir.

3.3 Etapas da Pesquisa

O estudo foi desenvolvido em cinco etapas, de acordo com a Figura 3.1, as quais são detalhadas a seguir.

3.3.1 Selecionar instrumento para identificação do estilo de aprendizagem

A primeira etapa do desenvolvimento desta pesquisa teve como objetivo selecionar um instrumento para identificação do estilo de aprendizagem. O estilo de aprendizagem foi utilizado na ontologia que possibilita a classificação de materiais de aprendizagem e no ambiente de aprendizagem no qual a ontologia foi integrada.

Para atingir o objetivo desta primeira etapa foi utilizado o método de pesquisa denominado revisão sistemática, meio pelo qual se pretende identificar, avaliar e interpretar as pesquisas disponíveis e relevantes para uma questão em particular (KITCHENHAM et al., 2004). Para a condução desta revisão foram executadas as seguintes fases: planejar a revisão, identificar a pesquisa, selecionar e classificar os estudos primários. Os detalhes de cada fase são descritos a seguir.

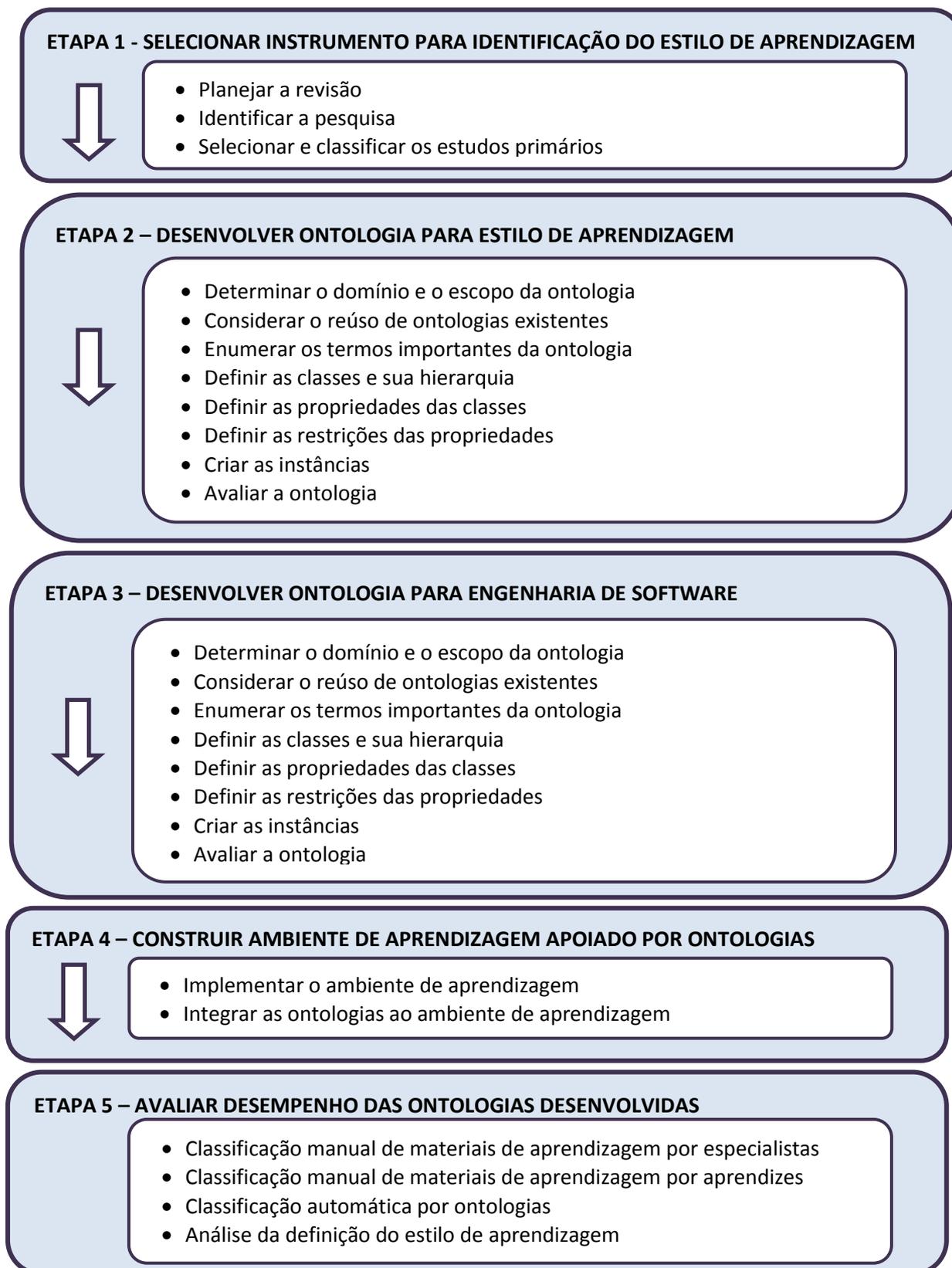


Figura 3.1. Etapas da Pesquisa

3.3.1.1 Planejar a revisão

Nesta fase foi especificado o protocolo com os processos e os métodos para a aplicação da revisão sistemática. Neste protocolo foi definido o objetivo da revisão, as questões de pesquisa, as principais fontes primárias de estudo e critérios para inclusão e exclusão dos artigos.

O objetivo desta revisão foi explorar quais são os modelos de estilo de aprendizagem mais utilizados para adaptação/personalização de materiais de aprendizagem. As questões para as quais se buscou respostas, neste contexto foram:

- I. Quais são os modelos utilizados para a identificação de estilos de aprendizagem com objetivo de adaptação e personalização dos materiais de aprendizagem?
- II. De que maneira as escalas de cada modelo são mapeadas às características dos materiais de aprendizagem apresentados?

As principais fontes primárias de estudo e critérios para inclusão e exclusão dos trabalhos são discutidos a seguir.

3.3.1.2 Identificar a pesquisa

Para a identificação dos estudos primários relacionados à questão desta pesquisa, foram utilizadas as palavras-chaves: *learning style* e *learning material*. A busca por estas palavras-chaves foi realizada em todo o artigo. Foram pesquisadas as bases eletrônicas: ACM Digital Library, ScienceDirect e SpringerLink. O período de busca compreendeu janeiro de 2005 à janeiro de 2011, sendo a pesquisa realizada em janeiro de 2011. Apenas publicações de periódicos foram selecionadas. Este processo resultou em 325 artigos, os quais formaram a base inicial para a seleção dos estudos primários.

3.3.1.3 Selecionar e classificar os estudos primários

Nesta fase foram definidos os critérios de exclusão para a seleção adequada dos estudos, sendo:

- artigos sem referência ao uso do estilo de aprendizagem para prover alguma forma de adaptação ou personalização dos materiais de aprendizagem;

- artigos sem uso de recursos computacionais para prover as funcionalidades de adaptação ou personalização.

Aplicando-se os critérios estabelecidos, resultou em quatorze artigos para serem lidos, os quais foram sintetizados. Após a leitura dos artigos selecionados, estes foram classificados de acordo com o modelo de estilo de aprendizagem utilizado.

Para a utilização neste trabalho, foi selecionado o instrumento de identificação dos estilos de aprendizagem mais utilizado nos artigos selecionados. Os resultados desta revisão são apresentados em detalhes no Capítulo 4.

3.3.2 Desenvolver ontologia para estilo de aprendizagem

A segunda etapa do desenvolvimento desta pesquisa teve como objetivo desenvolver uma ontologia que possibilitasse a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com estilos de aprendizagem.

Há a necessidade de utilização de um processo definido para o desenvolvimento da ontologia e diversas metodologias atendem esta necessidade (CORCHO et al., 2003). Neste trabalho foi utilizada a metodologia 101 proposta por Noy e McGuinness (2001) por apresentar fases mais simples e adequadas ao tempo disponível para o desenvolvimento deste trabalho. A metodologia 101 é composta por sete fases: determinar o domínio e o escopo da ontologia, considerar o reuso de ontologias existentes, enumerar termos importantes da ontologia, definir as classes e sua hierarquia, definir as propriedades das classes, definir restrições das propriedades e criar instâncias. Este trabalho também incluiu uma fase adicional para avaliação da ontologia, na qual foi verificada a consistência da ontologia e se a mesma respondia as questões de competência estabelecidas.

3.3.2.1 Determinar o domínio e o escopo da ontologia

Esta fase teve por objetivo definir o domínio e o escopo da ontologia. Para auxiliar nesta definição algumas questões foram respondidas: Qual é o domínio da ontologia?, Para quem será utilizada a ontologia? e Quem irá usar e manter a ontologia?

Nesta fase também foram elaboradas as questões de competência, que são perguntas que a base de conhecimento baseada na ontologia deve responder (NOY;

MCGUINNESS, 2001). Estas questões são utilizadas posteriormente para verificar se a estrutura da ontologia atende às expectativas.

3.3.2.2 Considerar o reúso de ontologias existentes

Nesta fase foi verificada a existência de uma ontologia que pudesse ser refinada ou estendida para o domínio de cobertura da ontologia.

Uma revisão sistemática foi realizada com o objetivo de identificar ontologias para o domínio de estilos de aprendizagem. Para a condução desta revisão foram executadas as seguintes fases: planejamento da revisão, identificação da pesquisa, seleção de estudos primários e classificação.

Na fase de planejamento da revisão foi especificado o protocolo com os processos e os métodos para a aplicação da revisão sistemática. Neste protocolo foi definido o objetivo da revisão, as questões de pesquisa, as principais fontes primárias de estudo e os critérios para inclusão e exclusão dos artigos.

O objetivo principal deste estudo foi identificar uma ontologia para reúso no domínio de estilo de aprendizagem. A questão que a revisão procurou resposta foi: “Existe alguma ontologia disponível para estilos de aprendizagem que possa ser reutilizada?”

A busca por ontologias foi realizada tanto em repositórios de ontologia disponíveis na internet como em artigos científicos. Os repositórios utilizados para busca estão listados no Quadro 3.1 e as palavras-chaves utilizadas para a busca foram: *learning style* e *ontology*. Nenhuma ontologia foi encontrada nestes repositórios.

Quadro 3.1. Repositórios de ontologias

Nome	Site
OntoSelect	http://olp.dfki.de/ontoselect?wicket:bookmarkablePage=wicket-0:de.dfki.ontoselect.Home
Protege Ontology Library	http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?ProtegeOntologiesLibrary
ONTOLP	http://www.inf.pucrs.br/~ontolp/index.php
SchemaWeb	http://www.schemaweb.info
DAML	http://www.daml.org/ontologies/
SWOOGLE	http://swoogle.umbc.edu/

Nos artigos científicos também foram utilizadas as palavras-chaves: *learning style* e *ontology* sendo a busca realizada em todo o artigo. Foram pesquisadas as

bases eletrônicas: IEEE, ACM Digital Library, ScienceDirect e SpringerLink. Na base da IEEE, além das publicações de periódicos, também foram consideradas as conferências. Nas demais bases, apenas publicações de periódicos foram consideradas. O período de busca compreendeu janeiro de 2001 à março de 2011, sendo a pesquisa realizada em março de 2011. Este processo resultou em 310 artigos, os quais formaram a base inicial para a seleção dos estudos primários.

Na fase de seleção e classificação de estudos primários, foi realizada uma primeira seleção dos artigos por meio da leitura do *abstract*. Nesta primeira seleção foram excluídos os artigos que claramente não abordavam assuntos como ontologias e estilos de aprendizagem. A segunda seleção dos artigos ocorreu por meio da leitura total do artigo. Nesta segunda seleção foram excluídos os artigos que não apresentavam uma ontologia para a representação de estilos de aprendizagem. Ao final do processo de seleção restaram nove artigos, os quais foram analisados e classificados de acordo com o modelo de estilo de aprendizagem no qual a ontologia se baseou.

3.3.2.3 Enumerar os termos importantes da ontologia

Nesta fase foi criada uma lista com os termos importantes a serem utilizados na ontologia. As questões de competência auxiliaram na identificação destes termos, assim como a revisão sistemática realizada na fase anterior. A lista foi elaborada sem se preocupar com as relações entre os termos, suas propriedades ou instâncias.

3.3.2.4 Definir as classes e sua hierarquia

Nesta fase foram definidas as classes e sua estrutura hierárquica. A maioria das classes identificadas foi utilizada de outras ontologias. As classes utilizadas de outras ontologias respeitaram a hierarquia original proposta. Para as classes novas foram criados novos níveis hierárquicos. Foi criada uma ontologia denominada *Ontology for Recommending Learning Material (ORLM)* para a inclusão das classes, assim como a sua estrutura.

3.3.2.5 Definir as propriedades das classes

Uma vez identificadas as classes, foram definidas as estruturas internas dos conceitos. Entre os termos enumerados, alguns deles foram identificados como

propriedade. Para cada propriedade identificada, foi determinada à qual classe ela se refere. Para as classes utilizadas de outras ontologias, as propriedades propostas foram mantidas. As demais propriedades necessárias foram incluídas.

3.3.2.6 Definir as restrições das propriedades

Nesta fase foram definidos as restrições para cada uma das propriedades definidas na fase anterior. As restrições utilizadas de outras ontologias foram mantidas de acordo com a ontologia de origem.

Todos os elementos da ontologia (classes, propriedades, restrições etc.) definidos nas fases propostas pela metodologia 101 foram criados por meio da ferramenta Protégé, utilizando a linguagem OWL.

3.3.2.7 Criar as instâncias

Com a ontologia criada no Protégé, foram incluídas instâncias para popular as classes definidas.

3.3.2.8 Avaliar a ontologia

A avaliação da ontologia (OBRST et al., 2006) se refere à verificação da sua consistência, e para tal foi usada a máquina de inferência Pellet (PELLET, 2011) e a verificação das respostas às questões de competência, por meio de consultas SPARQL (SPARQL, 2011). SPARQL é uma linguagem que possibilita realizar consultas em arquivos gravados no formato OWL. Não foi utilizada nenhuma ferramenta específica para avaliação de ontologias (HARTMANN et al., 2005) devido ao tempo para desenvolvimento do trabalho.

3.3.3 Desenvolver ontologia para Engenharia de Software

A terceira etapa do desenvolvimento desta pesquisa teve como objetivo desenvolver uma ontologia que possibilitasse a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com a área da Engenharia de Software. Para atingir este objetivo também foi utilizada a metodologia 101 proposta por Noy e McGuinness.

3.3.3.1 Determinar o domínio e o escopo da ontologia

Esta fase teve por objetivo definir o domínio e o escopo da ontologia. Para auxiliar nesta definição algumas questões foram respondidas: Qual é o domínio da

ontologia?, Para quem será utilizada a ontologia? e Quem irá usar e manter a ontologia?

Nesta fase também foram elaboradas as questões de competência, que são perguntas que a base de conhecimento baseada na ontologia deve responder (NOY; MCGUINNESS, 2001). Estas questões são utilizadas posteriormente para verificar se a estrutura da ontologia atende às expectativas.

3.3.3.2 Considerar o reuso de ontologias existentes

Nesta fase foi verificada a existência de uma ontologia que pudesse ser refinada ou estendida para o domínio de cobertura da ontologia. Para identificar as ontologias, foi realizada uma revisão sistemática. Para a condução desta revisão foram executadas as seguintes fases: planejamento da revisão, identificação da pesquisa e seleção de estudos primários.

Na fase de planejamento da revisão foi especificado o protocolo com os processos e os métodos para a aplicação da revisão sistemática. Neste protocolo foi definido o objetivo da revisão, as questões de pesquisa, as principais fontes primárias de estudo e critérios para inclusão e exclusão dos artigos.

O objetivo principal deste estudo foi identificar uma ontologia para reuso no domínio de Engenharia de Software. A questão que a revisão procurou resposta foi: “Existe alguma ontologia disponível para Engenharia de Software que possa ser reutilizada?”

A busca por ontologias foi realizada tanto em repositórios de ontologia disponíveis na internet como em artigos científicos. Os repositórios utilizados para busca estão listados no Quadro 3.1 e as palavras-chaves utilizadas para a busca foram: *software engineering* e *ontology*.

Nos artigos científicos também foram utilizadas as palavras-chaves: *software engineering* e *ontology* sendo a busca realizada em todo o artigo. Foram pesquisadas as bases eletrônicas: IEEE, ACM Digital Library, ScienceDirect e SpringerLink.

3.3.3.3 Enumerar os termos importantes da ontologia

Nesta fase foi criada uma lista com os termos importantes a serem utilizados na ontologia. As principais fontes para extração dos termos foi o SWEBOK e o RUP.

A partir do SWEBOK foram extraídos os termos para representar as áreas do conhecimento da Engenharia de Software. O SWEBOK foi escolhido tanto pelo fato de ser um guia de referência na área como também por já ter sido utilizado em trabalhos relacionados a esta proposta (MENDES; ABRAN, 2005), (WILLE et al., 2004), (SICILIA; ET AL., 2005) e (WONGTHONGTHAM et al., 2007). No entanto, o SWEBOK não apresenta uma abordagem para definição de suas áreas, utilizando relações entre os conceitos ou propriedades explícitas.

O RUP é um modelo para processo de desenvolvimento de software que apresenta relações bem definidas entre seus elementos: papel, artefato, tarefa e disciplina. Embora seu objetivo não seja a representação de áreas do conhecimento, o conceito de disciplinas pode ser mapeado entre algumas áreas de conhecimento do SWEBOK, conforme apresentado no Quadro 3.2. Sendo assim, o RUP foi escolhido como uma alternativa para a definição das áreas do conhecimento propostas no SWEBOK. Foram extraídos do RUP os termos relacionados às disciplinas e seus elementos base papel, artefato e tarefa.

Quadro 3.2. Mapeamento entre as Áreas do SWEBOK e RUP

SWEBOK Area	RUP Discipline
Software Engineering Management	Project Management
Software Engineering Process	
Software Engineering Tools and Methods	
Software Configuration Management	Configuration and Change Management
Software Construction	Implementation
Software Design	Analisis and Design
Software Maintenance	
Software Quality	
Software Requirements	Business Modeling Requirements
Software Testing	Test
	Deployment
	Environment

3.3.3.4 Definir as classes e sua hierarquia

Nesta fase foram definidas as classes e sua estrutura hierárquica. As novas classes foram adicionadas à ORLM, ontologia criada na etapa anterior para a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com estilos de aprendizagem. A adição foi feita na ORLM devido à classe “LearningMaterial” identificada como necessária nesta fase, já ter sido criada na ORLM da etapa anterior.

A estrutura hierárquica das classes referente às áreas do conhecimento da Engenharia de Software foi baseada na estrutura definida no SWEBOK. Para cada área do conhecimento foi criada uma classe correspondente, a qual ficou

hierarquicamente subordinada à classe *LearningMaterial*. A estrutura hierárquica das classes referentes aos elementos do RUP foi baseada no próprio RUP.

3.3.3.5 Definir as propriedades das classes

Após a identificação das classes foram definidas as estruturas internas dos conceitos. Entre os termos enumerados, alguns deles foram identificados como propriedade. Para cada propriedade identificada foi determinado a qual classe ela se refere.

3.3.3.6 Definir as restrições das propriedades

Nesta fase foram definidos os axiomas para cada uma das propriedades definidas na fase anterior. Todos os elementos da ontologia (classes, propriedades, restrições, etc.) definidos nas fases propostas pela metodologia 101 foram criados por meio da ferramenta Protégé utilizando a linguagem OWL.

3.3.3.7 Criar as instâncias

Com a ontologia criada no Protégé, foram incluídas instâncias para popular as classes definidas. Nas classes oriundas do RUP foram incluídas todas as disciplinas, artefatos, papéis e tarefas previstos no modelo.

3.3.3.8 Avaliar a ontologia

A avaliação da ontologia se refere à verificação da sua consistência, por meio do uso da máquina de inferência Pellet e da verificação das respostas às questões de competência. Não foi utilizada nenhuma ferramenta específica para avaliação de ontologias.

3.3.4 Construir ambiente de aprendizagem apoiado por ontologia

Um ambiente de aprendizagem foi desenvolvido para a avaliação do desempenho da ontologia ORLM desenvolvida na etapa anterior e também para a utilização do instrumento de identificação do estilo de aprendizagem. Esta etapa foi dividida em duas fases: implementar ambiente de aprendizagem e integrar ontologia ao ambiente de aprendizagem.

3.3.4.1 Implementar o ambiente de aprendizagem

Para a implementação do ambiente, os seguintes requisitos foram definidos:

- o ambiente deve identificar individualmente um usuário por meio de um login;
- o ambiente deve identificar o estilo de aprendizagem do usuário por meio do instrumento definido na Etapa 1;
- o ambiente deve permitir adicionar materiais de aprendizagem;
- o ambiente deve permitir a busca de materiais de aprendizagens de acordo com o estilo de aprendizagem.

Após a definição dos requisitos do sistema, do desenvolvimento da ontologia ORLM e da definição da tecnologia a ser utilizada, o ambiente foi implementado por um aluno de graduação do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). As ferramentas utilizadas foram: servidor de aplicação Jboss-5.1.0.GA; Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) DB2 Express C; e ambiente de desenvolvimento Eclipse – Flex.

3.3.4.2 Integrar ontologia ao ambiente de aprendizagem

No ambiente de aprendizagem desenvolvido foi integrada a ORML, ontologia para classificação de materiais de aprendizagem de acordo com estilos de aprendizagem e a área da Engenharia de Software. Esta integração foi necessária para possibilitar a avaliação do desempenho da ontologia.

3.3.5 Avaliar desempenho da ontologia desenvolvida

Nesta etapa foi avaliado o desempenho da ORLM em relação à classificação de materiais de aprendizagem. O processo de avaliação da ontologia integrada a um ambiente de aprendizagem foi composto pelas seguintes subetapas:

- classificação manual de materiais de aprendizagem por especialistas;
- classificação manual de materiais de aprendizagem por aprendizes;
- classificação automática de materiais de aprendizagem por ontologia; e
- análise da utilização do estilo de aprendizagem.

Cada uma destas subetapas é descrita a seguir.

3.3.5.1 Classificação manual de materiais de aprendizagem por especialistas

Nesta subetapa um grupo de especialistas foi selecionado para realizar a classificação manual de materiais de aprendizagem relacionados à área da Engenharia de Software. Foram selecionados trinta especialistas utilizando-se os

seguintes critérios: profissional com titulação mínima de doutorado e atuando como docente na área de Engenharia de Software.

Além da seleção dos especialistas também foi necessário selecionar os materiais de aprendizagem a serem classificados. Os materiais foram selecionados manualmente pela pesquisadora utilizando-se o mecanismo de pesquisa Google. Para a seleção relacionada à área de Engenharia de Software foram consideradas seis áreas do SWEBOOK, apresentadas no Quadro 3.2. Foram utilizadas somente as áreas com relação direta às disciplinas do RUP. As disciplinas do RUP foram utilizadas para adicionar axiomas na ontologia proposta de forma a possibilitar a classificação automática.

Um teste piloto foi realizado com um grupo de seis alunos do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software (GPES) do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGIa) para estimar a duração do experimento. Com este piloto foi possível estimar um tempo de vinte minutos para a realização da classificação manual de dez materiais. Para que houvesse uma participação maior dos especialistas no experimento, definiu-se que cada especialista receberia uma lista com dez materiais de aprendizagem para realizar a classificação manual. Sendo assim, trinta materiais de aprendizagem foram selecionados, divididos em três grupos, possibilitando dez avaliações referentes a um mesmo material.

Após a seleção, os materiais de aprendizagem foram disponibilizados na ferramenta Google Docs, divididos em três pastas: Grupo1, Grupo2 e Grupo3, com dez materiais cada, conforme Figura 3.2.

Em cada pasta foi colocado pelo menos um material de aprendizagem relacionado a cada uma das seis áreas da Engenharia de Software. Os especialistas também foram divididos em três grupos, com dez participantes em cada grupo.

A solicitação de participação dos especialistas no experimento foi encaminhada por email, onde foi anexado um documento com a descrição dos objetivos do experimento e também com as instruções a serem seguidas, disponível no APÊNDICE A.

A classificação realizada pelos especialistas foi coletada para identificar a qual área do conhecimento o material de aprendizagem em questão se refere. Posteriormente o resultado foi comparado com a classificação manual realizada pelos aprendizes e também com a classificação automática realizada pela ontologia.

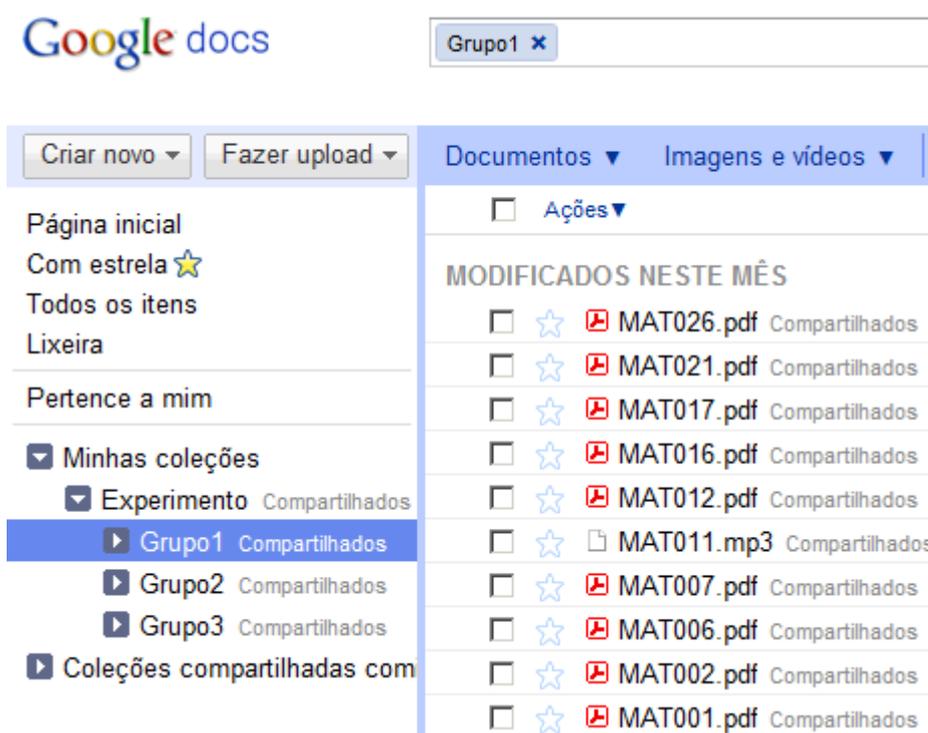


Figura 3.2. Disponibilização dos materiais de aprendizagem no Google Docs

3.3.5.2 Classificação manual de materiais de aprendizagem por aprendizes

Nesta subetapa foram selecionados os aprendizes para realizar a classificação manual de materiais de aprendizagem relacionados à área da Engenharia de Software. Foram selecionados neste grupo estudantes de graduação dos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação que já tivessem cursado ou estivessem cursando a disciplina de Engenharia de Software. No total 84 estudantes participaram do experimento.

Utilizando os mesmos materiais de aprendizagem selecionados na subetapa anterior, foram criados seis grupos de materiais de aprendizagem, cada grupo composto por cinco materiais de aprendizagem para serem classificados pelos aprendizes. Não houve um critério específico para a organização dos grupos, apenas optou-se em estabelecer cinco materiais de aprendizagem por aprendiz por questões de tempo para a realização do experimento. A organização dos grupos e seus materiais de aprendizagem são demonstrados no Quadro 3.3.

Cada participante recebeu um documento com os passos a serem executados, apresentado no APÊNDICE B, onde foi anexado o número correspondente ao seu grupo.

Quadro 3.3. Grupos de materiais de aprendizagem

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
MAT001	MAT011	MAT013	MAT003	MAT010	MAT005
MAT002	MAT012	MAT014	MAT004	MAT020	MAT015
MAT006	MAT016	MAT019	MAT008	MAT023	MAT024
MAT007	MAT017	MAT022	MAT009	MAT025	MAT028
MAT026	MAT021	MAT027	MAT018	MAT030	MAT029

Alguns passos do experimento foram seguidos de acordo com orientações disponibilizadas em um site, conforme ilustrado na Figura 3.3 e Figura 3.4.



Figura 3.3. Site com as orientações por grupo

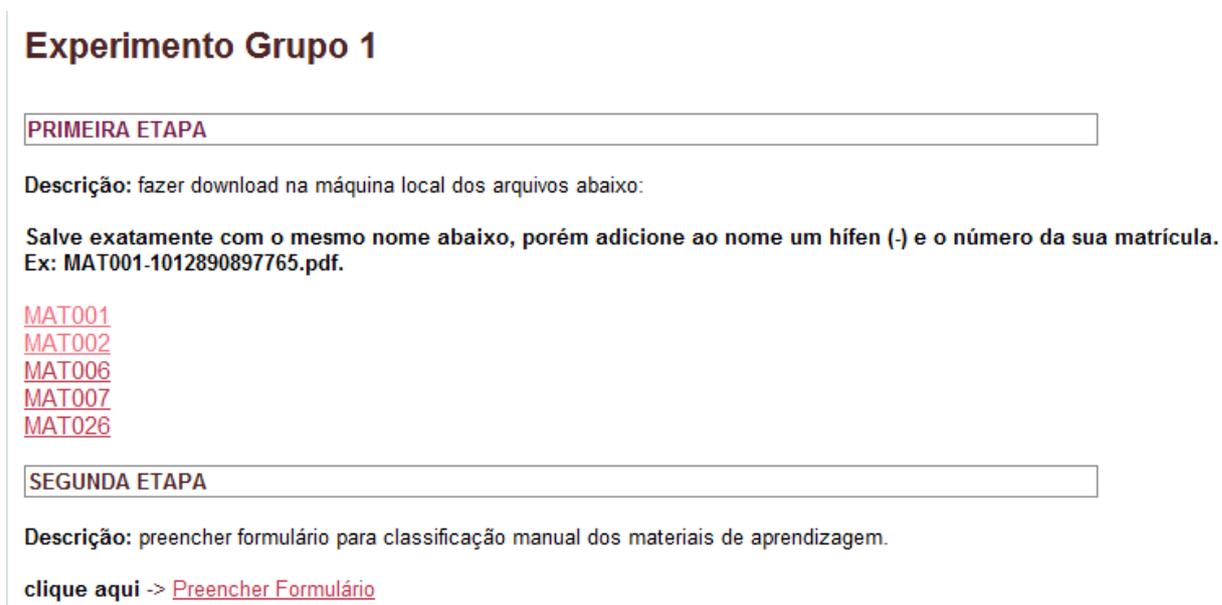


Figura 3.4. Página com as orientações do grupo correspondente

Os participantes realizaram a classificação manual de cinco materiais de aprendizagem de acordo com a área da Engenharia de Software mediante o preenchimento de um formulário, conforme Figura 3.5, o qual foi elaborado por meio

da ferramenta Google Docs. Seis formulários distintos foram elaborados correspondentes a cada um dos seis grupos de materiais de aprendizagem.

Classificação Manual de Materiais de Aprendizagem (Grupo 1)

*Obrigatório

MAT001

Abra o arquivo correspondente na pasta onde foi feito o download no passo 3 do experimento, avalie o material, responda as questões abaixo e selecione o botão Continuar.

1 - Qual é a área do conhecimento da Engenharia de Software cujo conteúdo do material de aprendizagem é predominante? *

preenchimento obrigatório.

Construção de Software

2 - Qual é a área do conhecimento da Engenharia de Software cujo conteúdo do material de aprendizagem é secundário?

preenchimento não obrigatório.

(nenhuma)

« Voltar Continuar »

Figura 3.5. Formulário para a classificação manual dos materiais de aprendizagem

A classificação realizada pelos aprendizes foi coletada para identificar a qual área do conhecimento o material de aprendizagem em questão se refere. Posteriormente o resultado foi comparado com a classificação manual realizada pelos especialistas e também com a classificação automática realizada pela ontologia.

3.3.5.3 Classificação automática de materiais de aprendizagem por ontologia

O objetivo nesta subetapa foi obter a classificação automática de materiais de aprendizagem utilizando a ontologia integrada a um ambiente de aprendizagem. Para atingir este objetivo, foram utilizados os mesmos grupos de aprendizes e os mesmos materiais de aprendizagem. Os procedimentos iniciaram-se logo após o encerramento da etapa anterior. Foi utilizado o mesmo documento da etapa anterior, disponível no APÊNDICE B. Os aprendizes acessaram o ambiente de aprendizagem implementado e executaram as seguintes operações:

- criação de um login para identificação no ambiente;

- preenchimento de um instrumento para identificação do estilo de aprendizagem; e
- adição de materiais de aprendizagem.

Para cada material de aprendizagem adicionado no ambiente, os aprendizes fizeram recomendações associadas aos elementos do RUP, papel, tarefa e artefato. Com estas informações, a ontologia realizou a classificação automática de acordo com a área da Engenharia de Software. Os resultados da classificação automática pela ontologia foram comparados com a classificação manual realizada pelos especialistas e também com a classificação manual realizada pelos aprendizes.

3.3.5.4 Análise da definição do estilo de aprendizagem

Ao final da subetapa anterior, utilizando o mesmo documento (APÊNDICE B) os aprendizes foram orientados a realizar uma pesquisa pelo assunto “Pilhas”. Mesmo este tema não sendo diretamente relacionado à área de Engenharia de Software, ele foi utilizado por apresentar facilidade em elaborar os materiais correspondentes a cada um dos três estilos de aprendizagem: Visual, Verbal e Visual-Verbal. Com estes materiais disponibilizados, os aprendizes foram questionados com relação a qual dos materiais de aprendizagem disponíveis ele escolheria para estudar o assunto. Além disso, foi questionado aos aprendizes, qual estilo de aprendizagem ele julgava possuir. O material de aprendizagem escolhido, o estilo de aprendizagem que o aprendiz julgava possuir e o estilo de aprendizagem identificado pelo instrumento foram comparados entre si.

Ao final do experimento, os aprendizes foram questionados com relação à importância de um ambiente que considere o seu estilo de aprendizagem para recomendar materiais de aprendizagem.

3.4 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou detalhes da definição e execução das etapas desta pesquisa. As etapas principais definidas foram: selecionar instrumento para identificação do estilo de aprendizagem, definir as ontologias, construir ambiente de aprendizagem e avaliar o desempenho da ontologia integrada ao ambiente de aprendizagem desenvolvido.

Para cada etapa foi detalhado como os procedimentos foram executados. Os resultados obtidos em cada uma destas etapas são descritos nos próximos capítulos.

CAPÍTULO 4 - INSTRUMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTILO DE APRENDIZAGEM

A primeira etapa do desenvolvimento desta pesquisa teve como objetivo selecionar um instrumento para identificação do estilo de aprendizagem (VALASKI et al., 2011). O estilo de aprendizagem foi utilizado tanto na ontologia que possibilita a classificação de materiais de aprendizagem quanto no ambiente de aprendizagem no qual a ontologia foi integrada. Para a definição deste instrumento, uma revisão sistemática foi realizada. Este capítulo apresenta os resultados obtidos por meio desta revisão.

A revisão sistemática foi realizada com o objetivo de identificar os modelos mais utilizados para estilos de aprendizagem e também levantar de que maneira as escalas de cada modelo são mapeadas às características dos materiais de aprendizagem. Os resultados são apresentados de forma resumida no Quadro 4.1 e no Quadro 4.2. O Quadro 4.1 apresenta a classificação dos trabalhos de acordo com o modelo de estilo de aprendizagem utilizado. Estes modelos e suas escalas correspondentes foram discutidos em detalhes na Seção 2.2.

Quadro 4.1. Classificação de acordo com o modelo de estilo de aprendizagem

Modelo	Trabalhos relacionados
Felder e Silverman	(MILICEVIC et al., 2010);(ESSALMI et al., 2007);(GAMALEL-DIN, 2010) (SANTOS; BOTICARIO, 2010);(GRAF ET AL., 2009);(OZPOLAT; AKAR, 2009) (LIU; GRAF, 2009);(BEACHAM; ALTY, 2006);(WANG; CHANG, 2006)
Kolb	(YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2010);(YANG; WU, 2009);(LIEGLE; JANICKI, 2006)
VARK	(WANG et al., 2008)
Keefes (LSP)	(TSENG et al., 2008)

Já o Quadro 4.2 apresenta o vínculo que foi estabelecido em cada trabalho entre as escalas de cada modelo e as características dos recursos de aprendizagem.

Quadro 4.2. Vínculo entre as escalas do modelo e as características dos materiais de aprendizagem

Mod.	Escala	Características dos materiais de aprendizagem	Trabalho relacionado
Felder e Silverman	Ativo	Apresentação dos materiais em sequência: atividades, exemplos, explicações e teorias.	(MILICEVIC ET AL., 2010)
		Recomendação para uso de chat.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)
		Preferência por experimentos.	(WANG; CHANG, 2006)
	Reflexivo	Apresentação dos materiais em sequência: exemplos, explicações, teorias e atividades.	(MILICEVIC ET AL., 2010)
		Recomendação para comentar o blog.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)
		Preferência por formato tradicional.	(WANG; CHANG, 2006)
	Sensorial	Recomendação de materiais adicionais.	(MILICEVIC ET AL., 2010)
		Recomendação para ler FAQ.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)
		Apresentação de materiais com conceitos concretos (fatos, experimentos e exemplos seguidos por uma explicação).	(GAMALEL-DIN, 2010)
		Preferência por materiais concretos e práticos.	(WANG; CHANG, 2006)
		Apresentação maior de exemplos.	(LIU; GRAF, 2009)
	Intuitivo	Recomendação por materiais mais abstratos, fórmulas e conceitos.	(MILICEVIC ET AL., 2010)
		Recomendação consultar o calendário do FAQ.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)
		Apresentação de materiais com conceitos abstratos como teorias, princípios, explicações e fórmulas matemáticas.	(GAMALEL-DIN, 2010)
		Preferência por materiais teóricos e abstratos como, por exemplo, descrições matemáticas.	(WANG; CHANG, 2006)
	Visual	Recomendação para ler uma descrição gráfica.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)
		Recomendação de materiais com figuras, diagramas, fluxos e linha do tempo	(MILICEVIC ET AL., 2010)
		Apresentação de materiais com vídeo, figuras, gráficos diagramas, fluxogramas, mapas de conceitos e animação.	(GAMALEL-DIN, 2010)
	Verbal	Recomendação para ler uma descrição textual.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)
		Recomendação de materiais textuais.	(MILICEVIC ET AL., 2010)
		Apresentação de materiais com texto e áudio.	(GAMALEL-DIN, 2010)
Sequencial	Apresentação de materiais em pequenos pedaços de informação com possibilidade de navegação para frente e para trás.	(GAMALEL-DIN, 2010)	
	Recomendação para acessar os itens de introdução de um curso.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)	
Global	Apresentação de materiais em tabelas de conteúdo, sumários e visão geral da informação com possibilidade de navegação aleatória pelos <i>hiperlinks</i> .	(GAMALEL-DIN, 2010)	
	Recomendação para ler fórum onde se tem uma visão geral do curso.	(SANTOS; BOTICARIO, 2010)	
Kolb	AE	Preferência por materiais dispostos de forma não linear com opção de selecionar a ordem desejada.	(LIEGLE; JANICKI, 2006)
	RO	Preferência por materiais disponibilizados de forma linear com sequências pré-estabelecidas.	(LIEGLE; JANICKI, 2006)
Kneefes	SPS alto	Preferência por materiais apresentados na forma de frames sequenciais.	(TSENG ET AL., 2008)
	SPS baixo	Preferência por materiais apresentados na forma de hiperfídmias não lineares.	(TSENG ET AL., 2008)

Uma visão geral de cada trabalho selecionado é apresentada a seguir estando eles classificados de acordo com o modelo de estilo de aprendizagem utilizado.

4.1.1 Modelo de Felder e Silverman

Em (MILICEVIC et al., 2010) é proposto um módulo denominado Protus o qual se adapta automaticamente aos interesses, nível de conhecimento e estilos de aprendizagem do aprendiz. O Protus é um sistema tutor projetado para ajudar os aprendizes em linguagens de programação. O módulo registra todas as interações do aprendiz, faz a mineração do *log* e identifica a sequência de navegação para cada estilo de aprendizagem para fazer as recomendações. Os estilos de aprendizagem retornados pelo instrumento são combinados com o rastreamento da sequência de utilização dos recursos. Desta forma é possível manter um perfil atualizado. A relação dos estilos de aprendizagem com os materiais de aprendizagem é descrita da seguinte maneira:

- ativo/reflexivo: para o aprendiz ativo são apresentados materiais de aprendizagem dos tipos atividades, exemplos, explicações e finalmente teorias, seguindo esta ordem de apresentação. Para o aprendiz reflexivo, a sequência de apresentação dos tipos de materiais é: exemplos, explicações, teorias e finalmente atividades;
- sensorial/intuitivo: para o aprendiz sensorial há sempre a recomendação de materiais adicionais enquanto que para o aprendiz intuitivo são recomendados materiais mais abstratos, fórmulas e conceitos;
- visual/verbal: para o aprendiz visual são recomendados materiais de aprendizagem com figuras, diagramas, fluxos e linha do tempo. Para o aprendiz verbal são recomendados materiais textuais; e
- sequencial/global: para o aprendiz sequencial, a apresentação dos materiais de aprendizagem segue uma ordem predefinida, enquanto que para o global é feita uma apresentação geral dos materiais de aprendizagem onde o aprendiz pode selecionar livremente os materiais pelos links, sem a necessidade de seguir uma ordem pré-definida.

Essalmi et al. (2007) apresentam um sistema educacional que permite aos professores realizar personalizações por meio de parâmetros. Estes parâmetros são conhecimento prévio, motivação, objetivos de aprendizagem, preferência de idioma

e estilo de aprendizagem. O principal objetivo é permitir aos professores a escolha de estratégias de personalização que melhor se adequem às características dos aprendizes e a especificidade do curso. A aplicação do ambiente foi feita com cursos relacionados à área de informática. Com relação ao instrumento para identificação do estilo de aprendizagem apenas a dimensão sequencial/global foi utilizada, mas não é oferecido detalhe com relação ao vínculo das características dos materiais com as dimensões avaliadas. O trabalho conclui que, apesar das vantagens do processo de personalização do ambiente, pode haver sobrecarga de instrumentos para identificar as características dos perfis do aprendiz, assim como a disponibilidade de diversos tipos de materiais de aprendizagem para atender a todas as características. Uma alternativa é escolher os parâmetros mais significativos ou então utilizar a experiência do professor para determinar a personalização.

Gamalel-Din (2010) propõe um ambiente baseado em três componentes, que são aluno, professor e materiais de aprendizagem, onde são propostas ferramentas para coordenar atividades entre estes três elementos. O principal objetivo da proposta é manter o modelo do aprendiz com informações do seu estilo de aprendizagem, utilizando para isto o questionário de Felder e Silverman. Os dois parâmetros que fazem parte do modelo do estudante são o conhecimento prévio e o estilo de aprendizagem.

Apenas as dimensões global/sequencial, sensorial/intuitivo e visual/verbal são utilizadas para fazer o relacionamento entre as características dos estilos de aprendizagem e dos materiais de aprendizagem. Neste trabalho o relacionamento entre estas informações é descrito da seguinte maneira:

- sensorial/intuitivo: para o aprendiz sensorial são apresentados materiais de aprendizagem com conceitos concretos como fatos, experimentos e exemplos seguidos por uma explicação, enquanto para o aprendiz intuitivo são apresentados materiais com conceitos abstratos como teorias, princípios, explicações e fórmulas matemáticas;
- visual/verbal: para o aprendiz visual são apresentados materiais de aprendizagem com figuras, gráficos diagramas, fluxogramas, mapas de conceitos, animação e vídeo, enquanto que para o aprendiz verbal são apresentados materiais com texto e áudio.
- sequencial/global: para o aprendiz sequencial são apresentados materiais em pequenos pedaços de informação com possibilidade de navegação

para frente e para trás, enquanto que para o aprendiz global são apresentadas tabelas de conteúdo, sumários, visão geral da informação com possibilidade de navegação aleatória pelos hiperlinks.

A proposta de Santos e Boticario (2010) é baseada em um sistema de gerenciamento de recomendação educacional. Os autores entendem que há a necessidade de sistemas que permitam aos educadores entender e controlar quais são as recomendações necessárias para oferecer aos seus aprendizes. Com este objetivo foi desenvolvido o sistema TORMES, o qual envolve o educador na identificação de recomendações relevantes diante de uma perspectiva educacional. Algumas das recomendações são baseadas nas quatro dimensões do modelo de Felder e Silverman. Estas recomendações são dadas apenas quando o usuário tem uma preferência muito forte considerando outros extremos do modelo. Exemplos de recomendações por estilo de aprendizagem:

- ativo/reflexivo: para o aprendiz ativo é recomendado usar o chat enquanto que para o aprendiz reflexivo é recomendado comentar o blog;
- sensorial/intuitivo: para o aprendiz sensorial é recomendado ler *Frequently Asked Questions* (FAQ) enquanto que para o aprendiz intuitivo é recomendado consultar o calendário do FAQ;
- visual/verbal: para o aprendiz visual é recomendado ler uma descrição gráfica enquanto que para o aprendiz verbal é recomendado ler uma descrição textual;
- sequencial/global: para o aprendiz sequencial é recomendado acessar os itens de introdução de um curso enquanto para o aprendiz global é recomendado ler um fórum onde se tem uma visão geral do curso.

O objetivo do trabalho de Santos e Boticario não é validar se as recomendações estão sendo aplicadas corretamente de acordo com a teoria de Felder, mas apresentar ações distintas de acordo com as características dos usuários para que os aprendizes possam dar um feedback sobre as recomendações.

Em (GRAF et al., 2009) é proposto um sistema de adaptação de materiais de aprendizagem utilizando os traços cognitivos e os estilos de aprendizagem. Segundo os autores, combinar a adaptação de um sistema baseado nos estilos de aprendizagem e também pelos traços cognitivos permite uma melhor adaptação do sistemas, pois possibilitam uma adaptação mais acurada e holística. Para o estilo de aprendizagem foi utilizado o modelo de Felder e Silverman e para os traços

cognitivos foi utilizado o *Cognitive Trait Model* (CTM). Um dos traços cognitivos previsto neste modelo é o *Working Memory Capacity* (WMC). O WMC se refere à capacidade de armazenamento temporal da informação, quantidade limitada de informação por um breve período de tempo. Esta característica afeta a quantidade de detalhes, estrutura do conteúdo assim como o número de recursos de informação.

Ainda segundo os estudos de Graf et al. (2009), há relação entre as informações identificadas pelo modelo de Felder e Silverman e o WMC. Estas relações podem prover informações adicionais sobre o aprendiz além de tornar o processo de detecção das características mais confiáveis para a atualização do modelo do aprendiz. No entanto, a relação entre as características dos estilos de aprendizagem e os materiais de aprendizagem não é descrita.

No trabalho de Ozpolat e Akar (2009) foi proposta a identificação automática do modelo do aprendiz utilizando a classificação *NBTree* em conjunto com o classificador binário de relevância. O perfil do aprendiz é obtido por meio de uma unidade de conversão, clusterização e decisão. O aprendiz submete uma *query* genérica referente a um tópico de interesse. Com os dados retornados, o aprendiz seleciona aquele que melhor atende seus interesses. Por meio de um processo de conversão, clusterização e decisão, é identificado o estilo de aprendizagem do aprendiz. As dimensões de Felder e Silverman são utilizadas para fazer o mapeamento. Usando este processo em certos intervalos de tempos é possível dinamicamente obter o estilo de aprendizagem que pode mudar ao longo do tempo. Uma tabela de quatro colunas com valores pré-determinados é utilizada na *query* do usuário e no mapeamento com o modelo de Felder. Uma destas colunas é o “*LearningResourceType*” que pode ter os valores *exercise/simulation-demo/visual resources/experiment/written/text/lecture*. Os resultados experimentais demonstraram correspondência entre as características do aluno, obtidas pelo método proposto e as características obtidas por meio de questionários. Não há detalhes sobre o mapeamento das escalas do modelo de estilo de aprendizagem com as características dos materiais.

Em (BEACHAM; ALTY, 2006) é discutida a adaptação de materiais para aprendizes com dislexia, ou seja, problemas de aprendizagem. Para a identificação da dislexia foi utilizado o *Lucid Adult Dyslexia Screening* (LADS) em conjunto com a ferramenta *Visual Perceptual Problems Inventory* (VPPI) para identificar problemas

visuais não identificados pelo LADS. Os pré e pós-testes foram utilizados para identificar o nível de conhecimento referente aos materiais de aprendizagem apresentados. Segundo o experimento, a combinação de diferentes mídias afeta aprendizes dislexos diferentemente de aprendizes não dislexos, ou seja, os mesmos materiais recomendados para um estilo de aprendizagem de um aprendiz dislexo não teve o mesmo efeito que teve em um aprendiz com o mesmo estilo de aprendizagem, mas sem dislexia. Desta maneira, a adaptação dos materiais de aprendizagem deve ocorrer de maneira diferenciada entre aprendizes com ou sem dislexia mesmo quando estes possuem o mesmo estilo de aprendizagem. Não é descrito no trabalho como é feita a relação entre as características dos materiais de aprendizagem e as características do estilo de aprendizagem.

No trabalho de Wang e Chang (2006) a abordagem é o ensino de transformação geométrica espacial e como enfrentar o fato de que diferentes aprendizes possuem habilidades espaciais distintas. É proposto o sistema de tutoriamento CooTutor para visualizar conceitos de transformação geométrica espacial em gráficos 3D.

Um dos objetivos do CooTutor é personalizar sua apresentação adaptativamente, adequando as diferenças individuais incluindo nível de conhecimento e traços individuais tais como habilidade espacial e estilos de aprendizagem. Para cada conceito, diversos estilos de materiais de aprendizagens são publicados. Apenas as dimensões ativo/reflexivo e sensorial/intuitivo foram utilizadas e as características entre elas e os materiais foram descritas da seguinte maneira:

- ativo/reflexivo: o aprendiz ativo prefere realizar experimentos, enquanto o aprendiz reflexivo prefere materiais em formato tradicional;
- sensorial/intuitivo: o aprendiz sensorial prefere materiais de aprendizagem concretos e práticos, enquanto o aprendiz intuitivo prefere materiais teóricos e abstratos, como por exemplo descrições matemáticas.

Em (Liu; Graf, 2009) foi utilizado o Moodle para administrar o curso e gerenciar os materiais de aprendizagem. Adaptações no sistema foram feitas para acomodar três dimensões do modelo de Felder ativo/reflexivo, sensorial/intuitivo e sequencial/global. A dimensão visual/verbal não é utilizada pelo grau de trabalho que gera para os professores. Apenas um exemplo de relação entre a dimensão do estilo de aprendizagem e materiais de aprendizagem é citado, o sensorial. Para o

aprendiz sensorial, um número maior de exemplos é adicionado. O objetivo do estudo foi realizar uma investigação entre estilos de aprendizagem, comportamento e desempenho em um curso. Uma das conclusões do estudo é que somente aprendizes com preferências muito fortes precisam de adaptação de materiais. Com relação à dimensão ativo/reflexivo, concluiu-se que a adaptação é especialmente importante para os aprendizes ativos.

4.1.2 Modelo de Kolb

Yaghmaie e Bahreininejad (2010) propõem um sistema adaptativo de aprendizagem baseado em agentes, os quais são responsáveis por recuperar o estilo de aprendizagem, previamente obtido pelo questionário, decidir o tópico do curso mais apropriado para o aprendiz e também decidir o conteúdo mais apropriado de acordo com o estilo de aprendizagem. Foi realizada uma simulação no ambiente utilizando o modelo de Kolb para definir as categorias de estilos de aprendizagem. Com base nisso, o sistema estabelece uma sequência de conteúdo a ser sugerido para o aprendiz. No entanto, não há detalhes do mapeamento entre características dos materiais de aprendizagem e as categorias de estilos de aprendizagem retornados pelo modelo utilizado.

Yang e Wu (2009) propõem a criação de um atributo baseado em um algoritmo que simula uma comunidade de formigas para encontrar os caminhos de aprendizagem. O objetivo deste atributo é ajudar os aprendizes a encontrar seus materiais de aprendizagem mais adequados. Para o funcionamento do sistema é pré-requisito saber o estilo de aprendizagem, o nível de conhecimento do aprendiz e os atributos dos materiais de aprendizagem precisam ser anotados pelo professor. A identificação do estilo de aprendizagem e nível de conhecimento é feito por meio de questionário e a publicação de materiais de aprendizagem é feita pelo professor, o qual faz a marcação destes objetos. Na busca por materiais de aprendizagem, um agente é responsável por compilar as informações do estilo de aprendizagem, nível de conhecimento e o atributo que contém os caminhos percorridos pelo aprendiz. Após a compilação, os materiais de aprendizagem mais adequados ao perfil do aprendiz são disponibilizados. O experimento foi aplicado em um curso de certificação Oracle.

No trabalho de Liegle e Janick (2006) foi realizado um experimento para monitorar a navegação em links de páginas na Web. O questionário de Kolb foi

aplicado e aprendizes identificados nas escalas AE (Explorar) e RO (Observador) foram monitorados. O objetivo do experimento foi identificar o efeito que as escalas AE e RO têm em hábitos de navegação em módulos de treinamento Web. Um experimento foi realizado e os aprendizes preencheram o questionário para identificação do estilo de aprendizagem e os materiais de aprendizagem foram disponibilizados. Os aprendizes tinham duas opções de navegação, ou selecionar os botões para avançar, cuja sequência era definida pelo sistema, ou clicar diretamente nos links. Os caminhos realizados foram registrados e classificados para identificar o grau de linearidade. O experimento identificou a relação entre os estilos de aprendizagem e a forma de navegação, sugerindo que os sistemas de aprendizagem baseados na Web devem adaptar a sequência de seus materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem. Embora não se tenha utilizado os recursos computacionais para a adaptação do material de aprendizagem conforme o estilo de aprendizagem, o resultado do experimento sugere que o aprendiz situado na escala AE prefere os materiais de aprendizagem dispostos de forma não linear com opção de selecionar a ordem desejada dos materiais de aprendizagem, enquanto o aprendiz situado na escala RO prefere materiais de aprendizagem disponibilizados de forma linear com as sequências pré-estabelecidas.

4.1.3 Modelo VARK

O VARK é um instrumento para identificação de estilo de aprendizagem que compreende quatro dimensões:

- visual: preferência por gráficos, fluxogramas, símbolos e hierarquia;
- verbal: preferência por tutoriais verbais, gravações, grupos de discussão, discurso;
- leitura/escrita: preferência por qualquer entrada e saída baseada em textos; e
- cinestésico: preferência por atividades práticas.

Apenas em (WANG et al., 2008) foi descrita a utilização do modelo VARK para a identificação de estilo de aprendizagem e adaptação de materiais de aprendizagem. Neste trabalho é proposto um algoritmo baseado no funcionamento de uma colônia de formigas para encontrar os passos de aprendizagem e atualizar o modelo do aprendiz. A abordagem pode auxiliar os professores a elaborarem

estratégias de aprendizagem individuais de acordo com os caminhos de aprendizagem obtidos. A combinação de informações de identificação do estilo de aprendizagem e o rastreamento dos caminhos de aprendizagem permitem recomendações dinâmicas.

O VARK foi utilizado para a identificação do estilo de aprendizagem e as anotações nos materiais relacionando-os aos estilos de aprendizagem é realizada pelos professores. De acordo com a proposta deste trabalho é possível que ao finalizar o estudo de um tópico, o sistema sugira ao aprendiz os próximos passos baseados no estilo de aprendizagem e nos caminhos percorridos pelos aprendizes. No entanto, não há detalhes do mapeamento das características do estilo de aprendizagem retornados pelo instrumento e as características dos materiais de aprendizagem.

4.1.4 Modelo de Kneefes

Para a identificação do estilo de aprendizagem no modelo de Kneefes é possível utilizar o instrumento *Learning Style Profile* (LSP), o qual compreende as seguintes dimensões: habilidade de processamento sequencial, habilidade de discriminação, habilidade analítica e habilidade espacial.

Este modelo foi utilizado por Tseng et al. (2008), os quais propõem uma plataforma de aprendizagem adaptativa denominada TSAL. Nesta plataforma são utilizadas as informações de comportamento de aprendizagem e estilos de aprendizagem para a personalização do ambiente. Apenas a dimensão Habilidade de Processamento Sequencial (HPS) foi discutida no trabalho proposto. A HPS representa a orientação para processar a informação sequencialmente, ou seja, a habilidade em obter significados da informação quando apresentada passo-a-passo.

A plataforma TSAL determina o estilo de apresentação dos materiais baseado no instrumento LSP. Se um aprendiz obtém um valor alto para o SPS, implica que ele aprenderá melhor com materiais de aprendizagem apresentados na forma de frames sequenciais, do contrário, o estudante tende a se adaptar melhor com materiais de aprendizagem apresentados na forma de hipermídias não lineares. Um experimento foi conduzido para avaliar a abordagem. De acordo com os resultados foi possível identificar indícios que a adaptação dos materiais de acordo com os parâmetros propostos melhora a eficiência do aprendizado.

4.2 Discussão

Entre os modelos disponíveis para a identificação do estilo de aprendizagem vinculados à adaptação e personalização de materiais de aprendizagem, o modelo de Felder e Silverman e o modelo de Kolb foram os mais referenciados. Estes resultados apoiaram a escolha dos dois modelos para serem representados na ontologia proposta para estilos de aprendizagem.

Porém, cabe ressaltar a expressiva utilização do modelo de Felder e Silverman, aproximadamente 65% do total. Algumas justificativas para sua ampla utilização podem ser a sua disponibilidade gratuita na internet e a adequação melhor de suas escalas às características dos materiais de aprendizagem.

A utilização dos modelos de uma maneira geral deu-se de forma colaborativa, isto quer dizer, o estilo de aprendizagem foi obtido de forma explícita (BRUSILOVSKY, 1996), por meio de preenchimento de um questionário. No entanto, os trabalhos de (MILICEVIC et al., 2010); (WANG et al., 2008); (OZPOLAT; AKAR, 2009) também utilizaram a abordagem automática em conjunto com a colaborativa, com o objetivo de manter as informações dos estilos de aprendizagem atualizadas dinamicamente.

Com relação ao mapeamento entre as escalas do modelo e as características dos materiais de aprendizagem foi possível identificar as seguintes relações:

- sensorial/intuitivo: foi a escala mais utilizada para prover a adaptação ou personalização dos materiais de aprendizagem. Em todos os trabalhos que utilizaram esta escala, as características referentes ao material de aprendizagem de uma maneira geral foram homogêneas. Para a dimensão sensorial, são mais adequados materiais com características práticas, concretas e exemplos. Para a dimensão intuitivo, são mais adequados materiais com características teóricas e abstratas;
- ativo/reflexivo: as características não ficaram muito claras, porém há indícios de semelhança com a escala sensorial/intuitivo, ou seja, em uma primeira abordagem para o ativo são mais adequados materiais com características práticas, enquanto para o reflexivo são mais adequados materiais teóricos;
- escala visual/verbal: também apresentou características homogêneas entre os trabalhos. Para a dimensão visual são mais adequados materiais

com figuras de uma maneira geral enquanto que para a dimensão verbal são mais adequados materiais com textos e áudios.

- escala sequencial/global de Felder e Silverman: apresentou correspondência com as escalas AE/RO de Kolb e SPS alto/SPS baixo de Kneefes. Para a dimensão sequencial a apresentação dos materiais deve propiciar uma navegação pré-estabelecida enquanto que para a dimensão global a apresentação dos materiais deve possibilitar uma navegação autônoma. Esta escala tem uma aplicação maior no sentido de prover adaptação na navegabilidade do sistema. No entanto também é possível associar esta escala às características dos materiais de aprendizagem, tais como sumários e tabelas para o aprendiz global.

De uma maneira geral, os trabalhos não apresentaram muitos detalhes com relação ao mapeamento das escalas e as características dos materiais de aprendizagem. Nos trabalhos (ESSALMI et al., 2007); (GRAF et al., 2009); (BEACHAM; ALTY, 2006); (YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2010); (YANG; WU, 2009); (WANG et al., 2008), embora o modelo de estilo de aprendizagem tenha sido utilizado para prover alguma forma de adaptação ou personalização de materiais de aprendizagem, não há nenhum detalhe referente à maneira como a relação entre as escalas do modelo e os materiais de aprendizagem foi estabelecida na proposta.

Na maioria dos trabalhos analisados, o estilo de aprendizagem não foi o único parâmetro utilizado para prover a adaptação ou a personalização. Os parâmetros utilizados em conjunto com o estilo de aprendizagem foram:

- nível de conhecimento (MILICEVIC ET AL., 2010); (ESSALMI et al., 2007); (GAMALEL-DIN, 2010); (WANG; CHANG, 2006); (YANG; WU, 2009);
- motivação (ESSALMI et al., 2007);
- objetivos (ESSALMI et al., 2007);
- preferência de idioma (ESSALMI et al., 2007);
- capacidade de armazenamento da memória (GRAF et al., 2009);
- dislexia, (BEACHAM; ALTY, 2006);
- habilidade espacial (WANG; CHANG, 2006);
- caminhos de aprendizagem (YANG; WU, 2009); e
- comportamento de aprendizagem (TSENG et al., 2008).

O nível de conhecimento foi o parâmetro mais utilizado em combinação com o estilo de aprendizagem. A combinação do estilo de aprendizagem com o nível de

conhecimento do aprendiz ou qualquer outro parâmetro pode propiciar uma adaptação ou personalização mais próxima da necessidade do aprendiz.

4.3 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou os resultados da revisão sistemática realizada com o objetivo de selecionar o instrumento para a identificação do estilo de aprendizagem. Os resultados apontaram que os modelos de Felder e Silverman e de Kolb são os mais utilizados e por este motivo ambos foram escolhidos para ser representados pela ontologia proposta nesta dissertação. Esta etapa da pesquisa, além de definir o instrumento para identificação do estilo de aprendizagem, também foi importante para elicitar as características dos materiais de aprendizagem utilizadas para mapear com as dimensões dos modelos utilizados. Estas características são utilizadas para a definição da ontologia que representa as informações dos estilos de aprendizagem que é descrita em maiores detalhes no próximo capítulo.

CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO DAS ONTOLOGIAS

A segunda etapa do desenvolvimento desta pesquisa teve como objetivo definir as ontologias que possibilitassem a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com estilos de aprendizagem e também a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com as áreas da Engenharia de Software.

Para maior clareza, os resultados foram divididos em: Ontologia para o estilo de aprendizagem (VALASKI et al., 2011A) e Ontologia para a Engenharia de Software (VALASKI et al., 2011B) embora fisicamente o resultado final tenha sido uma única ontologia denominada ORLM.

5.1 Ontologia para o estilo de aprendizagem

Os resultados são apresentados de acordo com as fases propostas pela metodologia 101.

5.1.1 Domínio e escopo definido

Para a definição do domínio e escopo as seguintes questões foram respondidas:

- Qual é o domínio da ontologia?
Estilos de aprendizagem.
- Para quê será utilizada a ontologia?
Para a representação das escalas de estilos de aprendizagem de acordo com um modelo (Felder, Kolb etc) e classificação de materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem. A representação destas escalas possibilitará o compartilhamento desta estrutura de informação entre pessoas e agentes de software, além de propiciar o reuso deste domínio.
- Quem irá usar e manter a ontologia?
Aplicações que tenham interesse em considerar os estilos de aprendizagem para prover algum tipo de personalização no ambiente de aprendizagem. A manutenção será feita por um especialista no domínio.

E as seguintes questões de competência foram elaboradas:

1. Quais são os estilos de aprendizagem considerando um determinado modelo?
2. Qual é o estilo de aprendizagem de uma pessoa considerando um determinado modelo?
3. Quais são os materiais de aprendizagem indicados a uma pessoa considerando seu estilo de aprendizagem

5.1.2 Ontologias reutilizadas

Uma revisão sistemática foi realizada para verificar a existência de uma ontologia que pudesse ser refinada ou estendida para o domínio de cobertura. Os resultados foram classificados de acordo com o modelo de estilos de aprendizagem e são discutidos a seguir.

- **Ontologia baseada no Modelo de Felder e Silverman**

Em (GASCUENA et al., 2006) é proposta uma ontologia para descrever objetos de aprendizagem utilizando alguns elementos do padrão IEEE LOM. Na ontologia proposta são descritas as classes *ResourceDescription* e *LearningStyle*. Quatro dimensões do modelo de Felder e Silverman são representadas na forma de atributos na classe *LearningStyle*. A classe *LearningStyle* está ligada diretamente à classe *ResourceDescription* por meio do relacionamento *hasLearningStyle*. No entanto, como o estilo de aprendizagem se refere a uma característica pessoal, o mais adequado seria a classe *LearningStyle* estar relacionada a uma pessoa e não a um material de aprendizagem. Os elementos básicos da ontologia estão representados na Figura 5.1(a).

No trabalho de Siadaty et al. (2009) foi proposto um ambiente com o objetivo de recomendar usuários indicados como parceiros em um ambiente colaborativo de aprendizagem. Para representar os estilos de aprendizagem, é utilizada a ontologia LOCO (*Learning Object Context Ontology*). Nesta ontologia as classes principais são a *LearningStyle* e a *LearningStyleCategory*. A classe *LearningStyle* é utilizada para representar o estilo de aprendizagem de uma pessoa e a classe *LearningStyleCategory* é utilizada para categorizar as dimensões do Modelo de Felder e Silverman. Ao contrário do trabalho anteriormente descrito, onde cada

dimensão é representada na forma de atributos de uma classe, nesta proposta cada dimensão é representada na forma de subclasses da classe *LearningStyleCategory*. O arquivo RDF (*Resource Description Framework*) da ontologia LOCO foi localizado no repositório Swoogle, onde foi possível também identificar a classe *LearningStyleTheory* a qual está associada a classe *LearningStyleCategory*. A classe *LearningStyleModel* permite que sejam representadas categorias e estilos de aprendizagem de modelos distintos. A ontologia proposta poderia ser incrementada adicionando novas categorias de estilos de aprendizagem de outros modelos além de Felder e Silverman. Os elementos propostos estão representados na Figura 5.1 (b).

Em (GASPARINI et al., 2009) é proposta uma ontologia para representação de materiais de aprendizagem, agregando o nível de conhecimento, o nível de leitura e o estilo de aprendizagem, para ser utilizada no ambiente de aprendizagem chamado *AdaptWeb*. Referente aos estilos de aprendizagem, são propostas as classes *LearningMaterial* e *LearningStyle*, além das subclasses Visual e Verbal da classe *LearningStyle*. O objetivo da ontologia é facilitar a recomendação de materiais mais adequados ao perfil do aprendiz, no entanto considera-se mais apropriado esta informação estar relacionada à pessoa do que ao material de aprendizagem, conforme foi proposto. Além disso, apenas as dimensões Visual/Verbal do modelo de Felder e Silverman são consideradas, as demais dimensões também apresentam características pessoais que podem ser relacionadas a um material de aprendizagem para prover a recomendação personalizada. A estrutura principal da ontologia, relacionada ao estilo de aprendizagem, está representada na Figura 5.1 (c).

Huang et al. (2010) propõem um ambiente personalizado semântico de aprendizagem. Por meio de mecanismos de inferência, as características dos objetos são comparadas com os parâmetros de personalização do aprendiz e são recomendados conteúdos para os aprendizes. Com relação aos estilos de aprendizagem, as principais classes da ontologia proposta são *Learner* e *LearningStyle*, sendo elas diretamente ligadas entre si por meio do relacionamento *hasLearningStyle*. Cada dimensão do modelo de Felder e Silverman é representada como atributo da classe *LearningStyle*. Os atributos recebem os nomes das quatro dimensões do modelo. Na ontologia proposta, os estilos de aprendizagem representados ficam restritos às dimensões do modelo de Felder e Silverman não

sendo considerados os estilos de aprendizagem de outros modelos. Estas informações estão representadas na Figura 5.1 (d).

▪ **Ontologia baseada no Modelo de Kolb**

Wang e Chen (2008) propõem um framework de integração do conhecimento baseado em ontologias. Neste framework é proposta uma ontologia de domínio utilizando o padrão IMS LOM e uma ontologia para o modelo do estudante utilizando o padrão IMS LIP. Os estilos de aprendizagem são representados na ontologia por meio de quatro classes, as quais recebem os nomes dos quatro estilos de aprendizagem definidos no modelo de Kolb. Os elementos identificados na proposta são representados na Figura 5.1 (e).

Yang e Wu (2009) apresentam um ambiente adaptativo onde os objetos de aprendizagem são recomendados de acordo com o perfil do usuário. Os objetos de aprendizagem são representados pelo padrão *Dublin Core (DC)*. Não há uma representação formal da ontologia com relação ao estilo de aprendizagem, no entanto, por meio da arquitetura proposta, foi possível identificar uma estrutura que sugerisse as quatro escalas do modelo de Kolb como classes que estão relacionadas a uma classe *Learner*. Por meio das escalas é feito um mapeamento do tipo de material indicado para cada escala. Apenas os estilos de aprendizagem do modelo de Kolb são representados. Os elementos identificados na arquitetura proposta estão representados na Figura 5.1 (f).

No trabalho de (YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2010) é proposto um ambiente adaptativo baseado em agentes, onde o estilo de aprendizagem é um dos critérios utilizados para prover a adaptação. O padrão SCORM é utilizado para representação dos objetos, mas por limitações deste padrão, uma ontologia para estilos de aprendizagem é proposta. Os estilos de aprendizagem são representados por meio das classes *Learner*, *LearningStyle* e *LearningStyleCategory*. O modelo do estilo de aprendizagem não é considerado limitando-se a representação de estilos de aprendizagem de um único modelo. A Figura 5.1 (g) ilustra a ontologia proposta.

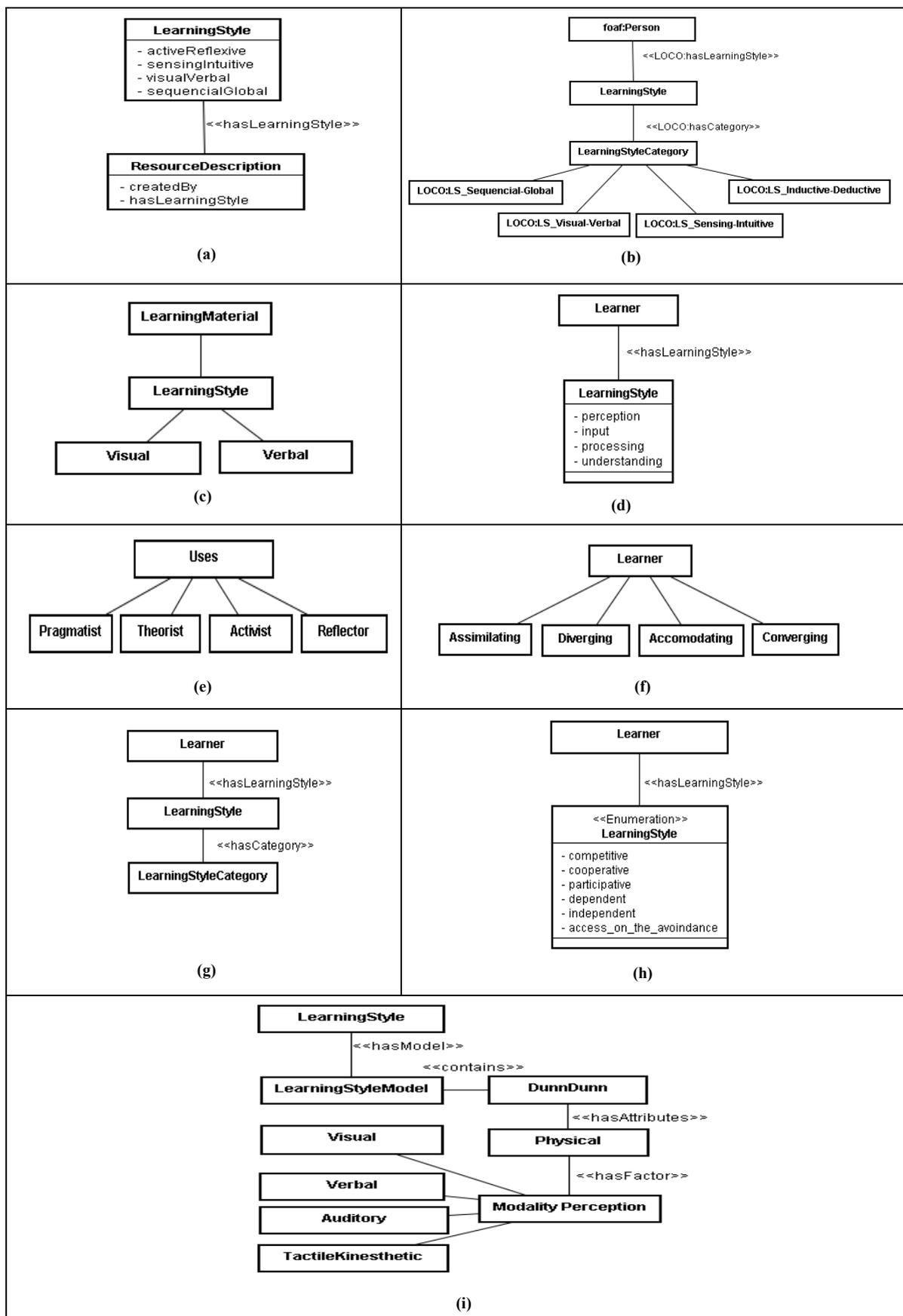


Figura 5.1. Elementos propostos para representação de estilo de aprendizagem

▪ Ontologias baseadas em Outros Modelos

Em (ESSALMI et al., 2007) é proposta uma ontologia com o objetivo de prover a personalização de materiais de aprendizagem. Na especificação desta ontologia foi utilizado o padrão para representação IMS LIP estendendo os estilos de aprendizagem propostos por *La Garanderie*. Referente aos estilos de aprendizagem, na ontologia são propostas as classes *Learner* e *LearningStyle* que estão ligadas diretamente por meio do relacionamento *hasLearningStyle*. Cada estilo de aprendizagem é representado na forma de atributos da classe *LearningStyle*, conforme representação da Figura 5.1 (h). Apenas os estilos de aprendizagem do modelo em questão são considerados na ontologia proposta.

Mahtar e Zin (2010) abordam a representação do conhecimento da área da matemática utilizando o metadado *Open Mathematical Document* (OMDoc). A representação dos objetos de aprendizagem segue o padrão *Dublin Core* e a ontologia para os estilos de aprendizagem é proposta como uma extensão do metadado OMDoc. Conforme exemplos demonstrados pelos autores, o estilo de aprendizagem e o tipo da mídia ficam embutidos no metadado OMDoc que é integrado com a ontologia de estilos de aprendizagem. As classes principais referentes ao estilo de aprendizagem são: *LearningStyle*, *LearningStyleModel* e *ModalityPerception*. A classe *LearningStyleModel* sugere a opção de utilizar modelos de estilos de aprendizagem distintos e a classe *ModalityPerception* categoriza as modalidades de percepção por meio das subclasses *Visual*, *Verbal*, *Auditory* e *TactileKinesthetic*. Os elementos propostos estão representados na Figura 5.1 (i).

Entre os trabalhos analisados, o trabalho de Siadaty et al. (2009) é o que mais se aproximou do domínio e o escopo definidos nesta pesquisa. No entanto, a questão de competência 3, definida na Seção 3.3.2.1, não pode ser respondida pela ontologia proposta por Siadaty et al., porque não são representados materiais de aprendizagem vinculados a estilos de aprendizagem. Além disso, apenas as escalas do modelo de Felder e Silverman são representadas. As escalas do modelo de Kolb se mostraram bastante utilizadas na revisão de literatura apresentada na etapa anterior e desta maneira também poderiam ser representadas na ontologia. Com a representação também das escalas de Kolb, as questões de competência 1 e 2 podem ser respondidas.

Considerando o resultado desta revisão sistemática optou-se pelo desenvolvimento de uma nova ontologia, reutilizando parte da ontologia proposta por Siadaty et al. (2009). Também foi feita a integração com o padrão FOAF para a representação de informações pessoais e o padrão DC para representação de informações dos materiais de aprendizagem.

5.1.3 Termos importantes identificados

Os termos importantes relacionados à ontologia foram identificados e estão listados no Quadro 5.1.

Quadro 5.1. Termos importantes da ontologia para estilos de aprendizagem

Learning Style	Visual	Reflective Observation
Learning Style Model	Verbal	Abstract Conceptualization
Learning Style Category	Sequencial	Deductive
Learner	Global	Accomodating
Person	Sensing	Converging
Learning Material	Intuitive	Assimilating
Material Type	Inductive	Diverging
Kolb	Active Experimentation	Reflective Observation
Felder	Concrete Experience	Abstract Conceptualization
Date	Subject	First Name
Last Name	Name Theory	Identifier
File Name		

5.1.4 Classes e hierarquia definidas

Do trabalho de Siadaty et al (2009) foram utilizadas as classes para a representação dos termos: *Learning Style*, *Learning Style Category*, *Learning Style Model*, *Visual*, *Verbal*, *Sequencial*, *Global*, *Sensing*, *Intuitive* e *Inductive*. As classes correspondentes a estes termos estão listadas no Quadro 5.2 com o prefixo “user-model”.

Para a representação dos termos *Person* e *Learner* foi utilizada a classe *Person* do padrão FOAF, representado no Quadro 5.2 com o prefixo “foaf”. As demais classes identificadas e incluídas na ontologia estão representadas no Quadro 5.2 com o prefixo “orlm”. As classes foram incluídas para a representação dos termos: *Learning Material*, *Material Type*, *Concrete Experience*, *Abstract Conceptualization*, *Active Experimentation* e *Reflective Observation*.

Cabe ressaltar que a decisão entre um determinado conceito ser uma classe ou instância foi baseada na aplicação da ontologia proposta e na ontologia reutilizada (NOY; MCGUINNESS, 2001)

Quadro 5.2. Classes para estilos de aprendizagem

Prefixo	Classe	Descrição da Classe	Termo
user-model	LearningStyle	Estilo de aprendizagem	Learning Style
	LearningStyleModel	Modelo referente ao estilo de aprendizagem (ex: Felder, Kolb, etc.)	Learning Style Model
	LearningStyleCategory	Categoria do estilo de aprendizagem para representação das distintas escalas	Learning Style Category
	LS_Visual_Verbal	Escala visual/verbal proposto pelo modelo de Felder.	Visual e Verbal
	LS_Sequencial_Global	Escala sequencial/global proposto pelo modelo de Felder.	Sequencial e Global
	LS_Sensing_Intuitive	Escala sensing/intuitive proposto pelo modelo de Felder.	Sensing e Intuitive
	LS_Inductive_Deductive	Escala inductive/deductive proposto pelo modelo de Felder.	Inductive e Deductive
foaf	Person	Pessoa ou aprendiz	Person e Learner
orIm	LearningMaterial	Materiais de aprendizagem	Learning Material
	MaterialType	Tipos de materiais de aprendizagem. Representação dos tipos de mídias que serão relacionados ao estilo de aprendizagem.	Material Type
	LS_CE_AC	Escala Concrete Experience/Abstract Conceptualization proposto pelo modelo de Kolb	Concrete Experience Abstract Conceptualization
	LS_AE_RO	Escala Active Experimentation /Reflective Observation proposto pelo modelo de Kolb	Active Experimentation Reflective Observation

Após a identificação das classes, foi definida a estrutura hierárquica, a qual está representada na Figura 5.2.

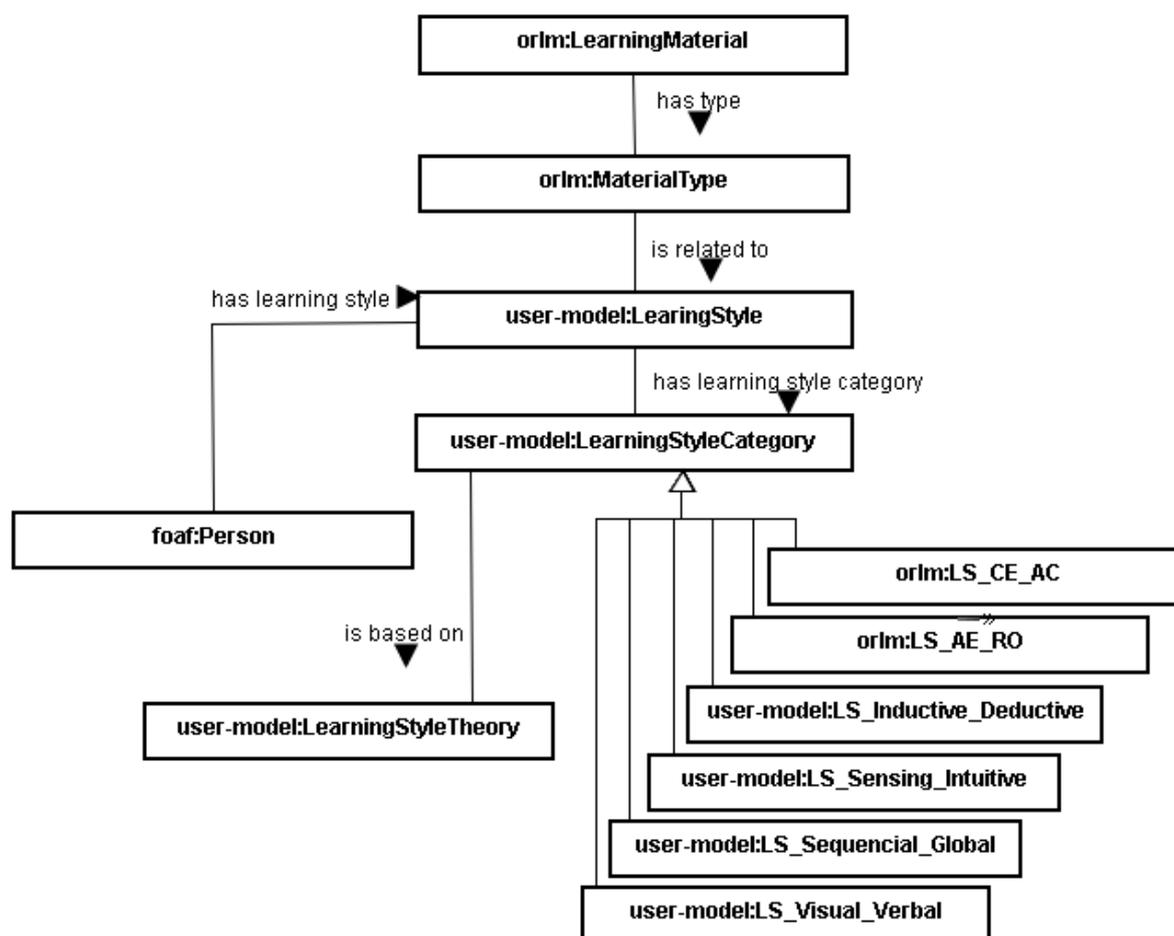


Figura 5.2. Classes e sua estrutura hierárquica para os estilos de aprendizagem

5.1.5 Propriedades das classes definidas

O Quadro 5.3 apresenta as propriedades definidas. Para cada propriedade, foi utilizado um prefixo correspondente para denotar se foi incluída uma nova propriedade (prefixo orml) ou se foi utilizada de outras ontologias (user-model, foaf e dc).

A partir do padrão DC foram utilizadas propriedades para representar informações dos materiais de aprendizagem e do padrão FOAF foram utilizadas propriedades para representar informações pessoais. As propriedades foram classificadas em: *Datatype*, propriedade relacionada diretamente a uma classe e *Object*, propriedade proveniente da relação entre duas classes.

Quadro 5.3. Propriedades para estilos de aprendizagem

Tipo	Propriedade	Classe Domínio	Classe Imagem
Datatype	orIm:nameTheory	user-model LearningStyleTheory	
	foaf:lastName	foaf:Person	
	foaf:firstName	foaf:Person	
	dc:date	orIm:LearningMaterial	
	dc:identifier	orIm:LearningMaterial	
	dc:subject	orIm:LearningMaterial	
	orIm:fileName	orIm:LearningMaterial	
Object	user-model:hasLearningStyle	foaf:Person	user-model:LearningStyle
	user-model:hasCategory	user-model:LearningStyle	user-model:LearningStyleCategory
	user-model:isCategoryOf	user-model:LearningStyleCategory	user-model:LearningStyle
	user-model:basedOnTheory	user-model:LearningStyleCategory	user-model:LearningStyleTheory
	dc:type	orIm:LearningMaterial	orIm:MaterialType
	orIm:isRelatedTo	orIm:MaterialType	user-model:LearningStyle

5.1.6 Restrições das propriedades definidas

As restrições das propriedades definidas estão listadas no Quadro 5.4 .

Quadro 5.4. Restrições das propriedades para estilos de aprendizagem

Propriedade	Tipo Valor	Cardinalidade	Propriedades especiais
orIm:nameTheory	string	1:1	
foaf:lastName	string	1:1	
foaf:firstName	string	1:1	
dc:date	datetime	1:1	
dc:identifier	string	1:1	
dc:subject	string	1:1	
orIm:fileName	string	1:1	
user-model:hasLearningStyle		1:N	
user-model:hasCategory		1:N	inversa orIm:isCategoryOf
orIm:isCategoryOf		1:N	
user-model:basedOnTheory		1:N	
dc:type		1:N	
orIm:isRelatedTo		1:N	

5.1.7 Instâncias criadas

No Quadro 5.5 estão listadas as instâncias criadas para cada classe e os valores correspondentes às suas propriedades.

Quadro 5.5. Exemplos de instâncias criadas na ontologia para estilo de aprendizagem

Classe	Instâncias	Propriedades	Valor
user-model:LearningStyleTheory	orlm:Felder	orlm:nameTheory	Felder
	orlm:Kolb	orlm:nameTheory	Kolb
user-model:LearningStyle	orlm:Accomodating		
	orlm:Assimilating		
	orlm:Converging		
	orlm:Diverging		
	orlm:Visual		
	orlm:Verbal		
	orlm:Verbal_Visual		
orlm:LS_AE_RO	orlm:Kolb_AE	user-model:basedOnTheory	orlm:Kolb
		orlm:isCategoryOf	orlm:Accomodating orlm:Converging
	orlm:Kolb_RO	user-model:basedOnTheory	orlm:Kolb
		orlm:isCategoryOf	orlm:Assimilating orlm:Diverging
orlm:LS_CE_AC	orlm:Kolb_CE	user-model:basedOnTheory	orlm:Kolb
		orlm:isCategoryOf	orlm:Assimilating orlm:Diverging
	orlm:Kolb_AC	user-model:basedOnTheory	orlm:Kolb
		orlm:isCategoryOf	orlm:Accomodating orlm:Converging
user-model:LS_Visual_Verbal	orlm:Felder_Visual_Verbal	user-model:basedOnTheory	orlm:Felder
		orlm:isCategoryOf	orlm:Verbal orlm:Visual orlm:Visual_Verbal
orlm:MaterialType	orlm:Animation		
	orlm:Audio	orlm:isRelatedTo	orlm:Verbal orlm:Visual_Verbal
	orlm:Figure	orlm:isRelatedTo	orlm:Visual orlm:Visual_Verbal
	orlm:Image	orlm:isRelatedTo	orlm:Visual orlm:Visual_Verbal
	orlm:Linear	orlm:isRelatedTo	orlm:Assimilating orlm:Diverging
	orlm:Text	orlm:isRelatedTo	orlm:Verbal orlm:Visual_Verbal
	orlm:Video	orlm:isRelatedTo	orlm:Visual orlm:Visual_Verbal
	orlm:noLinear	orlm:isRelatedTo	orlm:Accomodating orlm:Converting
foaf:Person	orlm:Andreia	orlm:hasLearningStyle	orlm:Verbal
	orlm:Andressa	orlm:hasLearningStyle	orlm:Visual
	orlm:Everson	orlm:hasLearningStyle	orlm:Accomodating
	orlm:Joao	orlm:hasLearningStyle	orlm:Diverging
	orlm:Joselaine	orlm:hasLearningStyle	orlm:Visual orlm:Assimilating
	orlm:Kelly	orlm:hasLearningStyle	orlm:Visual_Verbal
orlm:LearningMaterial	orlm:material001	dc:type	orlm:Linear orlm:Text
	orlm:material002	dc:type	orlm:Linear orlm:Image
	orlm:material003	dc:type	orlm:Text
	orlm:material004	dc:type	orlm:Audio
	orlm:material005	dc:type	orlm:Figure
	orlm:material006	dc:type	orlm:Image orlm:noLinear

5.1.8 Ontologia avaliada

Para cada questão de competência foi elaborada uma consulta SPARQL e o resultado é apresentado a seguir.

Para responder a questão 1 (“Quais são os estilos de aprendizagem considerando um determinado modelo?”) foi elaborada a consulta SPARQL representada na Figura 5.3. O resultado desta consulta é apresentado na Figura 5.4. e por meio dele é possível verificar que a ontologia proposta responde quais são os estilos de aprendizagem relacionados a um determinado modelo, como por exemplo, do modelo de Felder e Silverman, são identificados os estilos: Visual, Verbal e Visual/Verbal.

```
SELECT ?LearningStyle ?LearningStyleTheory
WHERE { ?LearningStyle user-model:hasCategory ?learningStyleCategory.
        ?learningStyleCategory user-model:baseadOnTheory ?LearningStyleTheory.}
order by ?LearningStyleTheory
```

Figura 5.3. Consulta SPARQL, questão de competência 1

LearningStyle	LearningStyleTheory
◆ orlm:Verbal	◆ orlm:Felder
◆ orlm:Visual	◆ orlm:Felder
◆ orlm:Visual_Verbal	◆ orlm:Felder
◆ orlm:Accomodating	◆ orlm:Kolb
◆ orlm:Assimilating	◆ orlm:Kolb
◆ orlm:Converging	◆ orlm:Kolb
◆ orlm:Diverging	◆ orlm:Kolb

Figura 5.4. Resultado consulta SPARQL, questão de competência 1

Para responder a questão 2 (“Qual é o estilo de aprendizagem de uma pessoa considerando um determinado modelo?”) foi elaborada a consulta SPARQL representada na Figura 5.5. Conforme resultado, apresentado na Figura 5.6, é possível verificar que a ontologia proposta responde quais são os estilos de aprendizagem de uma pessoa relacionados a um determinado modelo. Por exemplo, a pessoa identificada por “Joselaine”, de acordo com o modelo de Felder e Silverman, possui o estilo de aprendizagem “Visual”, já de acordo com o modelo de de Kolb, a pessoa em questão possui o estilo de aprendizagem “Assimilating”.

```

SELECT ?Person ?LearningStyle ?LearningStyleTheory
WHERE {
  ?Person user-model:hasLearningStyle ?LearningStyle.
    ?LearningStyle user-model:hasCategory ?learningStyleCategory.
    ?learningStyleCategory user-model:baseadOnTheory ?LearningStyleTheory.}
order by ?Person

```

Figura 5.5. Consulta SPARQL, questão de competência 2

Person	LearningStyle	LearningStyleTheory
◆ orlm:Andre	◆ orlm:Visual	◆ orlm:Felder
◆ orlm:Andreia	◆ orlm:Verbal	◆ orlm:Felder
◆ orlm:Andressa	◆ orlm:Visual	◆ orlm:Felder
◆ orlm:Everson	◆ orlm:Accomodating	◆ orlm:Kolb
◆ orlm:Joao	◆ orlm:Diverging	◆ orlm:Kolb
◆ orlm:Joselaine	◆ orlm:Visual	◆ orlm:Felder
◆ orlm:Joselaine	◆ orlm:Assimilating	◆ orlm:Kolb
◆ orlm:Kelly	◆ orlm:Visual_Verbal	◆ orlm:Felder

Figura 5.6. Resultado consulta SPARQL, questão de competência 2

Para responder a questão 3 (“Quais são os materiais de aprendizagem indicados a uma pessoa considerando seu estilo de aprendizagem?”) foi elaborada uma consulta SPARQL representada na Figura 5.7. Conforme resultado, apresentado na Figura 5.8, é possível verificar que a ontologia proposta responde quais são os materiais de aprendizagem indicados a uma pessoa considerando seu estilo de aprendizagem. Utilizando o exemplo da pessoa identificada por “Joselaine”, cujo estilo de aprendizagem é “Visual” de acordo com o modelo de Felder e Silverman, a consulta SPARQL retornou os materiais com características de imagem e figura, que são características vinculadas ao estilo de aprendizagem em questão.

```

SELECT DISTINCT ?Person ?LearningStyle ?LearningStyleTheory ?LearningMaterial
?Type
WHERE {
  ?Type orlm:isRelated ?LearningStyle.
  ?LearningMaterial dc:type ?Type.
  ?Person user-model:hasLearningStyle ?LearningStyle.
  ?LearningStyle user-model:hasCategory ?learningStyleCategory.
  ?learningStyleCategory user-model:baseadOnTheory ?LearningStyleTheory.}
order by ?Person

```

Figura 5.7. Consulta SPARQL, questão de competência 3

Person	LearningStyle	LearningStyleTheory	LearningMaterial	Type
orlm:Andre	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material002	orlm:Image
orlm:Andre	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material005	orlm:Figure
orlm:Andre	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material006	orlm:Image
orlm:Andreia	orlm:Verbal	orlm:Felder	orlm:material001	orlm:Text
orlm:Andreia	orlm:Verbal	orlm:Felder	orlm:material003	orlm:Text
orlm:Andreia	orlm:Verbal	orlm:Felder	orlm:material004	orlm:Audio
orlm:Andressa	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material002	orlm:Image
orlm:Andressa	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material005	orlm:Figure
orlm:Andressa	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material006	orlm:Image
orlm:Everson	orlm:Accomodating	orlm:Kolb	orlm:material006	orlm:noLinear
orlm:Joao	orlm:Diverging	orlm:Kolb	orlm:material001	orlm:Linear
orlm:Joao	orlm:Diverging	orlm:Kolb	orlm:material002	orlm:Linear
orlm:Joselaine	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material002	orlm:Image
orlm:Joselaine	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material005	orlm:Figure
orlm:Joselaine	orlm:Visual	orlm:Felder	orlm:material006	orlm:Image
orlm:Joselaine	orlm:Assimilating	orlm:Kolb	orlm:material001	orlm:Linear
orlm:Joselaine	orlm:Assimilating	orlm:Kolb	orlm:material002	orlm:Linear
orlm:Kelly	orlm:Visual_Verbal	orlm:Felder	orlm:material001	orlm:Text
orlm:Kelly	orlm:Visual_Verbal	orlm:Felder	orlm:material002	orlm:Image
orlm:Kelly	orlm:Visual_Verbal	orlm:Felder	orlm:material003	orlm:Text
orlm:Kelly	orlm:Visual_Verbal	orlm:Felder	orlm:material004	orlm:Audio
orlm:Kelly	orlm:Visual_Verbal	orlm:Felder	orlm:material005	orlm:Figure
orlm:Kelly	orlm:Visual_Verbal	orlm:Felder	orlm:material006	orlm:Image
orlm:Sheila	orlm:Verbal	orlm:Felder	orlm:material001	orlm:Text
orlm:Sheila	orlm:Verbal	orlm:Felder	orlm:material003	orlm:Text
orlm:Sheila	orlm:Verbal	orlm:Felder	orlm:material004	orlm:Audio

Figura 5.8. Resultado consulta SPARQL, questão de competência 3

5.2 Ontologia para a Engenharia de Software

Os resultados da ontologia para a Engenharia de Software também são apresentados de acordo com cada uma das fases propostas pela metodologia 101, descritas na Seção 3.3.2. Todos os novos elementos foram adicionados à ontologia ORLM descrita na seção anterior por compartilharem a mesma classe “LearningMaterial”.

5.2.1 Domínio e escopo definido

Para a definição do domínio e escopo as seguintes questões foram respondidas:

- Qual é o domínio da ontologia?
Área do Conhecimento da Engenharia de Software.
- Para quê será utilizada a ontologia?
Para a representação das áreas do conhecimento da Engenharia de Software e classificação de materiais de aprendizagem de acordo com

estas áreas. A representação possibilitará o compartilhamento desta estrutura de informação entre pessoas e agentes de software, propiciará reuso deste domínio além de fazer suposições explícitas.

- Quem irá usar e manter a ontologia?

Aplicações que necessitem classificar materiais de aprendizagem de acordo com as áreas de conhecimento da Engenharia de Software. A manutenção será feita por um especialista no domínio.

E as seguintes questões de competência foram elaboradas:

1. Um papel está relacionado à qual disciplina do RUP (*Rational Unified Process*)?
2. Uma tarefa está relacionada à qual disciplina do RUP?
3. Um artefato está relacionado à qual disciplina do RUP?
4. A qual(is) área(s) do conhecimento da Engenharia de Software um material de aprendizagem está relacionado considerando os elementos do RUP?

5.2.2 Ontologias reutilizadas

Nenhuma ontologia implementada e disponível para ser integrada em um ambiente foi encontrada. Os elementos identificados para a ontologia para a Engenharia de Software foram adicionados a ORLM.

5.2.3 Termos importantes identificados

Os termos importantes relacionados à ontologia foram identificados e estão listados no Quadro 5.6.

Quadro 5.6. Termos importantes da ontologia para Engenharia de Software

Termos do SWEBOK	Termos do RUP	Termos do RUP
Software Configuration Management	Software Testing	Deployment
Software Construction	Discipline	Environment
Software Design	Element	Implementation
Software Engineering Management	Artifact	Project Management
Software Engineering Process	Role	Requirements
Software Engineering Tools Methods	Task	Test
Software Maintenance	Analysis Design	Has Domain
Software Quality	BusinessModeling	Modify
Software Requirements	Configuration Change Management	

5.2.4 Classes e hierarquia definidas

De acordo com os termos identificados, as classes e sua estrutura hierárquica foram definidas. As classes provenientes dos termos extraídos do SWEBOK estão listados no Quadro 5.7 e a sua estrutura hierárquica está representada na Figura 5.9. As classes provenientes do SWEBOK ficaram hierarquicamente subordinadas a classe orlm:LearningMaterial.

Cabe ressaltar que a decisão entre um determinado conceito ser uma classe ou instância foi baseada na aplicação da ontologia proposta (NOY; MCGUINNESS, 2001).

Quadro 5.7. Classes para a Engenharia de Software (SWEBOK)

Classe proveniente do SWEBOK	Descrição da Classe	Termo
SoftwareConfigurationManagement	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Gerenciamento de Configuração	Software Configuration Management
SoftwareConstruction	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Construção	Software Construction
SoftwareDesign	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Design	Software Design
SoftwareEngineeringManagement	Representação dos materiais de aprendizagem da área de gerência da Engenharia de Software	Software Engineering Management
SoftwareEngineeringProcess	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Processo da Engenharia de Software.	Software Engineering Process
SoftwareEngineeringTools Methods	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Ferramentas e Métodos	Software Engineering Tools Methods
SoftwareMaintenance	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Manutenção	Software Maintenance
SoftwareQuality	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Qualidade	Software Quality
SoftwareRequirements	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Requisitos	Software Requirements
SoftwareTesting	Representação dos materiais de aprendizagem da área de Teste	Software Testing

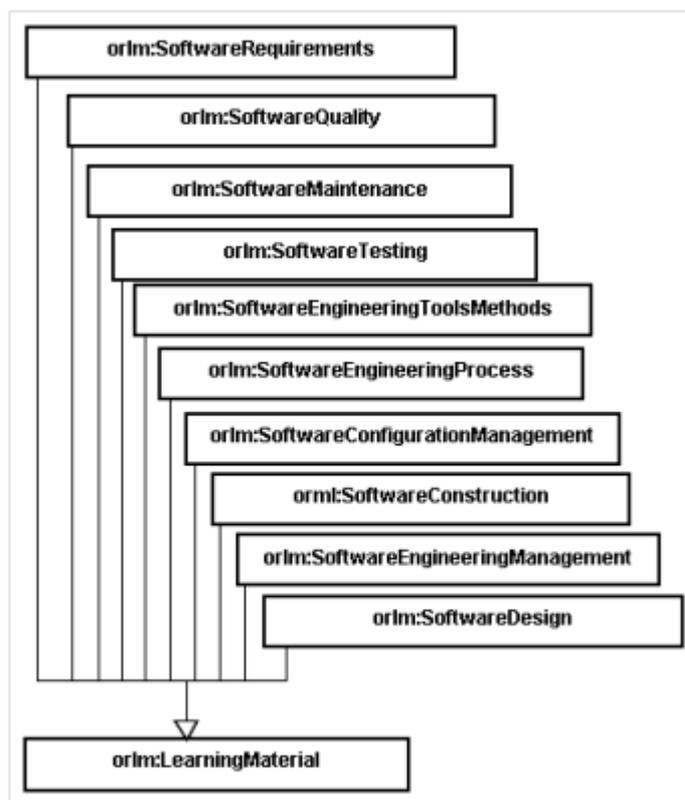


Figura 5.9. Hierarquia das classes provenientes do SWEBOK

As classes provenientes dos termos extraídos do RUP estão listados no Quadro 5.8 e a sua estrutura hierárquica está representada na Figura 5.10.

O RUP é baseado em três conceitos principais, denominados *Artifact*, *Role* e *Task*, os quais estão fortemente relacionados a um quarto conceito denominado *Discipline*. Baseado nestes quatro conceitos foram criadas as classes `orlm:Discipline`, `orlm:RupElements`, `orlm:Artifact`, `orlm:Role` e `orlm:Task`.

A classe `orlm:Discipline` foi criada para a representação das nove disciplinas consideradas no modelo RUP. Por meio desta classe que as demais relações se estabelecem e posteriormente é feito o vínculo com as áreas de conhecimento do SWEBOK. A classe `orlm:RupElements` foi criada para representar uma generalização entre as classes `orlm:Artifact`, `orlm:Role` e `orlm:Task`.

A classe `Artifact` foi criada para representar os artefatos de software que são previstos no modelo RUP. A classe `orlm:Artifact` está diretamente relacionada à classe `orlm:Discipline` e de acordo com esta relação foram criadas subclasses, que identificam os artefatos relacionados a cada uma das nove disciplinas propostas no modelo RUP.

Quadro 5.8. Classes para a Engenharia de Software (RUP)

Classe proveniente do RUP	Descrição da classe	Termo
RupDiscipline	Disciplinas do RUP	Discipline
RupElements	Elementos do RUP: artifact, role e task.	Element
Artifact	Artefatos do RUP	Artifact
Role	Papéis do RUP	Role
Task	Tarefas do RUP	Task
ArtifactAnalysisDesign	Artefatos de Análise e Design	Artifact e Analysis Design
ArtifactBusinessModeling	Artefatos de Modelagem de Negócio	Artifact e Business Modeling
ArtifactConfigurationChangeManagement	Artefatos de Gerência de Configuração e Mudança	Artifact e Configuration Change Management
ArtifactDeployment	Artefatos de Implantação	Artifact e Deployment
ArtifactEnvironment	Artefatos de Ambiente	Artifact e Environment
ArtifactImplementation	Artefatos de Implementação	Artifact e Implementation
ArtifactProjectManagement	Artefatos de Gerência de Projeto	Artifact e Project Management
ArtifactRequirements	Artefatos de Requisitos	Artifact e Requirements
ArtifactTest	Artefatos de Teste	Artifact e Test
RoleAnalysisDesign	Papéis de Análise e Design	Role e Analysis Design
RoleBusinessModeling	Papéis de Modelagem de Negócio	Role e Business Modeling
RoleConfigurationChangeManagement	Papéis de Gerência de Configuração e Mudança	Role e Configuration Change Management
RoleDeployment	Papéis de Implantação	Role e Deployment
RoleEnvironment	Papéis de Ambiente	Role e Environment
RoleImplementation	Papéis de Implementação	Role e Implementation
RoleProjectManagement	Papéis de Gerência de Projeto	Role e Project Management
RoleRequirements	Papéis de Requisitos	Role e Requirements
RoleTest	Papéis de Teste	Role e Test
TaskAnalysisDesign	Tarefa de Análise e Design	Task e Analysis Design
TaskBusinessModeling	Tarefa	Task e Business Modeling
TaskConfigurationChangeManagement	Tarefa de Gerência de Configuração e Mudança	Task e Configuration Change Management
TaskDeployment	Tarefa de Implantação	Task e Deployment
TaskEnvironment	Tarefa de Ambiente	Task e Environment
TaskImplementation	Tarefa de Implementação	Task e Implementation
TaskProjectManagement	Tarefa de Gerência de Projeto	Task e Project Management
TaskRequirements	Tarefa de Requisitos	Task e Requirements
TaskTest	Tarefa de Teste	Task e Test

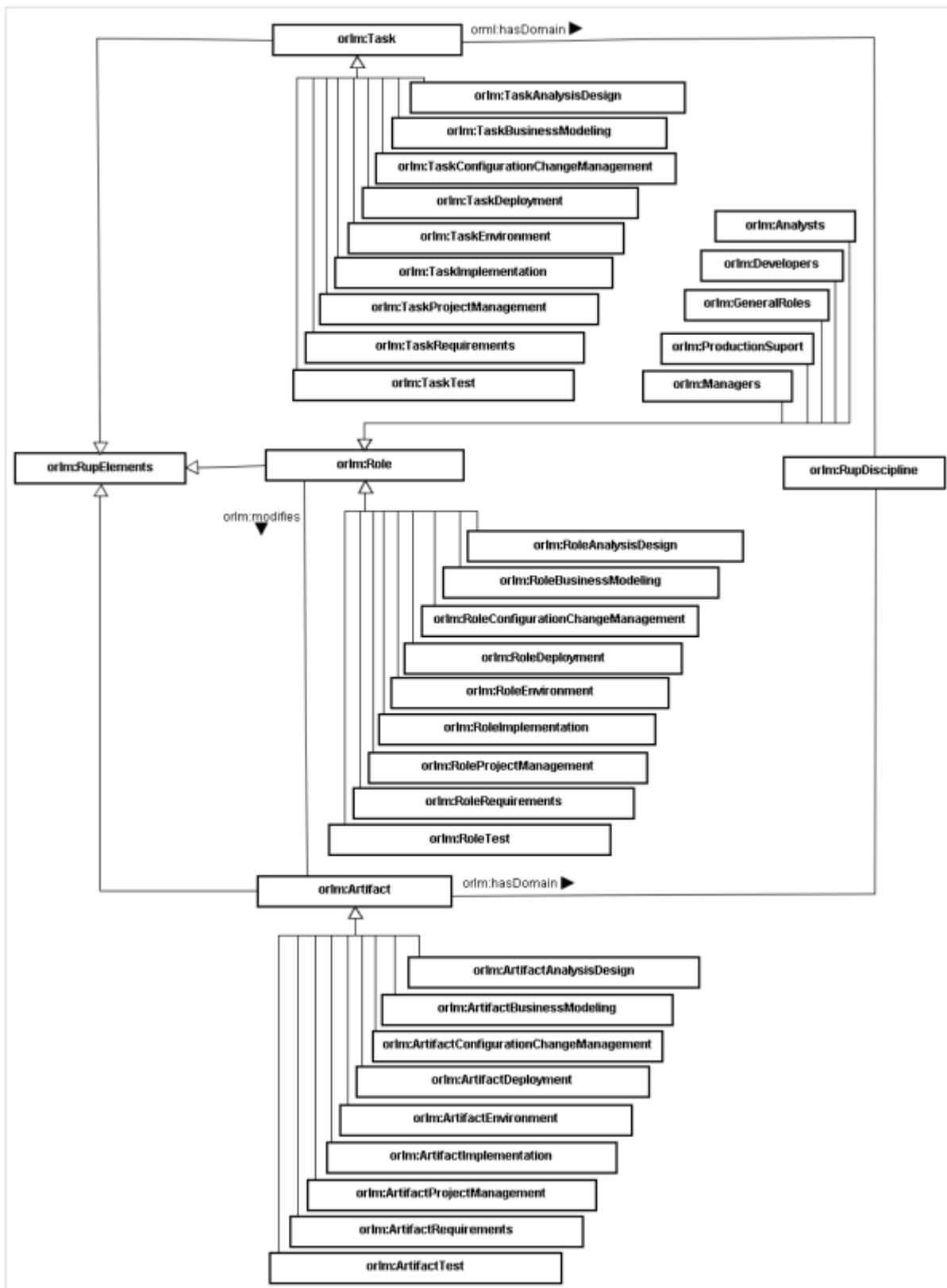


Figura 5.10. Hierarquia das classes provenientes do RUP

A classe `orlm:Role` foi criada para representar os papéis que são previstos no modelo RUP. A classe `orlm:Role` está relacionada à classe `orlm:Artifact`, sendo que por meio desta relação foram criadas subclasses que identificam os papéis relacionados a cada uma das nove disciplinas propostas no modelo RUP.

A classe `orlm:Task` foi criada para representar as tarefas que são previstas no modelo RUP e de acordo com esta relação foram criadas subclasses, que identificam as tarefas relacionadas a cada uma das nove disciplinas propostas no modelo RUP.

5.2.5 Propriedades das classes definidas

As propriedades das classes definidas estão listadas no Quadro 5.9. Todas as propriedades criadas são do tipo Object.

A propriedade `orlm:hasDomain` foi criada para definir as subclasses de `orlm:Task` e `orlm:Artifact` de acordo com as nove disciplinas do RUP. A propriedade `orlm:modify` foi criada para definir as subclasses de `orlm:Role` correspondentes as nove disciplinas do RUP. A propriedade `orlm:isRecommendedTo` foi criada para definir as subclasses de `orlm:LearningMaterial` relacionadas às dez áreas do SWEBOK. Esta última propriedade é o que permite a utilização das relações entre os elementos do RUP para definir as áreas do conhecimento do SWEBOK.

Quadro 5.9. Propriedades para Engenharia de Software

Propriedade	Classe Domínio	Classe Imagem
<code>orlm:hasDomain</code>	<code>orlm:Artifact</code> <code>orlm:Task</code>	<code>orlm:RupDiscipline</code>
<code>orlm:isDomainOf</code>	<code>orlm:RupDiscipline</code>	<code>orlm:Artifact</code> <code>orlm:Task</code>
<code>orlm:modify</code>	<code>orlm:Role</code>	<code>orlm:Artifact</code>
<code>orlm:isModified</code>	<code>orlm:Artifact</code>	<code>orlm:Role</code>
<code>orlm:isRecommendedTo</code>	<code>orlm:LearningMaterial</code>	<code>orlm:Artifact</code> <code>orlm:Role</code> <code>orlm:Task</code>
<code>orlm:hasRecommendation</code>	<code>orlm:Artifact</code> <code>orlm:Role</code> <code>orlm:Task</code>	<code>orlm:LearningMaterial</code>

5.2.6 Restrições das propriedades definidas

As restrições das propriedades definidas estão listadas no Quadro 5.10. Na Figura 5.11 é possível visualizar a utilização da propriedade `orlm:isRecommendedTo`

na ontologia ORLM construída no Protégé. A propriedade `orlm:isRecommendedTo` foi utilizada como axioma para definir as seis áreas da Engenharia de Software.

Quadro 5.10. Restrições das propriedades para a Engenharia de Software

Propriedade	Cardinalidade	Propriedades especiais
<code>orlm:hasDomain</code>	1:1	
<code>orlm:isDomainOf</code>	1:N	inversa <code>orlm:hasDomain</code>
<code>orlm:modify</code>	1:N	
<code>orlm:isModified</code>	1:N	inversa <code>orlm:modify</code>
<code>orlm:hasRecommendation</code>	1:N	
<code>orlm:isRecommendedTo</code>	1:N	inversa <code>orlm:hasRecommendation</code>

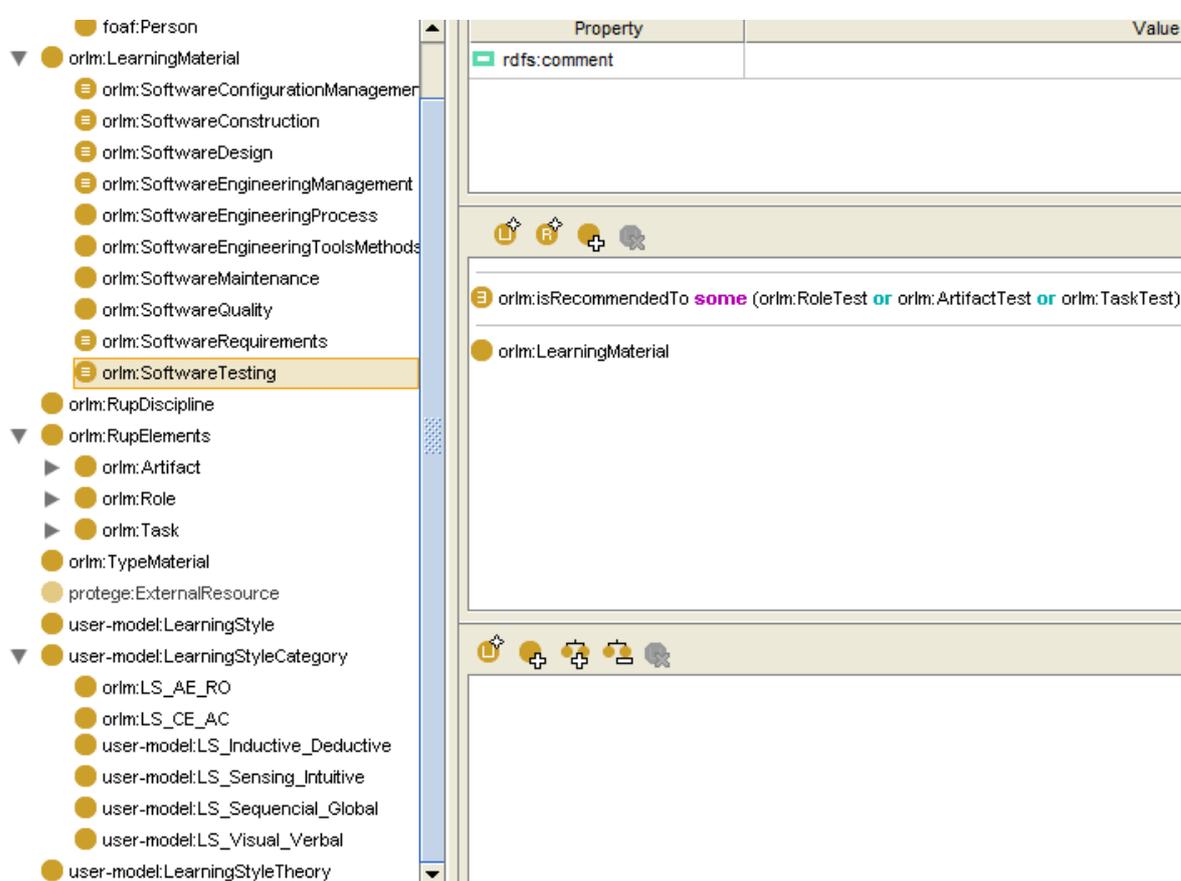


Figura 5.11. Ontologia ORLM no Protégé

5.2.7 Instâncias criadas

No Quadro 5.11 estão listadas as instâncias criadas para cada classe e os valores correspondentes às suas propriedades.

Quadro 5.11. Exemplos de instâncias criadas na ontologia para Engenharia de Software

Classe	Instâncias	Propriedades	Valor
orIm:RupDiscipline	orIm:AnalysisDesign		
	orIm:BusinessModeling		
	orIm:ConfigurationChangeManagement		
	orIm:Deployment		
	orIm:Environment		
	orIm:Implementation		
	orIm:ProjectManagement		
	orIm:Requirements		
orIm:Artifact	orIm:AnalysisModel	orIm:hasDomain	orIm:AnalysisDesign
	orIm:BusinessGlossary		orIm:BusinessModeling
	orIm:ChangeRequest		orIm:ConfigurationChangeManagement
	orIm:SoftwareRequirement		orIm:Requirements
	orIm:DesignModel		orIm:AnalysisDesign
orIm:Role	orIm:RequirementsSpecifier	orIm:modify	orIm:SoftwareRequirement
	orIm:Designer		orIm:DesignModel
	orIm:ProcessEngineer		orIm:ChangeRequest
orIm:Task	orIm:AnalyzeTestFailure	orIm:hasDomain	orIm:Test
	orIm:AcquireStaff		orIm:ProjectManagement
	orIm:ExecuteDeveloperTests		orIm:Implementarion
orIm:LearningMaterial	orIm:material001	orIm:isRecommendedTo	orIm: orIm:AnalysisModel
	orIm:material002		orIm:BusinessGlossary
	orIm:material003		orIm:ChangeRequest orIm:ProcessEngineer
	orIm:material004		orIm:SoftwareRequirement
	orIm:material005		orIm:DesignModel orIm:RequirementsSpecifier
	orIm:material006		orIm:AnalyzeTestFailure orIm:ExecuteDeveloperTests
	orIm:material007		orIm:AcquireStaff
	orIm:material008		orIm:RequirementsSpecifier orIm:SoftwareRequirement

5.2.8 Ontologia avaliada

Após a inclusão das instâncias no Protégé, foi utilizada a máquina de inferência Pellet para verificar a consistência da ontologia e também para realizar inferências. As inferências tiveram como objetivo testar as questões de competência definidas na Seção 3.3.3.1.

Na parte superior da Figura 5.12 são mostradas a classe *Role* e suas subclasses correspondentes a cada uma das nove disciplinas do RUP. Na parte inferior da Figura 5.12, do lado esquerdo são mostradas as três subclasses que tiveram instâncias inferidas pelo Pellet e do lado direito as instâncias de papéis classificadas na subclasse em questão. Com os testes realizados é possível verificar

a classificação de papéis de acordo com as disciplinas do RUP, o que responde a questão de competência: “1. Um papel está relacionado a qual disciplina do RUP?”

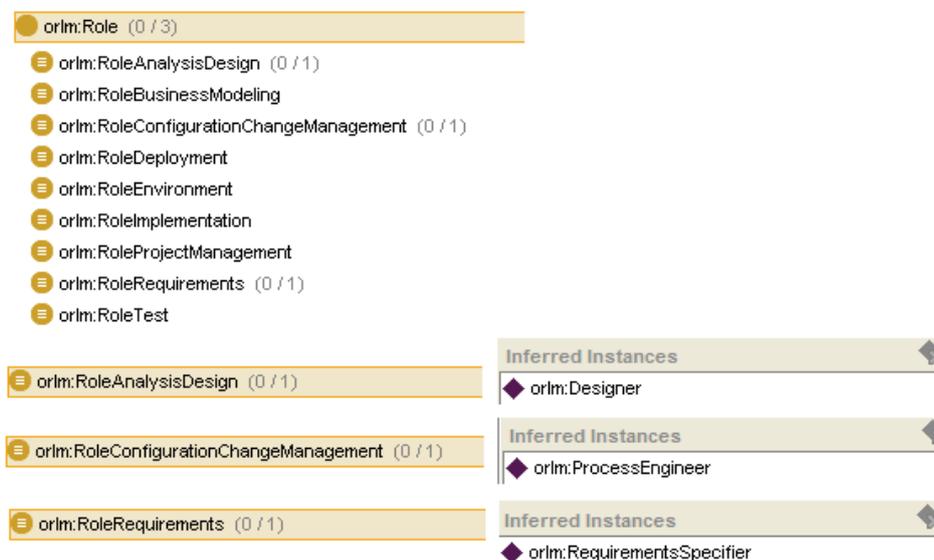


Figura 5.12. Classificação de papéis

Já na Figura 5.13 são mostradas a classe *Task* e suas subclasses correspondentes a cada uma das nove disciplinas do RUP. Na parte inferior da Figura 5.13, do lado esquerdo são mostradas as três subclasses que tiveram instâncias inferidas pelo Pellet e do lado direito as instâncias de tarefas classificadas na subclasse em questão. Com os testes realizados é possível verificar a classificação de tarefas de acordo com as disciplinas do RUP, o que responde a questão de competência: “2. Uma tarefa está relacionada a qual disciplina do RUP?”.

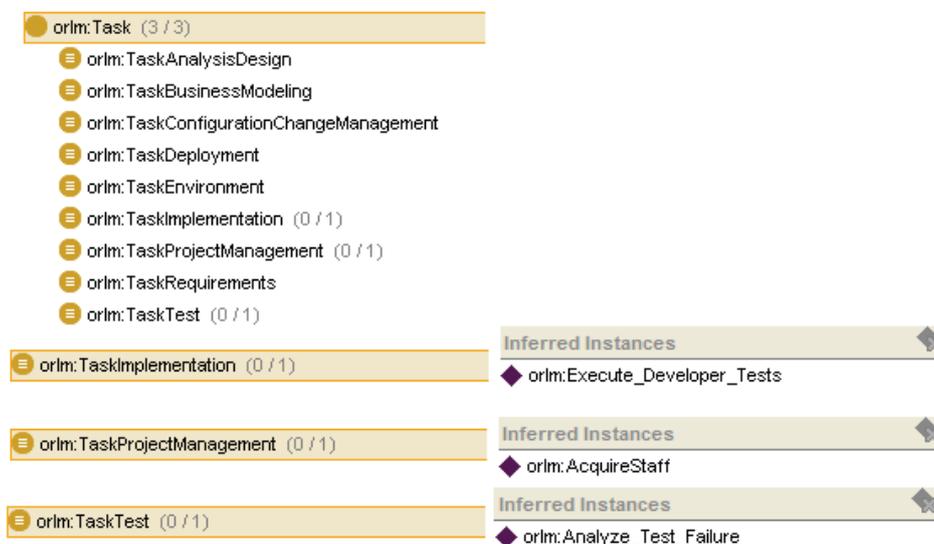


Figura 5.13. Classificação de tarefas

Na Figura 5.14 são mostradas a classe *Artifact* e suas subclasses correspondentes a cada uma das nove disciplinas do RUP. Na parte inferior da Figura 5.14, do lado esquerdo são mostrados as quatro subclasses que tiveram instâncias inferidas pelo Pellet e do lado direito as instâncias de artefatos classificadas na subclasse em questão. Com os testes realizados é possível verificar a classificação de artefatos de acordo com as disciplinas do RUP, o que responde a questão de competência: “3. Um artefato está relacionado a qual disciplina do RUP?”.

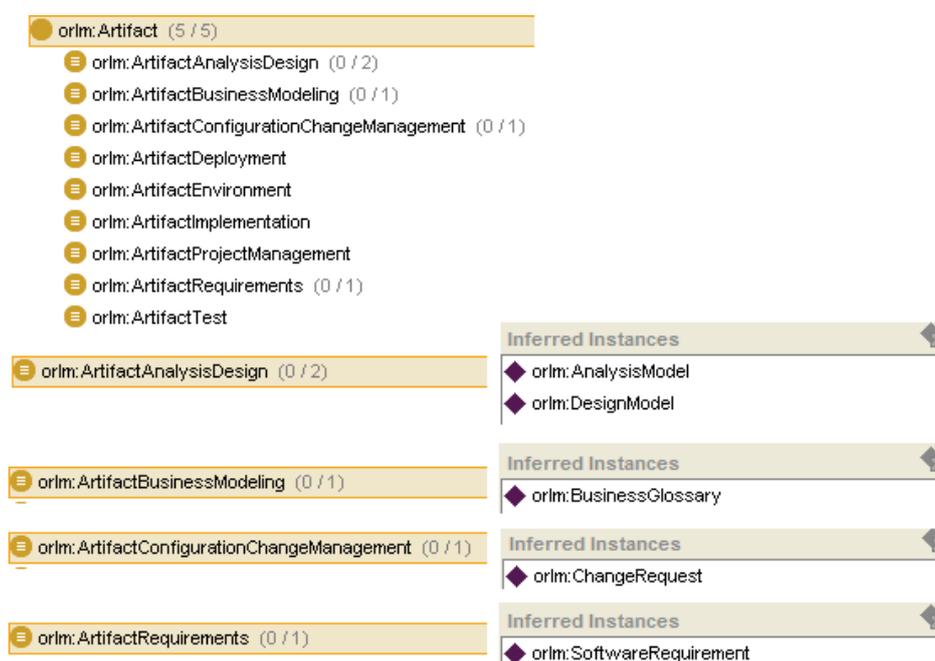


Figura 5.14. Classificação de artefatos

Por fim, na Figura 5.15 são mostradas a classe *LearningMaterial* e as subclasses correspondentes a cada uma das dez áreas propostas no SWEBOK. Na parte inferior da Figura 5.15, do lado esquerdo são mostradas as seis subclasses referentes às áreas do SWEBOK com correspondência direta com as disciplinas do RUP. Os axiomas incluídos nestas subclasses possibilitam o relacionamento entre os elementos do RUP e as áreas do SWEBOK e desta maneira o funcionamento do mecanismo de inferência. Na parte inferior direita da Figura 5.15., podem ser observadas as instâncias de materiais de aprendizagem classificados na subclasse em questão. Com os testes realizados é possível verificar a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com as áreas do SWEBOK, o que responde a questão de competência: “4. A qual(is) área(s) do conhecimento da Engenharia de

Software um material de aprendizagem está relacionado considerando os elementos do RUP?

The image displays two screenshots of an ontology editor. The top screenshot shows a class hierarchy for 'orlm:LearningMaterial' (8/8) with sub-classes like 'orlm:SoftwareConfigurationManagement' (0/1), 'orlm:SoftwareConstruction' (0/1), 'orlm:SoftwareDesign' (0/2), 'orlm:SoftwareEngineeringManagement' (0/1), 'orlm:SoftwareEngineeringProcess', 'orlm:SoftwareEngineeringToolsMethods', 'orlm:SoftwareMaintenance', 'orlm:SoftwareQuality', 'orlm:SoftwareRequirements' (0/3), and 'orlm:SoftwareTesting' (0/1). To the right, a panel shows 'Asserted Instances' for 'orlm:LearningMaterial', listing 'orlm:material001' through 'orlm:material008'. The bottom screenshot shows a detailed view of 'Inferred Instances' for several classes: 'orlm:SoftwareConfigurationManagement' (0/1) has 'orlm:material003'; 'orlm:SoftwareConstruction' (0/1) has 'orlm:material006'; 'orlm:SoftwareDesign' (0/2) has 'orlm:material001' and 'orlm:material005'; 'orlm:SoftwareEngineeringManagement' (0/1) has 'orlm:material007'; 'orlm:SoftwareRequirements' (0/3) has 'orlm:material004', 'orlm:material005', and 'orlm:material008'; and 'orlm:SoftwareTesting' (0/1) has 'orlm:material006'.

Figura 5.15. Classificação de materiais de aprendizagem

5.3 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou os detalhes das ontologias definidas para possibilitar tanto a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem, quanto a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com a área de Engenharia de Software. Para atender a proposta deste trabalho, as ontologias foram unificadas resultando em uma ontologia denominada ORLM, porém as ontologias podem ser utilizadas separadamente.

Para a avaliação do desempenho destas novas ontologias foi necessário realizar a integração delas em um ambiente de aprendizagem. O próximo capítulo descreve o ambiente de aprendizagem utilizado e como as ontologias propostas foram integradas a este ambiente.

CAPÍTULO 6 - AMBIENTE DE APRENDIZAGEM BASEADO EM ONTOLOGIA

A terceira etapa da pesquisa teve como objetivo desenvolver um ambiente de aprendizagem com a integração da ontologia ORLM definida no capítulo anterior. O desenvolvimento deste ambiente foi necessário para que fosse possível fazer a avaliação do desempenho da ontologia. Neste capítulo é descrita a arquitetura e as funcionalidades do ambiente de aprendizagem.

6.1 Arquitetura do ambiente de aprendizagem

Para comportar as funcionalidades do ambiente, descritas em detalhes na seção seguinte, foi desenvolvida a arquitetura representada na Figura 6.1.

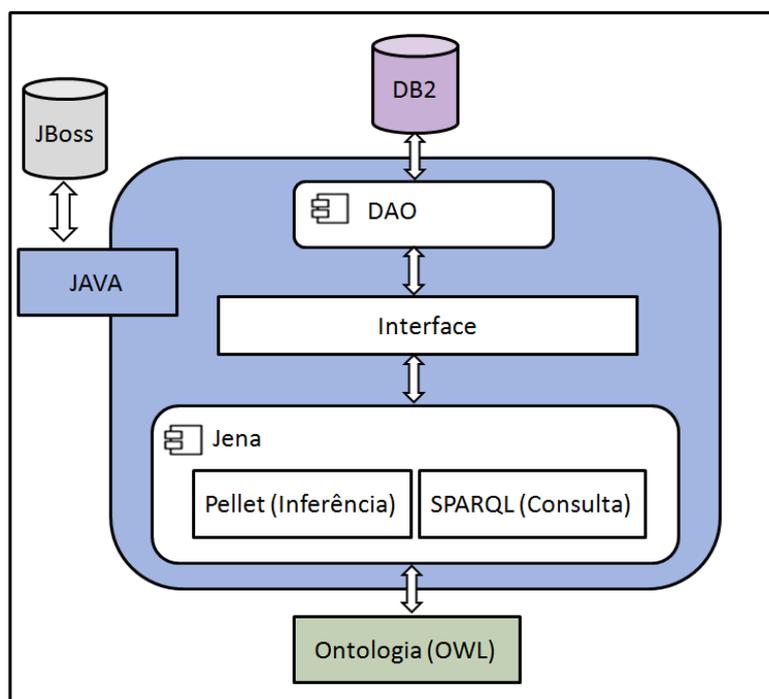


Figura 6.1. Arquitetura do ambiente de aprendizagem

A aplicação foi desenvolvida utilizando a plataforma Java, o servidor da aplicação JBoss, o SGBD DB2 Express para persistência de dados, o qual foi

integrado por meio de componente DAO (Data Access Object) e, por fim, a API Jena foi utilizada para fazer a integração da ORLM.

Jena é um framework Java utilizado para o desenvolvimento de aplicações semânticas. O framework provê um ambiente para manipulação de arquivos RDF, OWL, linguagem SPARQL e máquina de inferência (JENA, 2011). É por meio da API Jena que a interface do ambiente de aprendizagem manipula o arquivo OWL que contém a ontologia, conforme representado na Figura 6.1. A API Jena é utilizada no ambiente de aprendizagem em dois momentos: na inicialização do sistema e na adição dos materiais de aprendizagem, conforme representado no diagrama de atividades na Figura 6.2.

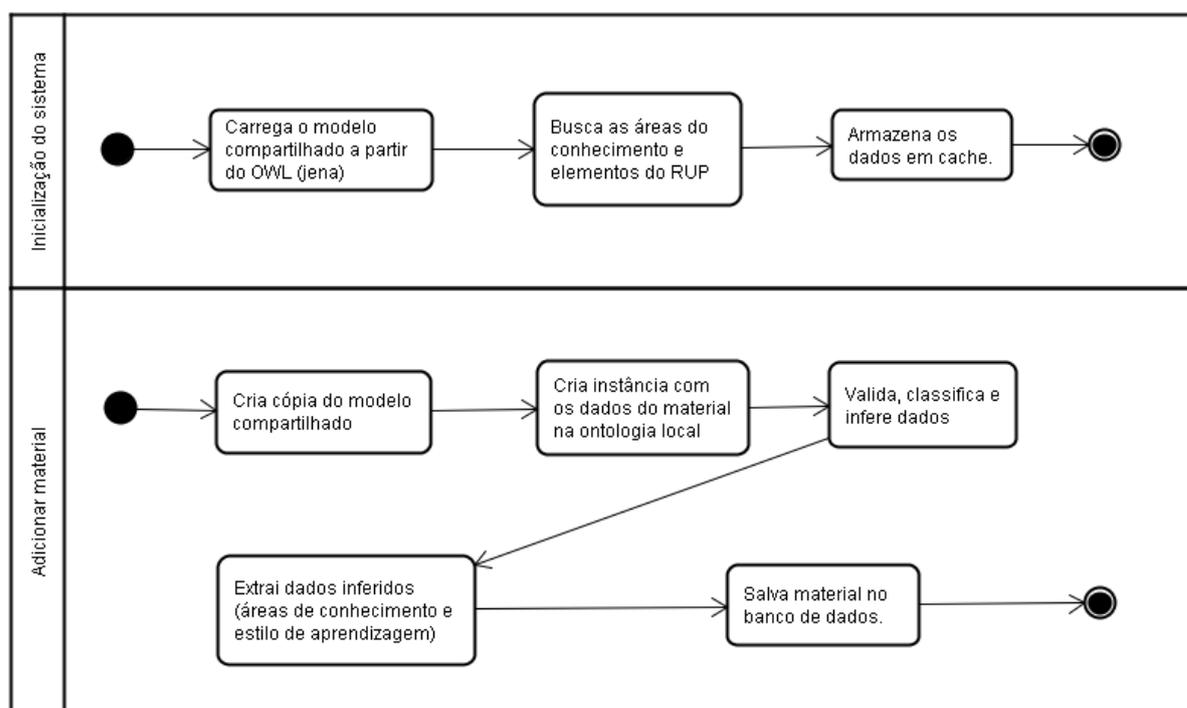


Figura 6.2. Diagrama de Atividades da utilização da API Jena no ambiente de aprendizagem

Na inicialização do sistema, o arquivo OWL é carregado e as áreas da Engenharia de Software, assim como os elementos do RUP, são armazenados em cache. Na adição dos materiais de aprendizagem é feita uma cópia do modelo OWL e criada uma instância com os dados do material como, por exemplo, as recomendações do material e as características físicas (imagem, figura, áudio, etc). Com os dados instanciados, utilizando uma máquina de inferência, neste caso, o Pellet, os dados são validados e classificados. Os dados classificados são extraídos utilizando a linguagem SPARQL e armazenados no SGBD juntamente com os dados

correspondentes ao material. Desta maneira, na pesquisa do material de aprendizagem, a ontologia não é mais utilizada, pois as buscas são realizadas de acordo com os dados já armazenados no banco de dados.

6.2 Funcionalidades do ambiente de aprendizagem

As principais funcionalidades desenvolvidas e disponibilizadas no ambiente de aprendizagem foram:

- identificação de um usuário por meio de um login;
- identificação do estilo de aprendizagem do usuário;
- adição de materiais de aprendizagem;
- busca de materiais de aprendizagem classificados pelo estilo de aprendizagem e áreas da Engenharia de Software.

A sequência de execução do fluxo principal do ambiente de aprendizagem é: 1) o usuário efetua o login; 2) após o login, caso o estilo de aprendizagem ainda não tenha sido identificado, o ambiente apresenta o questionário de Felder e Silverman para o usuário preencher; 3) com o estilo de aprendizagem identificado, o usuário adiciona ou pesquisa materiais de aprendizagem. Este fluxo pode ser melhor compreendido por meio do diagrama de atividade na Figura 6.3.

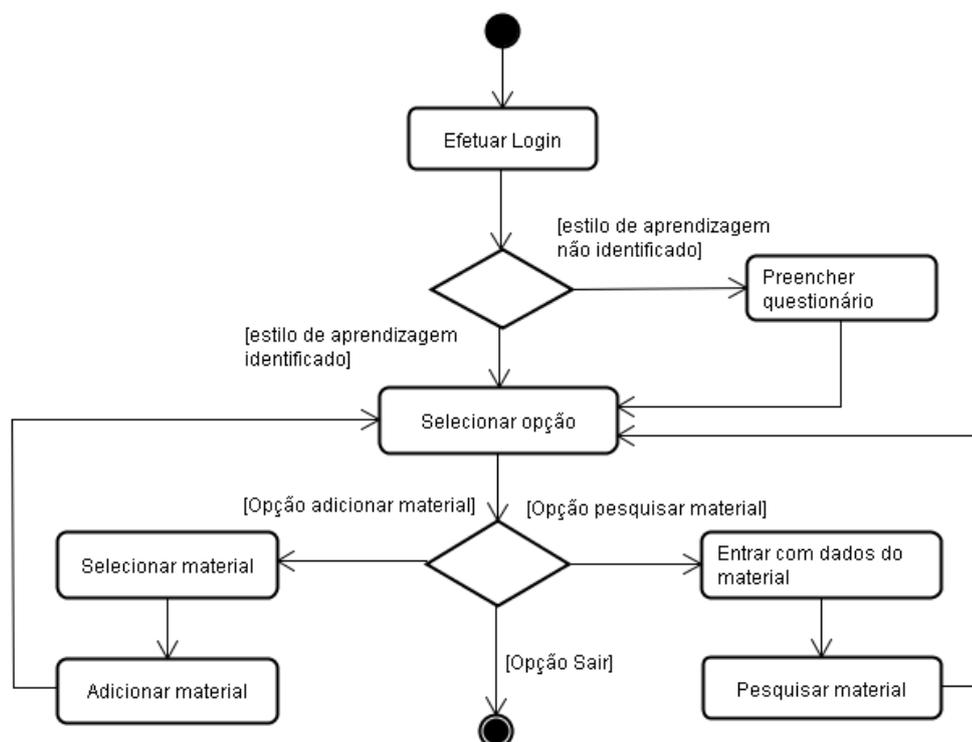


Figura 6.3. Diagrama de atividade do fluxo principal do ambiente de aprendizagem

A Figura 6.4 apresenta a tela do ambiente de aprendizagem com as questões do instrumento ILS (questionário), proposto por Felder e Soloman, para a identificação do estilo de aprendizagem do usuário. Apenas a dimensão Visual/Verbal do instrumento foi utilizado, por ser a dimensão mais adequada às características físicas dos materiais de aprendizagem. Ao realizar o login, o questionário é apresentado ao usuário e após o seu preenchimento o estilo de aprendizagem é armazenado no ambiente. O preenchimento do questionário não é mais solicitado se o estilo de aprendizagem do usuário já tiver sido identificado em acesso anterior.

Identificação do Estilo de Aprendizagem	
Quando eu encontro pessoas em uma festa, eu sou mais propenso a lembrar	<input type="radio"/> da sua aparência. <input type="radio"/> o que elas disseram sobre si mesmas.
Eu lembro melhor	<input type="radio"/> o que eu vejo. <input type="radio"/> o que eu escuto.
Quando eu penso sobre o que eu fiz ontem, eu provavelmente obtenho	<input type="radio"/> uma imagem. <input type="radio"/> palavras.
Para entretenimento, eu prefiro	<input type="radio"/> assistir televisão. <input type="radio"/> ler um livro.
Quando eu obtenho direções para lugares novos, eu prefiro	<input type="radio"/> um mapa. <input type="radio"/> instruções escritas.
Eu prefiro obter novas informações em	<input type="radio"/> fotografias, diagramas, gráficos ou mapas. <input type="radio"/> instruções escritas or informações verbais.
Tenho tendência a imaginar os lugares que já estive	<input type="radio"/> facilmente e com bastante precisão. <input type="radio"/> com dificuldade e sem muitos detalhes.
Quando eu vejo um diagrama ou um desenho na aula, eu sou mais propenso a lembrar	<input type="radio"/> a imagem. <input type="radio"/> o que o instrutor falou sobre isso.

Figura 6.4. Tela referente ao questionário para a identificação do estilo de aprendizagem

Para adicionar um material de aprendizagem é necessário: (i) selecionar o arquivo referente ao material a ser adicionado (Figura 6.5), (ii) selecionar as recomendações por papel, artefato e tarefa (Figura 6.6), que são utilizadas para a classificação dos materiais de acordo com as áreas da Engenharia de Software e (iii)

selecionar as características físicas do material de aprendizagem (Figura 6.7) que são utilizadas para a classificação de acordo com o estilo de aprendizagem.

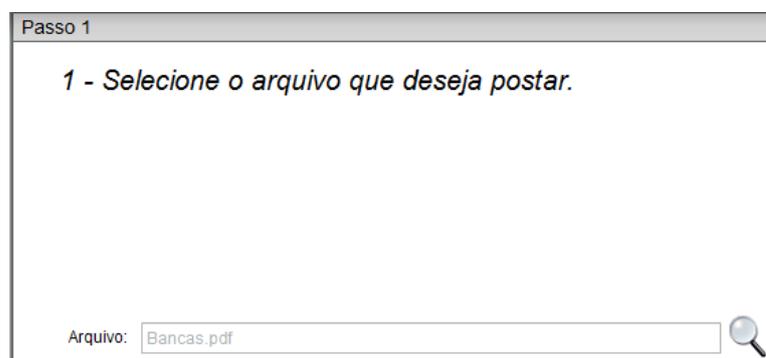


Figura 6.5. Tela para seleção do arquivo referente ao material a ser adicionado



Figura 6.6. Tela para seleção das recomendações para o material

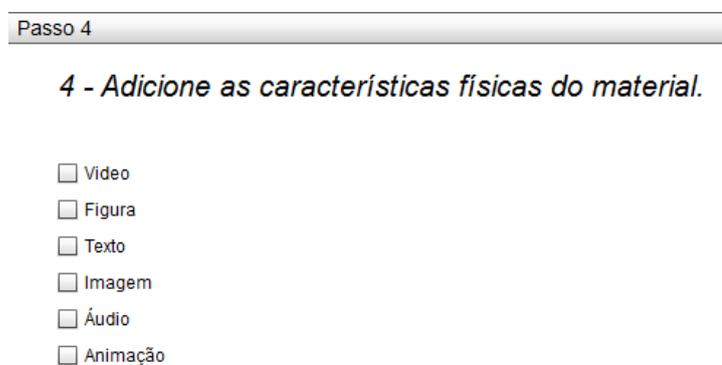


Figura 6.7. Tela para seleção das características físicas do material

Ao concluir a adição do material, os dados referentes às recomendações e as características físicas são carregados na ORLM. A ORLM, por meio do motor de inferência Pellet, faz a classificação do material de acordo com a área da Engenharia de Software e o estilo de aprendizagem, extrai as informações usando o SPARQL e finalmente armazena estas informações juntamente com as demais no banco de dados.

A funcionalidade de busca dos materiais de aprendizagem usa apenas como fonte de dados o DB2, pois as informações necessárias da ORLM já foram obtidas e armazenadas no DB2 no momento da adição do material. A busca pelos materiais de aprendizagem compartilhados pode ser feita por meio de uma pesquisa simples, onde apenas palavras chaves são informadas, ou por meio de uma pesquisa avançada, apresentada na Figura 6.8, onde são utilizados filtros por áreas da Engenharia de Software, ou ainda por recomendações feitas por artefato, papel ou tarefa, elementos correspondentes ao RUP.

Figura 6.8. Tela da pesquisa avançada de materiais de aprendizagem

No resultado da busca, os materiais de aprendizagem são apresentados ordenados pelo estilo de aprendizagem do usuário. Por exemplo, para um usuário com estilo Visual, os materiais com figuras, imagens, gráficos, etc., são apresentados antes do que os materiais que não possuem estas características.

6.3 Discussão

O objetivo principal deste ambiente foi viabilizar a integração da ORLM proposta no capítulo anterior e a avaliação do seu desempenho descrita no capítulo posterior. Porém, cabe ressaltar as vantagens de utilização de um ambiente como este em uma equipe de desenvolvimento de software. O ambiente permite que, de maneira autônoma, os profissionais compartilhem materiais de aprendizagem de diversas naturezas (.pdf, vídeos, slides, etc) referente à área do conhecimento da Engenharia de Software. O compartilhamento de materiais de aprendizagem torna-se uma forma de compartilhar e reter o conhecimento organizacional. Além disso, o ambiente considera preferências individuais, neste caso o estilo de aprendizagem, para a recomendação de materiais de aprendizagem. A personalização de um ambiente de acordo com as necessidades do profissional pode ser um fator motivador para a utilização do ambiente. Além de que, melhores índices de desempenho na aprendizagem podem ser obtidos.

Por questão de tempo de desenvolvimento, apenas funcionalidades essenciais para a avaliação da ORLM foram implementadas. Porém, outras funcionalidades para aprimorar a recomendação de materiais de aprendizagem poderiam ter sido desenvolvidas. A avaliação dos materiais de aprendizagem pelos próprios usuários poderia ser uma maneira de qualificar os melhores materiais. A identificação do nível de conhecimento do usuário e do nível de complexidade do material também poderia ser uma informação a ser identificada e utilizada nas buscas como critério classificatório dos materiais. As interações do usuário com o ambiente poderiam ser monitoradas para identificação automática de interesses comuns entre usuários dentre outras funcionalidades.

Cabe também discutir a solução adotada para a integração do ambiente com a ontologia. Por falta de bibliografia que explorasse a integração de uma aplicação com a ontologia, várias tentativas foram realizadas em busca de uma solução adequada. Nas primeiras tentativas, as informações dos materiais de aprendizagem foram carregadas na ORLM durante toda a utilização do ambiente. Desta maneira as operações de adição ou busca de um material de aprendizagem eram realizadas na ORLM. Em um ambiente monousuário a solução funcionou adequadamente. Porém em um ambiente multiusuário, onde as transações precisam ser controladas para garantir a consistência dos dados, a solução anteriormente adotada apresentou diversos problemas de integridade e desempenho. A princípio se tentou implementar

funcionalidades de controle de transação na ORLM, o que se apresentou bastante complexo e também ineficiente, uma vez que não se conseguiria obter os mesmos desempenhos e eficiência dos SGBDs disponíveis no mercado.

Devido a estas dificuldades, algumas mudanças foram realizadas de maneira que os dados não fossem mantidos na ORLM. As operações de adição e busca dos materiais de aprendizagem foram tratadas diretamente no DB2, de maneira que a consistência dos dados fosse garantida. A ORLM foi apenas utilizada na adição do material para identificar as áreas do conhecimento da Engenharia de Software e o estilo de aprendizagem relacionados ao material. Após a identificação, obtida por meio do Pellet e SPARQL, os dados são persistidos no DB2.

No entanto, é importante ressaltar que a solução adotada neste trabalho para a integração das ontologias com o ambiente pode não ter sido a mais adequada e que outras soluções mais eficientes talvez sejam possíveis.

6.4 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo descreveu a arquitetura e as funcionalidades do ambiente de aprendizagem com ênfase para a integração da ontologia. Vários experimentos foram realizados para se obter a melhor maneira de integrar a ontologia.

No próximo capítulo são apresentados os resultados da avaliação do desempenho da ontologia proposta integrada a este ambiente de aprendizagem.

CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA ONTOLOGIA

A última etapa da pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho da ontologia proposta integrada a um ambiente de aprendizagem. Os resultados e discussão são apresentados de acordo com as quatro subetapas estabelecidas no Capítulo 3, a saber:

1. classificação manual de materiais de aprendizagem por especialistas;
2. classificação manual de materiais de aprendizagem por aprendizes;
3. classificação automática de materiais de aprendizagem pela ontologia; e
4. análise da definição do estilo de aprendizagem.

7.1 Classificação manual de materiais de aprendizagem por especialistas

Como explicado anteriormente, especialistas da área da Engenharia de Software classificaram materiais de aprendizagem de acordo com as áreas do SWEBOK. No total quinze especialistas participaram do processo de classificação, sendo que cada um classificou dez materiais de aprendizagem.

O Quadro 7.1 apresenta as dez áreas propostas pelo SWEBOK com um identificador (ID) correspondente, atribuído arbitrariamente para facilitar a apresentação dos resultados.

Quadro 7.1. Áreas do SWEBOK

ID	ÁREA
CS	Construção de Software
DS	Design de Software
FM	Ferramentas e Métodos da Engenharia de Software
GCS	Gerência de Configuração de Software
GES	Gerência de Engenharia de Software
MS	Manutenção de Software
PES	Processo de Engenharia de Software
QS	Qualidade de Software
RS	Requisito de Software
TS	Teste de Software

Os resultados da classificação manual realizada pelos especialistas são apresentados na Tabela 7.1 e na Tabela 7.2.

A Tabela 7.1 apresenta, para cada material classificado, a quantidade de votos recebidos por área do SWEBOK.

Tabela 7.1. Quantidade de votos dos especialistas para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK

MATERIAL	ID ÁREA									
	CS	DS	FM	GCS	GES	MS	PES	QS	RS	TS
MAT001	4		1							
MAT002			1							4
MAT003					5					
MAT004	4	1								
MAT005	5									
MAT006									5	
MAT007					4		1			
MAT008		1						2	2	
MAT009	1		2				1		1	
MAT010										5
MAT011					4			1		
MAT012				5						
MAT013					5					
MAT014				5						
MAT015	1			4						
MAT016				5						
MAT017	5									
MAT018	5									
MAT019				5						
MAT020				1					4	
MAT021		5								
MAT022							1		4	
MAT023			1		4					
MAT024									5	
MAT025										5
MAT026		4	1							
MAT027		4							1	
MAT028							1		4	
MAT029					3					2
MAT030		3					1		1	

Os votos representados na Tabela 7.1 foram transformados em percentuais e distribuídos na Tabela 7.2 em colunas para demonstrar o *ranking* entre as áreas mais votadas e o percentual de votos correspondentes. O ranking representa os percentuais até a quarta área mais votada porque nenhum material obteve votação distribuída em mais do que quatro áreas. Esta distribuição de votos permite observar

se houve consenso entre os especialistas na escolha da área da Engenharia de Software à qual o material pertence. Os casos em destaque se referem ao percentual de votação igual ou inferior à 60% para a primeira área mais votada.

Tabela 7.2. Percentual de votos dos especialistas para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK

MATERIAL	1ª ÁREA MAIS VOTADA	%	2ª ÁREA MAIS VOTADA	%	3ª ÁREA MAIS VOTADA	%	4ª ÁREA MAIS VOTADA	%
MAT001	CS	80,00	FM	20,00				
MAT002	TS	80,00	FM	20,00				
MAT003	GES	100,00						
MAT004	CS	80,00	DS	20,00				
MAT005	CS	100,00						
MAT006	RS	100,00						
MAT007	GES	80,00	PES	20,00				
MAT008	QS	40,00	RS	40,00	DS	20,00		
MAT009	FM	40,00	CS	20,00	PES	20,00	RS	20,00
MAT010	TS	100,00						
MAT011	GES	80,00	QS	20,00				
MAT012	GCS	100,00						
MAT013	GES	100,00						
MAT014	GCS	100,00						
MAT015	GCS	80,00	CS	20,00				
MAT016	GCS	100,00						
MAT017	CS	100,00						
MAT018	CS	100,00						
MAT019	GCS	100,00						
MAT020	RS	80,00	GCS	20,00				
MAT021	DS	100,00						
MAT022	RS	80,00	PES	20,00				
MAT023	GES	80,00	FM	20,00				
MAT024	RS	100,00						
MAT025	TS	100,00						
MAT026	DS	80,00	FM	20,00				
MAT027	DS	80,00	RS	20,00				
MAT028	RS	80,00	PES	20,00				
MAT029	GES	60,00	TS	40,00				
MAT030	DS	60,00	PES	20,00	RS	20,00		

Desta maneira pode-se observar que apenas os materiais MAT008, MAT009, MAT029 e MAT030 apresentaram, para a primeira área mais votada, um percentual de classificação igual ou inferior a 60%. O MAT009, por exemplo, entre cinco votos recebidos pelos especialistas, 2 votos (40%) foram para a área Ferramentas e

Métodos (FM), 1 voto (20%) foi para a área Construção de Software (CS), 1 voto (20%) para a área Processo de Engenharia de Software (PES) e 1 voto (20%) para a área Requisitos de Software (RS). Nestes quatro materiais foi considerado que não houve consenso entre os especialistas referente a qual área da Engenharia de Software o material pertence.

No entanto, dentre os trinta materiais classificados, vinte e seis obtiveram um percentual na primeira área mais votada superior a 60%, como por exemplo, o MAT003, recebeu 5 votos (100%) para a área Gerência de Engenharia de Software (GES) e o MAT004, recebeu 4 votos (80%) para a área Construção de Software (CS) e 1 voto (20%) para a área de Design de Software (DS). Com estes resultados pode-se concluir que para a maioria dos materiais classificados pelos especialistas houve consenso em relação a qual área do conhecimento da Engenharia de Software o material de aprendizagem pertence. Com isso, pode-se afirmar que os materiais de aprendizagem utilizados para realizar a classificação possuem em sua maioria uma definição clara a qual área principal da Engenharia de Software eles pertencem, pelo menos para especialistas da área. Porém, questiona-se se pessoas com conhecimentos na área da Engenharia de Software, que não são especialistas, conseguiriam classificar corretamente estes materiais.

7.2 Classificação manual de materiais de aprendizagem por aprendizes

Oitenta e quatro estudantes classificaram manualmente cinco materiais de aprendizagem, ou seja, cada material foi classificado por quatorze aprendizes. 55% dos estudantes já atuam profissionalmente em alguma área da Engenharia de Software e possuem em média dois anos de experiência na área. Os resultados da classificação são apresentados na Tabela 7.3 e na Tabela 7.4.

A Tabela 7.3 apresenta, para cada material de aprendizagem, a quantidade de votos recebidos por aprendizes, de acordo com as áreas do SWEBOK.

Tabela 7.3. Quantidade de votos dos aprendizes para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK

MATERIAL	ID ÁREA									
	CS	DS	FM	GCS	GES	MS	PES	QS	RS	TS
MAT001	10		2	1		1				
MAT002								1	1	12
MAT003	1			2	8		2		1	
MAT004	8		3		1				2	
MAT005	9		5							
MAT006									14	
MAT007			2	2	5	1	4			
MAT008	1	3	1		1		1	6		1
MAT009	4	3	2		1			1		3
MAT010	2		2							10
MAT011	3			2	4		1	1	3	
MAT012	1	1	2	7			1	1		1
MAT013	2		1	1	3		1	2	3	1
MAT014	1		1	7	1		2	1	1	
MAT015			4	5	1	3		1		
MAT016	1			9	3		1			
MAT017	9		2	2					1	
MAT018	7		3	1		1		1	1	
MAT019	3	1	4	4	1			1		
MAT020			1	1		2	1		9	
MAT021	2	5	1	1	1		4			
MAT022	2		1		1		3	1	6	
MAT023	2		2		6		4			
MAT024				1			1		12	
MAT025			1							13
MAT026	1	8	3					2		
MAT027	8	4	1	1						
MAT028	1	1	3		1		4		4	
MAT029		1	2	1	3		1	1		5
MAT030		11	2				1			

Os votos representados na Tabela 7.3 foram transformados em percentuais e distribuídos na Tabela 7.4 em colunas para demonstrar o *ranking* entre as áreas mais votadas e o percentual de votos correspondentes. Na coluna “Outras Áreas Votadas”, ficaram concentrados os percentuais obtidos a partir da quarta colocação. Esta distribuição permite observar se houve consenso entre os aprendizes na escolha da área da Engenharia de Software à qual o material pertence. Foram destacados os casos onde o percentual de votação para a primeira área mais votada foi igual ou inferior à 60%.

Tabela 7.4. Percentual de votos dos aprendizes para cada material de aprendizagem, de acordo com área do SWEBOK

MATERIAL	1ª ÁREA MAIS VOTADA	%	2ª ÁREA MAIS VOTADA	%	3ª ÁREA MAIS VOTADA	%	OUTRAS ÁREAS VOTADAS	%
MAT001	CS	71,43	FM	14,29	GCS	7,14	MS	7,14
MAT002	TS	85,71	QS	7,14	RS	7,14		
MAT003	GES	57,14	GCS	14,29	PES	14,29	CS,RS	14,29
MAT004	CS	57,14	FM	21,43	9	14,29	GES	7,14
MAT005	CS	64,29	FM	35,71				
MAT006	RS	100,00						
MAT007	GES	35,71	PES	28,57	FM	14,29	GCS, MS	21,43
MAT008	QS	42,86	DS	21,43	CS	7,14	FM, GES, PES, TS	28,57
MAT009	CS	28,57	DS	21,43	TS	21,43	FM, GES, QS	28,57
MAT010	TS	71,43	CS	14,29	FM	14,29		
MAT011	GES	28,57	CS	21,43	RS	21,43	GCS, PES, QS	28,57
MAT012	GCS	50,00	FM	14,29	CS	7,14	DS, PES, QS, TS	28,57
MAT013	GES	21,43	RS	21,43	CS	14,29	FM,GCS,PES,QS,TS	42,86
MAT014	GCS	50,00	PES	14,29	CS	7,14	FM, GES,QS,RS	28,57
MAT015	GCS	35,71	FM	28,57	MT	21,43	GES, QS	14,29
MAT016	GCS	64,29	GES	21,43	CS	7,14	PES	7,14
MAT017	CS	64,29	FM	14,29	GCS	14,29	RS	7,14
MAT018	CS	50,00	FM	21,43	GCS	7,14	MS, QS,QS	21,43
MAT019	FM	28,57	GCS	28,57	CS	21,43	DS, GES, QS	21,43
MAT020	QS	64,29	MS	14,29	FM	7,14	GCS, PES	14,29
MAT021	DS	35,71	PES	28,57	CS	14,29	FM, GCS, GES	21,43
MAT022	QS	42,86	PES	21,43	CS	14,29	FM, GES, QS	21,43
MAT023	GES	42,86	PES	28,57	CS	14,29	FM	14,29
MAT024	QS	85,71	GCS	7,14	PES	7,14		
MAT025	TS	92,86	FM	7,14				
MAT026	DS	57,14	FM	21,43	QS	14,29	CS	7,14
MAT027	CS	57,14	DS	28,57	FM	7,14	GCS	7,14
MAT028	PES	28,57	RS	28,57	FM	21,43	CS, DS, GES	21,43
MAT029	TS	35,71	GES	21,43	FM	14,29	DS, GCS, PES, QS	28,57
MAT030	DS	78,57	FM	14,29	PES	7,14		

Pelos resultados apresentados na Tabela 7.4 pode-se observar que, ao contrário da classificação realizada pelos especialistas, não houve em sua maioria consenso em relação à área do conhecimento da Engenharia de Software à qual o material de aprendizagem pertence. Entre os trinta materiais classificados, apenas onze materiais obtiveram um percentual de classificação para a primeira área mais votada igual ou superior a 60%. Por exemplo, o MAT011 recebeu 4 votos (28,57%) para a área de Gerência de Engenharia de Software (GES), 3 votos (21,43%) para a área Construção de Software (CS), 3 votos (21,43%) para a área Requisito de Software (RS) e 4 votos (28,57%) distribuídos entre as áreas Gerência de

Configuração de Software (GCS), Processo de Engenharia de Software (GCS) e Qualidade de Software (QS).

Com estes resultados pode-se concluir que pessoas, mesmo com um grau moderado de conhecimento na área de Engenharia de Software, têm dificuldade em identificar as áreas de conhecimento da Engenharia de Software. Apenas aprendizes com grau avançado de conhecimento na área poderiam alcançar uma classificação semelhante à obtida pelos especialistas.

Neste contexto, um ambiente de desenvolvimento de software, onde as pessoas estão em busca de conhecimento e também compartilhando seus conhecimentos, um aprendiz que não possua conhecimentos avançados em todas as áreas da Engenharia de Software pode ter dificuldades ao classificar materiais. Desta maneira foi identificada a necessidade de mecanismos que auxiliem o processo de classificação destes materiais.

7.3 Classificação automática de materiais de aprendizagem por ontologia

Cada um dos oitenta e quatro aprendizes adicionou ao ambiente desenvolvido cinco materiais de aprendizagem, sendo os mesmos materiais classificados manualmente pelos especialistas e aprendizes. Na adição de cada material, os aprendizes fizeram as recomendações baseadas nos três elementos do RUP (papel, artefato e tarefa) e de acordo com estas recomendações, a ontologia classificou automaticamente os materiais de acordo com a área do SWEBOK.

Os elementos do RUP foram os principais conceitos utilizados na ontologia proposta para a Engenharia de Software para possibilitar o uso dos mecanismos de inferência. Estes elementos estão relacionados a uma disciplina do RUP e por meio de axiomas foi realizado o mapeamento de seis disciplinas com relação a seis áreas correspondentes no SWEBOK.

No final, cada material de aprendizagem recebeu recomendações de quatorze aprendizes diferentes, onde cada recomendação poderia gerar a classificação de um mesmo material em mais de uma área, uma vez que um papel, artefato ou tarefa pode estar relacionado a mais de uma área da Engenharia de Software.

Os resultados da classificação são apresentados na Tabela 7.5. Para cada material é apresentado o percentual de classificação gerado automaticamente pela ontologia em cada área da Engenharia de Software. Como já mencionado, apenas

as áreas com correspondência direta com as disciplinas do RUP foram representadas na ontologia.

Tabela 7.5. Percentual de classificação automática pela ontologia, de acordo com a área do SWEBOK

MATERIAL	ID ÁREA					
	CS	DS	GCS	GES	RS	TS
MAT001	35,71%	57,14%	28,57%	42,86%	42,86%	35,71%
MAT002	30,80%	46,20%	69,20%	23,10%	46,20%	76,90%
MAT003	15,40%	30,80%	53,80%	84,60%	38,50%	23,10%
MAT004	23,10%	92,30%	23,10%	23,10%	69,20%	30,80%
MAT005	78,60%	64,30%	28,60%	64,30%	71,40%	57,10%
MAT006	30,80%	61,50%	23,10%	38,50%	100,00%	15,40%
MAT007	23,10%	30,80%	61,50%	53,80%	38,50%	38,50%
MAT008	25,00%	75,00%	50,00%	25,00%	83,30%	50,00%
MAT009	38,50%	84,60%	30,80%	53,80%	69,20%	46,20%
MAT010	71,40%	35,70%	71,40%	35,70%	35,70%	85,70%
MAT011	44,40%	77,80%	44,40%	66,70%	66,70%	44,40%
MAT012	33,30%	58,30%	66,70%	41,70%	50,00%	50,00%
MAT013	16,70%	41,70%	41,70%	83,30%	50,00%	25,00%
MAT014	30,80%	38,50%	92,30%	46,20%	61,50%	46,20%
MAT015	46,20%	46,20%	84,60%	76,90%	61,50%	46,20%
MAT016	25,00%	25,00%	83,30%	66,70%	50,00%	50,00%
MAT017	72,70%	45,50%	36,40%	54,50%	54,50%	54,50%
MAT018	69,20%	69,20%	30,80%	61,50%	69,20%	38,50%
MAT019	53,80%	38,50%	69,20%	69,20%	53,80%	53,80%
MAT020	28,60%	42,90%	42,90%	71,40%	78,60%	28,60%
MAT021	84,60%	84,60%	30,80%	84,60%	76,90%	30,80%
MAT022	15,40%	69,20%	46,20%	38,50%	76,90%	15,40%
MAT023	33,30%	53,30%	46,70%	73,30%	73,30%	33,30%
MAT024	46,20%	69,20%	23,10%	61,50%	100,00%	23,10%
MAT025	46,20%	38,50%	76,90%	23,10%	23,10%	92,30%
MAT026	58,30%	100,00%	25,00%	66,70%	91,70%	50,00%
MAT027	18,20%	90,90%	18,20%	36,40%	45,50%	18,20%
MAT028	38,50%	69,20%	15,40%	76,90%	92,30%	15,40%
MAT029	33,30%	50,00%	91,70%	66,70%	50,00%	100,00%
MAT030	38,50%	76,90%	30,80%	53,80%	61,50%	53,80%

É possível observar que as recomendações levam a ontologia a classificar os materiais de aprendizagem em distintas áreas da Engenharia de Software. No entanto, se para cada material for selecionado na Tabela 7.5 o maior percentual e sua área correspondente, a ontologia apresenta melhor desempenho se comparada

com a classificação manual por aprendizes, como pode ser observado na Tabela 7.6.

Tabela 7.6. Comparação entre percentuais da área identificada como predominante por especialistas, aprendizes e ontologia

MATERIAL	ESPECIALISTAS		APRENDIZES		ONTOLOGIA	
	ID AREA	%	ID AREA	%	ID AREA	%
MAT001	CS	80,00	CS	71,43	DS	57,14%
MAT002	TS	80,00	TS	85,71	TS	76,90%
MAT003	GES	100,00	GES	57,14	GES	84,60%
MAT004	CS	80,00	CS	57,14	DS	92,30%
MAT005	CS	100,00	CS	64,29	CS	78,60%
MAT006	RS	100,00	RS	100,00	RS	100,00%
MAT007	GES	80,00	GES	35,71	GCS	61,50%
MAT008	QS	40,00	QS	42,86	RS	83,30%
MAT009	FM	40,00	CS	28,57	DS	84,60%
MAT010	TS	100,00	TS	71,43	TS	85,70%
MAT011	GES	80,00	GES	28,57	DS	77,80%
MAT012	GCS	100,00	GCS	50,00	GCS	66,70%
MAT013	GES	100,00	GES	21,43	GES	83,30%
MAT014	GCS	100,00	GCS	50,00	GCS	92,30%
MAT015	GCS	80,00	GCS	35,71	GCS	84,60%
MAT016	GCS	100,00	GCS	64,29	GCS	83,30%
MAT017	CS	100,00	CS	64,29	CS	72,70%
MAT018	CS	100,00	CS	50,00	CS	69,20%
MAT019	GCS	100,00	FM	28,57	GCS	69,20%
MAT020	RS	80,00	QS	64,29	RS	78,60%
MAT021	DS	100,00	DS	35,71	DS	84,60%
MAT022	RS	80,00	QS	42,86	RS	76,90%
MAT023	GES	80,00	GES	42,86	GES	73,30%
MAT024	RS	100,00	QS	85,71	RS	100,00%
MAT025	TS	100,00	TS	92,86	TS	92,30%
MAT026	DS	80,00	DS	57,14	DS	100,00%
MAT027	DS	80,00	CS	57,14	DS	90,90%
MAT028	RS	80,00	PES	28,57	RS	92,30%
MAT029	GES	60,00	TS	35,71	TS	100,00%
MAT030	DS	60,00	DS	78,57	DS	76,90%

Nesta tabela é demonstrado para cada material qual área da Engenharia de Software obteve maior percentual de acordo com as três classificações realizadas: especialistas, aprendizes e ontologia. Conforme destacado, entre os trinta materiais classificados pelos aprendizes, oito materiais não obtiveram a área de classificação

igual a área classificada pelos especialistas, enquanto que, na classificação pela ontologia, apenas seis materiais não obtiveram a área de classificação igual à área classificada pelos especialistas. O resultado mostra um desempenho favorável à ontologia, porém não tão significativo. No entanto, se a comparação for realizada de outra maneira, é possível identificar um desempenho mais significativo da ontologia. Na Tabela 7.7. são comparados os percentuais de classificação obtidos pelos aprendizes e pela ontologia nas mesmas áreas identificadas pelos especialistas como predominante ¹.

Tabela 7.7. Comparação entre percentuais da área identificada como predominante por especialistas e os percentuais obtidos por aprendizes e ontologia nesta mesma área

MATERIAL	ESPECIALISTAS		APRENDIZES	ONTOLOGIA
	AREA	%		
MAT001	CS	80,00	71,43	35,71
MAT002	TS	80,00	85,71	76,90
MAT003	GES	100,00	57,14	84,60
MAT004	CS	80,00	57,14	23,10
MAT005	CS	100,00	64,29	78,60
MAT006	RS	100,00	100,00	100,00
MAT007	GES	80,00	35,71	53,80
MAT010	TS	100,00	71,43	85,70
MAT011	GES	80,00	23,08	66,70
MAT012	GCS	100,00	46,15	66,70
MAT013	GES	100,00	21,43	83,30
MAT014	GCS	100,00	50,00	92,30
MAT015	GCS	80,00	35,71	84,60
MAT016	GCS	100,00	69,23	83,30
MAT017	CS	100,00	69,23	72,70
MAT018	CS	100,00	50,00	69,20
MAT019	GCS	100,00	28,57	69,20
MAT020	RS	80,00	64,29	78,60
MAT021	DS	100,00	30,77	84,60
MAT022	RS	80,00	42,86	76,90
MAT023	GES	80,00	42,86	73,30
MAT024	RS	100,00	85,71	100,00
MAT025	TS	100,00	92,86	92,30
MAT026	DS	80,00	57,14	100,00
MAT027	DS	80,00	28,57	90,90
MAT028	RS	80,00	28,57	92,30
MAT029	GES	60,00	21,43	66,70
MAT030	DS	60,00	78,57	76,90

- Os materiais MAT008 e MAT009 foram retirados do tabela comparativa devido a área identificada como predominante pelos especialistas não pertencer a uma das seis áreas representadas na ontologia.

Entre os trinta materiais de aprendizagem comparados, quatro materiais de aprendizagem (MAT001, MAT002, MAT004 E MAT030) obtiveram um percentual de classificação mais próximo dos especialistas por meio dos aprendizes do que pela ontologia. Observa-se ainda que dois materiais (MAT006 E MAT025) obtiveram percentuais semelhantes por meio dos aprendizes e da ontologia. No entanto, para vinte e dois materiais, representando 73% do total de materiais classificados, foi obtido um percentual de classificação mais próximo dos especialistas por meio da ontologia do que pelos aprendizes. Pode-se citar como exemplo o MAT024 que foi classificado por 100% dos especialistas como sendo da área de Requisitos de Software (RS), por 85,71% dos aprendizes como sendo da área de Requisitos de Software e 100% pela ontologia como sendo da área de Requisitos de Software.

A Figura 7.1 apresenta uma comparação entre a classificação dos materiais por aprendizes e por ontologia. Considerando que o percentual de classificação para uma área apontada pelos especialistas fosse 100%, a Figura 7.1 demonstra os pontos em que cada uma das duas classificações chegou mais próximo do objetivo (100%). Com isso é possível observar que a classificação por ontologia atingiu pontos mais próximos do objetivo do que a classificação por aprendizes.

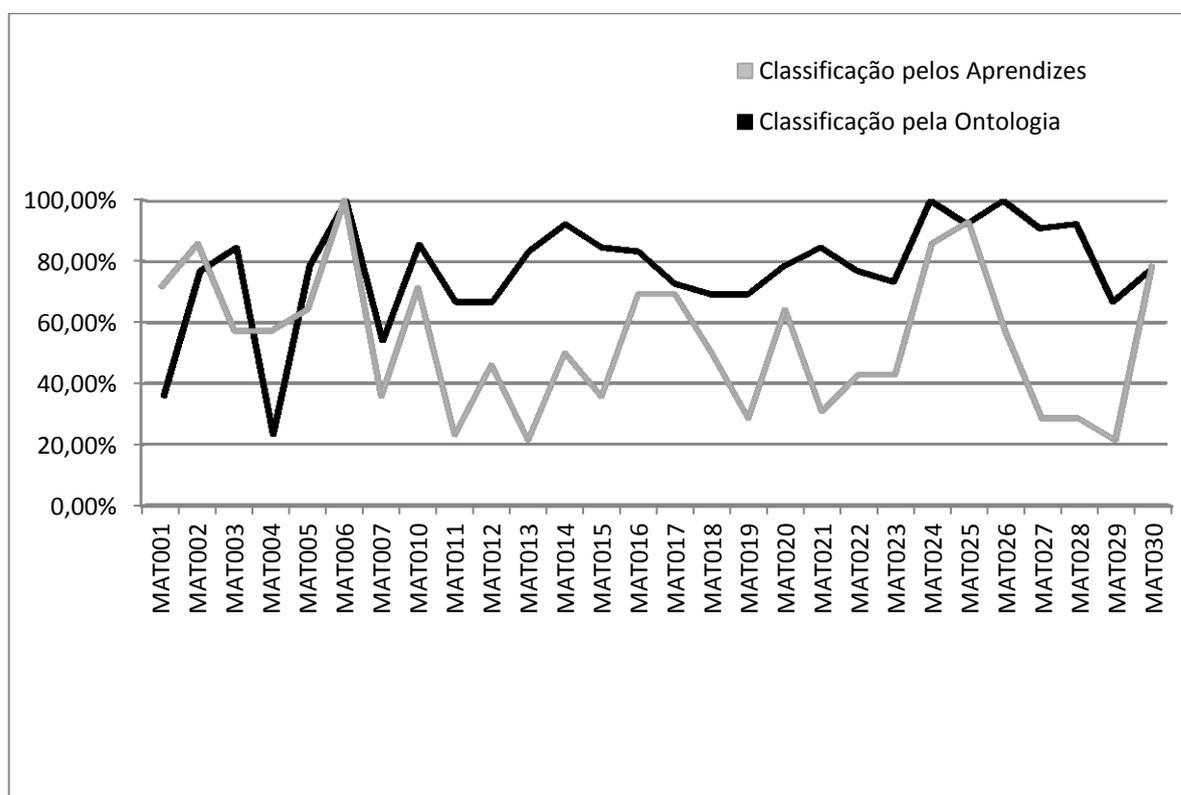


Figura 7.1. Comparação entre a classificação realizada manualmente por aprendizes e automaticamente por ontologia

Embora a ontologia tenha apresentado indícios de que seja um mecanismo auxiliar na classificação automática de materiais de aprendizagem, há a necessidade de se fazer um refinamento na utilização das recomendações baseadas em papel, artefato ou tarefa. A ontologia indica uma predominância significativa da área correspondente ao conteúdo do material, mas também leva a classificação deste mesmo material a outras áreas que não são correspondentes.

Uma maneira de minimizar este problema poderia ser a utilização de filtros nas recomendações para reduzir as possibilidades de áreas classificadas. Por exemplo, caso seja feita uma recomendação por papel, se este papel estiver relacionado às áreas Requisitos de Software e Design de Software, o ambiente poderia filtrar os artefatos e tarefas correspondentes somente a estas duas áreas em questão. Desta maneira, caso fossem incluídas outras recomendações por artefatos ou tarefas, o material seria classificado em um número menor de áreas.

Os resultados mostram que, para o compartilhamento correto de materiais, há a necessidade de mecanismos que auxiliem a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com a área de Engenharia de Software. Outros critérios de classificação para materiais de aprendizagem podem ser empregados de maneira que o aprendiz encontre o material mais adequado às suas necessidades. Um destes critérios é o estilo de aprendizagem. A última subetapa deste processo teve como objetivo analisar a utilização do estilo de aprendizagem em um ambiente de aprendizagem. Os resultados são apresentados a seguir.

7.4 Análise da definição do estilo de aprendizagem

Ao acessar o ambiente de aprendizagem desenvolvido, os aprendizes preencheram o instrumento proposto por Felder e Silverman para a identificação automática do estilo de aprendizagem. Por meio deste instrumento foram identificados os estilos dos aprendizes, podendo ser Visual, Verbal e Visual/Verbal.

Além do preenchimento do instrumento, foi solicitado aos aprendizes que realizassem uma pesquisa por materiais de aprendizagem pelo assunto proposto “Pilhas”. O resultado desta pesquisa foi realizado por meio da ontologia, a qual retornou três materiais de aprendizagem, cada material correspondente a um dos três estilos de aprendizagem: Visual, Verbal e Visual/Verbal. A ordem de retorno dos materiais obedeceu ao estilo de aprendizagem identificado pelo instrumento. Por

exemplo, para o aprendiz identificado como Visual, foi retornado em primeiro lugar os materiais com características visuais (figura, imagem, etc.), em segundo lugar os materiais com características tanto visuais quanto verbais (figura, imagem, texto e áudio, etc.) e em terceiro lugar os materiais com características verbais (texto, áudio, etc.). De acordo com os materiais retornados, foi questionado aos aprendizes qual dos três materiais ele escolheria para estudar o assunto proposto. Por meio do material escolhido foi identificado o estilo de aprendizagem dos aprendizes.

Ainda, para ser possível analisar comparativamente os resultados, foi questionado aos aprendizes qual estilo de aprendizagem ele julgava possuir. Com isso obteve-se o estilo de aprendizagem de cada aprendiz por três meios distintos: pelo instrumento integrado ao ambiente, pela escolha do material e pela opinião pessoal.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 7.8. Na primeira coluna estão representados os três estilos identificados: Visual, Verbal e Visual/Verbal. Na segunda coluna “INSTRUMENTO” são apresentados os percentuais de cada estilo identificado pelo instrumento de Felder e Silverman. Na terceira coluna “MATERIAL ESCOLHIDO” são apresentados os percentuais de cada estilo identificado pelo material escolhido pelo aprendiz. A última coluna “OPINIÃO PESSOAL” apresenta os percentuais de cada estilo identificado pela opinião pessoal de cada aprendiz.

Tabela 7.8. Percentual do estilo de aprendizagem identificado

ESTILO	INSTRUMENTO	MATERIAL ESCOLHIDO	OPINIÃO PESSOAL
Visual	77,38%	44,05%	20,24%
Verbal	2,38%	19,05%	2,38%
Visual/Verbal	20,24%	36,90%	77,38%

Os resultados apresentados na Tabela 7.8 e pelo gráfico da Figura 7.2 mostram que, pelo instrumento proposto por Felder e Silverman, a maioria dos aprendizes (77,38%) foi identificada como sendo do estilo de aprendizagem Visual. Os resultados obtidos pela escolha do material confirmam o estilo de aprendizagem Visual como sendo dominante, com 44,05%. Este percentual é menor do que o obtido pelo instrumento e muito próximo dos 36,90% obtidos para o estilo de aprendizagem Visual/Verbal. Entretanto, os resultados obtidos pela opinião pessoal mostram que a maioria dos aprendizes (77,38%) identifica-se como sendo do estilo Visual/Verbal.

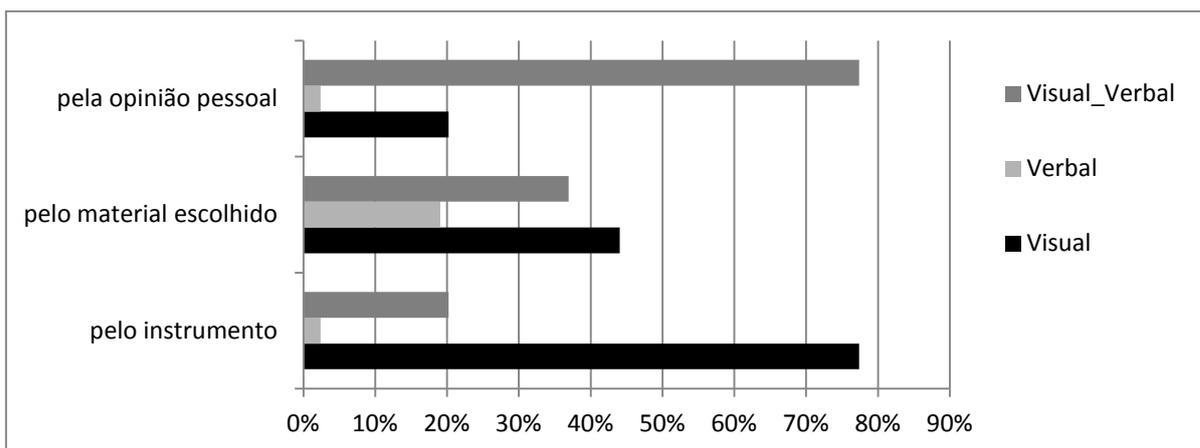


Figura 7.2. Comparação entre os estilos de aprendizagem obtidos

É possível observar na Figura 7.2 que os percentuais obtidos para cada estilo de aprendizagem são divergentes. Embora os resultados obtidos pelo instrumento estejam mais alinhados com os resultados obtidos pelo material escolhido, ainda assim há diferenças significativas.

Essa divergência pode acontecer devido à identificação do estilo pelo instrumento de Felder e Silverman não considerar um contexto, como por exemplo, complexidade do assunto, grau de conhecimento, etc. Outra possibilidade é o aprendiz ter sido influenciado durante a escolha do seu estilo de aprendizagem pela qualidade dos materiais. Um aprendiz pode preferir um material que não esteja relacionado ao seu estilo de aprendizagem por apresentar qualidade superior ao material relacionado ao seu estilo.

Desta maneira pode-se concluir que um ambiente de aprendizagem não pode se basear exclusivamente na opinião pessoal ou em um instrumento para a identificação do estilo de aprendizagem, sendo necessários mecanismos combinados que auxiliem nesta identificação. Um destes mecanismos é o utilizado no ambiente proposto neste trabalho, que é o uso de instrumentos validados para identificação de estilos de aprendizagem. Outro mecanismo possível seria o monitoramento da utilização dos materiais de aprendizagem pelos aprendizes, sendo possível que o ambiente aprenda e adapte os estilos dos aprendizes. Por meio deste monitoramento, é possível obter as preferências dos aprendizes dentro de um contexto e desta maneira obter um resultado mais próximo da realidade.

A ontologia para estilo de aprendizagem, no contexto deste trabalho, não teve o papel de realizar inferências, uma vez que as características dos materiais de

aprendizagem foram apenas mapeadas aos estilos disponíveis. O principal objetivo da ontologia para estilos de aprendizagem é propiciar o compartilhamento de materiais de aprendizagem que considere o estilo de aprendizagem para realizar recomendações.

Os aprendizes foram também questionados com relação à importância de um ambiente que considere o seu estilo de aprendizagem para recomendar materiais de aprendizagem. A Tabela 7.9 apresenta o percentual de respostas dos aprendizes com relação à importância do estilo de aprendizagem para a recomendação de materiais de aprendizagem. A primeira coluna mostra as respostas possíveis para a questão “Eu julgo importante um ambiente de aprendizagem que considera o meu estilo de aprendizagem para selecionar os materiais de aprendizagem.” e na segunda coluna é apresentado o percentual obtido para cada resposta.

Tabela 7.9. Percentual de respostas dos aprendizes com relação a importância do estilo de aprendizagem para recomendação de materiais

IMPORTÂNCIA DO ESTILO DE APRENDIZAGEM	%
Completamente em desacordo	0,00
Em desacordo	0,00
Nem concorda nem discorda	19,05
Concorda	52,38
Concorda completamente	28,57

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7.9, é possível observar que a maioria dos aprendizes (80,95%) concorda que é importante a utilização de estilo de aprendizagem para recomendar materiais de aprendizagem. Apenas 19,05% diz não concordar e nem discordar e nenhum aprendiz expressou opinião contrária a importância dos estilos de aprendizagem.

Com estes resultados pode-se concluir que é um requisito importante ambientes de aprendizagem considerarem o estilo de aprendizagem como meio de melhorar o processo de aprendizagem. Isso reforça a necessidade de mecanismos que identifiquem de maneira mais precisa o estilo de aprendizagem. Além disso, a informação referente ao estilo de aprendizagem se torna essencial para o compartilhamento de materiais de aprendizagem e isso pode ser facilitado com o uso da ontologia proposta para estilos de aprendizagem.

7.5 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou os resultados referentes à avaliação do desempenho da ontologia. Foram comparados os resultados obtidos pela classificação de materiais de aprendizagem por especialistas, por aprendizes e por ontologia, dentro da área da Engenharia de Software. Considerando a classificação realizada pela ORLM, no que se refere à área da Engenharia de Software, os resultados apresentados levam a concluir que ela pode auxiliar na identificação da área, mas refinamentos futuros são necessários. Já a ORLM, no que se refere à classificação de acordo com os estilos de aprendizagem, a sua função é apenas representar materiais de aprendizagem que considerem esta informação. Os resultados da pesquisa indicam que o estilo de aprendizagem é uma característica importante a ser considerado em um ambiente de aprendizagem.

CAPÍTULO 8 - CONCLUSÃO

Este capítulo finaliza o trabalho posicionando a relevância do estudo, as suas contribuições e perspectivas de trabalhos futuros.

8.1 Relevância do estudo

Conforme os números apresentados no Capítulo 1 é possível observar a necessidade de iniciativas que promovam a capacitação de profissionais da área de TI de acordo com as necessidades do mercado e as características da área.

A área de TI, onde os avanços tecnológicos são constantes, requer profissionais que busquem constantemente conhecimento. Mesmo as organizações de pequeno porte devem disponibilizar recursos para que suas equipes adquiram os conhecimentos necessários para desempenhar suas funções e assim mantenham-se competitivas. Em muitas situações, parte do conhecimento desejado pode estar entre os próprios colaboradores da organização e o seu compartilhamento pode ser uma alternativa complementar para se obter os conhecimentos desejados.

O compartilhamento deste conhecimento pode ocorrer de diversas maneiras, sendo uma delas pela adição de materiais de aprendizagem em um ambiente. As pessoas compartilham os materiais que utilizaram para estudar um determinado assunto, como da Engenharia de Software, por exemplo, e assim possibilitam que outros colaboradores obtenham o conhecimento esperado.

No entanto, para que este conhecimento seja compartilhado e disseminado, há a necessidade de mecanismos que auxiliem a organizar estes materiais de acordo com as necessidades dos aprendizes. Os profissionais da Engenharia de Software possuem dificuldade em realizar a classificação manual dentro da área baseando-se no conteúdo dos materiais, seja por falta de conhecimento do vocabulário comum da área, ou por serem mais atuantes em algumas áreas do que em outras. Esta pesquisa mostrou que ontologias podem ser integradas a ambientes de aprendizagem para compartilhamento do conhecimento, facilitando e apoiando nesta classificação. Para 73% do total de materiais classificados pela ontologia proposta neste trabalho, foi obtido um percentual de classificação mais próximo da

classificação realizada por especialistas da área, comprovando, assim, que a ontologia pode auxiliar o aprendiz.

Além disso, determinadas características dos materiais de aprendizagem podem oferecer uma aprendizagem mais efetiva para alguns aprendizes. Com isso, seria interessante que os ambientes também considerassem os estilos de aprendizagem para retornar materiais para aprendizagem de acordo com o estilo do aprendiz. Nesta pesquisa foi considerado o estilo de aprendizagem do aprendiz, representado na ontologia. A ontologia seleciona os materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem. Porém, cabe ressaltar que não é o papel da ontologia identificar o estilo de aprendizagem do aprendiz. Cabe ao mecanismo utilizado pelo ambiente obter esta informação. Neste trabalho foi utilizado um instrumento já proposto e avaliado anteriormente. Sendo assim, a ontologia dependerá do estilo de aprendizagem identificado pelo mecanismo para que possa realizar as inferências dos materiais mais adequados para cada aprendiz.

A pesquisa também aponta a importância de mecanismos eficazes para identificação de estilos de aprendizagem, pois os resultados desta pesquisa mostram divergência entre o estilo indicado por um instrumento formal, o que os aprendizes acreditam ser o seu estilo e o estilo de material que os aprendizes selecionam para estudo. A utilização de estilos de aprendizagem para recomendar material em um ambiente como este é visto como importante por 80% dos participantes da pesquisa,

É possível concluir que, as ontologias auxiliam a classificação dos materiais de aprendizagem de acordo com as áreas de Engenharia de Software e de acordo com os estilos de aprendizagem.

8.2 Contribuições da pesquisa

De acordo com os resultados obtidos durante a execução deste trabalho, podem ser identificadas três contribuições principais:

- Identificação de quais instrumentos têm sido mais utilizados para a identificação de estilo de materiais voltado para a recomendação de materiais de aprendizagem. A revisão sistemática ajudou a posicionar quais instrumentos estão sendo utilizados com este objetivo e quais características dos materiais de aprendizagem são associadas às escalas propostas para cada modelo.

- ontologia para classificação de materiais de aprendizagem de acordo com estilos de aprendizagem e a área de Engenharia de Software.
- ambiente para compartilhamento e classificação de materiais de aprendizagem de acordo com áreas da Engenharia de Software e estilos de aprendizagem.

8.3 Limitações da pesquisa

Cabe ressaltar que a qualidade dos materiais utilizados no experimento pode ter influenciado positiva ou negativamente os resultados das classificações realizadas pelos aprendizes. É difícil estabelecer critérios para a seleção de uma amostra homogênea de materiais de aprendizagem.

Outra limitação está relacionada à ontologia no que se refere a área de Engenharia de Software. Esta ontologia foi baseada nos elementos do RUP (cerca de 280 instâncias considerando todos os artefatos, papéis e tarefas) e por esta razão as possibilidades de recomendações são muito abrangentes. Se o número de possibilidades fosse menor, talvez os aprendizes tivessem realizado recomendações com maior qualidade.

E por fim, o experimento poderia ter sido aplicado com grupos de profissionais de área de Engenharia de Software, atuantes há mais tempo no mercado. Estes resultados poderiam ser comparados para verificar se há a mesma dificuldade na classificação manual de materiais de aprendizagem que com o grupo utilizado neste trabalho.

8.4 Trabalhos futuros

Uma primeira oportunidade de continuação desta pesquisa está relacionada à utilização do estilo de aprendizagem em um ambiente de aprendizagem. O uso de mecanismos que monitorem as interações dos aprendizes com o ambiente pode trazer informações sobre o perfil muito mais próximas do seu contexto. Conforme estas interações, o ambiente poderia oferecer adaptações e personalizações mais adequadas às necessidades do aprendiz. Não apenas os estilos de aprendizagem podem ser identificados, mas também o grau de conhecimento, nível de interesse em determinados assuntos, relacionamentos com outros aprendizes, etc.

Outra perspectiva de trabalho futuro está relacionada ao aprimoramento da ontologia no que se refere à Engenharia de Software. A aplicação de filtros nas

recomendações e o grau de convergência entre estas recomendações poderiam ser melhoradas para impedir a classificação em áreas não relacionadas. Ainda com relação à ontologia referente à Engenharia de Software, podem ser propostos axiomas para representar as áreas da Engenharia de Software não relacionadas às disciplinas do RUP, as quais não foram contempladas neste trabalho. Também podem ser propostos novos elementos para auxiliar os mecanismos de inferências que não sejam exatamente os elementos utilizados do RUP. Outra possibilidade de trabalho futuro relacionado à ontologia para a Engenharia de Software, é expandir a possibilidade de classificação destes materiais em subáreas de cada área da Engenharia de Software.

Por fim, seria interessante avaliar o desempenho das ontologias com materiais de aprendizagem e grupos de aprendizes distintos dos que foram utilizados neste experimento, para efeito de comparação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(ABRAN; MOORE, 2004) ABRAN, A.; MOORE, J. W. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**. Society. IEEE Press, 2004.

(ADL, 2004) ADVANCED DISTRIBUTED LEARNING. **SCORM 2004 4th Edition**. Disponível em: <<http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/default.aspx>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

(ALTHOFF et al., 2005) ALTHOFF, K.; KLOTZ, A.; LEOPOLD, E.; VOSS, A. **eParticipative Process Learning - process-oriented experience management and conflict solving**. Data & Knowledge Engineering, v. 52, p. 5-31, 2005.

(ARGYRIS; SCHON, 1996) ARGYRIS, C.; SCHON, D. A. **Organizational Learning II - teory, method, and pratice**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1996.

(ARPÍREZ et al., 2001) ARPÍREZ, J.C, CORCHO, O.; FERNANDEZ-LOPEZ, M.; GOMEZ-PEREZ, A. **WebODE: a scalable ontological engineering workbench**, in: First International Conference on Knowledge Capture (KCAP_01), ACM Press, Victoria, p. 6–13, 2001.

(BEACHAM; ALTY, 2006) BEACHAM, N. A.; ALTY, J. L. **An investigation into the effects that digital media can have on the learning outcomes of individuals who have dyslexia**. Computers & Education, v. 47, n. 1, p. 74–93, 2006.

(BERNARAS et al., 1996) BERNARAS, A.; LARESGOITI, I., CORERA; J. **Building and reusing ontologies for electrical network applications**, in: Proc. European Conference on Artificial Intelligence (ECAI_96), Budapest, Hungary, p. 298–302, 1996.

(BOEHM; IN, 1996) BOEHM, B.; IN, H. **Identifying Quality Requirements Conflicts**. IEEE Software, pp. 25–35, 1996.

(BORST, 1997) BORST W. N. **Construction of Engineering Ontologies**. University of Tweenty. Ensched, The Netherdands - Centre for Telemática and Information Technology, 1997.

(BOSE, 1995) BOSE, P. **Conceptual design model based requirements analysis in the Win-Win framework for concurrrent requirements engineering**. In: IEEE Workshop on Software Specification and Design (IWSSD), 1995.

(BOUQUET et al., 2004) BOUQUET, P.; GIUNCHIGLIA, F.; VANHARMELEN F.; SERAFINI L.; STUCKENSCHMIDT H. **Contextualizing ontologies**. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, v. 1, n. 4, p. 325-343, 2004.

(BRASSCOM, 2010) BRASSCOM. **Empresas precisarão de 750 mil funcionários**. Publicado em 16 set. 2010. Disponível em: <<http://www.brasscom.org.br/brasscom/content/view/full/4781.16/09/2010>>. Acesso em: 25 nov. 2010.

(BRASSCOM, 2010A) BRASSCOM. **Copa de 2014 vai exigir R\$ 5,7 bilhões de investimento em TI.** Publicado em 09 nov. 2010. Disponível em: <http://www.brasscom.org.br/en/layout/set/submenu/layout/set/print/box_brasscom_news/copa_de_2014_vai_exigir_r_5_7_bilhoes_de_investimento_em_ti>. Acesso em: 25 nov. 2010.

(BRUSILOVSKY, 1996) BRUSILOVSKY, P. **Methods and techniques of adaptive hypermedia.** User Modeling and User-Adapted Interaction, v. 6 n. 2–3, p. 87–129.

(CHAPMAN, 2005) CHAPMAN, A. **Free diagram illustrating Kolb's learning cycle and learning types.** Disponível em: <<http://www.businessballs.com/freematerialsinword/kolblearningstylesdiagram.doc>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

(CHOUDHARY, 2009) CHOUDHARY, A.; OLUIKPE, P.; HARDING, J.; CARRILLO, P. **The needs and benefits of Text Mining applications on Post-Project Reviews.** Computers in Industry, v. 60, n. 9, p. 728-740, 2009.

(CONTANDRIOPOULOS et al., 1999) CONTANDRIOPOULOS, A.P.; CHAMPAGNE, F.; POTVIN, L.; DENIS, J.L.; BOYLE, P. **Saber preparar uma pesquisa.** Editora Hucitec: São Paulo, 1999, 215 p.

(CORCHO et al., 2003) CORCHO, O.; LOPEZ, M. F.; PEREZ, A. G. **Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?** Data & Knowledge Engineering, v. 46, n. 1, p. 41-64, 2003.

(CYC, 2011) Cyc: OpenCyc.org: **Formalized Common Knowledge.** Cycorp, USA. Disponível em: <<http://www.opencyc.org>>. Acesso em: April, 2011.

(DEAN et al., 2002) DEAN, M.; CONNOLLY, D.; HARMELEN, F.; HENDLER, J.; HORROCKS, I.; MCGUINNESS, D.L.; PATEL-SCHNEIDER, P.F.; STEIN, L.A. **OWL Web Ontology Language 1.0 Reference,** W3C Working Draft, 2002. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/owl-ref/>>. Acesso em: Maio, 2011.

(DERIDDER, 2002) DERIDDER, D. **A Concept-Oriented Approach to Support Software Maintenance and Reuse Activities.** In: 5th Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering (JCKBSE), Maribor, Slovenia, 2002.

(DIAS; et al., 2003) DIAS, M.G., ANQUETIL, N.; OLIVEIRA, K.M. **Organizing the Knowledge Used in Software Maintenance**". In: Journal of Universal Computer Science, pp. 641–658, 2003.

(DOMINGUE, 1998) DOMINGUE, J. **Tadzebao and Webonto:** Discussing, Browsing and Editing Ontologies on the Web, in: Proc. 11th Knowledge Acquisition Workshop (KAW98), Banff, 1998.

(ESSALMI et al., 2007) ESSALMI, F.; AYED, L. J. B.; JEMNI, M. **A Multi-Parameters Personalization Approach of Learning Scenarios.** Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 90-91, 2007.

(EL-TAYEH et al., 2008) EL-TAYEH, A.; GIL, N.; FREEMAN, J. **A methodology to evaluate the usability of digital socialization in “virtual”engineering design.** Research in Engineering Design, v. 19, n. 1, p. 29–45, 2008.

(EUI, 2008) ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT. **People for growth.** Disponível em: <http://graphics.eiu.com/upload/People_for_growth.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2010.

(FALBO; et al., 1998) FALBO, R., MENEZES, C.; ROCHA, A. **Using Ontologies to Improve Knowledge Integration in Software Engineering Environments.** In: 4th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis(ISAS), Orlando, USA, 1998.

(FALBO; et al., 2002) FALBO, R.A.; GUIZZARDI, G.; DUARTE, K.C. **An Ontological Approach to Domain Engineering.** In: Proceedings of 14th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE), Ischia, Italy, pp. 351–358, 2002.

(FELDER; BRENT, 2005) FELDER R.; BRENT R. **Understanding Student Differences.** Journal of Engineering Education, v. 94, n.1, p. 57-72, 2005.

(FELDER; SILVERMAN, 1988) FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. **Learning and Teaching Styles in Engineering Education.** Journal of Engineering Education, v. 78, n. 7, p. 674-681, 1988.

(FELDER; SOLOMAN, 1991) FELDER, R.; SOLOMAN, B. **ILS – Index of Learning Style.** Disponível em: <<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/ILS.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

(FELDER; SPURLIN, 2005) FELDER, R. M.; SPURLIN, J. **Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles.** Journal of Engineering Education, v. 21, n. 1, p. 103-112, 2005.

(FINGER; BRAND, 2001) FINGER, M.; BRAND, S. B. **Conceito de organização de aprendizagem aplicado à transformação do setor público: contribuições conceituais ao desenvolvimento da teoria.** In: M. Easterby-Smith, J. Burgoyne, J. Burgoyne, e L. Araujo, Aprendizagem Organizacional e Organização de Aprendizagem: Desenvolvimento na Teoria e na Prática. São Paulo: Atlas, 2001.

(FOAF, 2011) **FOAF Vocabulary Specification 0.98.** Disponível em: <http://xmlns.com/foaf/spec>>. Acesso em: 01 abr 2011.

(FOGUEM et al., 2008) FOGUEM, B. K.; COUDERT, T.; BELER, C.; GENESTE, L. **Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach.** Computers in Industry, v. 59, n. 7, p. 694–710, 2008.

(GAMALEL-DIN, 2010) GAMALEL-DIN, S. (2010). **Smart e-Learning: A greater perspective; from the fourth to the fifth generation e-learning.** Egyptian Informatics Journal, Ministry of Higher Education and Scientific Research, v. 11, n. 1, p. 39-48, 2010.

(GARCÍA, 2006) GARCÍA, F.; BERTOIA, M.F.; CALERO, C.; VALLECILLO, A.; RUÍZ, F.; PIATTINI, M.; GENERO, M. **Towards a consistent terminology for software measurement**. Information and Software Technology. pp. 631-644, 2006.

(GARRO et al., 2006) GARRO, A.; PALOPOLI, L.; RICCA, F. **Exploiting agents in e-learning and skills management context**. AI Communications, v. 19, n. 2, p. 137-154, 2006.

(GARVIN, 1993) GARVIN, D. A. **Building a Learning Organization**, Harvard Business Review, v. 71, n. 4, p. 78-91, 1993.

(GASCUENA et al., 2006) GASCUENA, J. M.; FERNANDEZ-CABALLERO, A.; GONZALEZ, P. **Domain Ontology for Personalized E-Learning in Educational Systems**. Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06), p. 456-458, 2006.

(GASPARINI et al., 2009) GASPARINI, I.; LICHTNOW, D.; PIMENTA, M. S.; OLIVEIRA, J. P. M. D. **Quality Ontology for Recommendation in an Adaptive Educational System**. International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems, p. 329-334, 2009.

(GENESERETH; FIKES, 1992) GENESERETH, M.; FIKES, R. **Knowledge interchange format**, Technical Report Logic-92-1, Computer Science Department, Stanford University, 1992.

(GIL, 2002) GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo:Atlas, 2006. 175 p.

(GIRARDI; FARIA, 2003) GIRARDI, R.; FARIA, C. **A Generic Ontology for the Specification of Domain Models**. In: Proceedings of 1st International Workshop on Component Engineering Methodology (WCEM'03) at Second International Conference on Generative Programming and Component Engineering, Erfurt, Germany, 2003.

(GLOBAL MAKE, 2009) GLOBAL MAKE. **Programa de pesquisa para identificar globalmente as mais admiradas empresas do conhecimento**. Disponível em: <<http://www.knowledgebusiness.com/knowledgebusiness/templates/TextAndLinksList.aspx?siteId=1&menuItem=133>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

(GONZÁLEZ-PÉREZ; HENDERSON-SELLERS, 2006) GONZÁLEZ-PÉREZ, C.; HENDERSON-SELLERS, B. **An Ontology for Software Development Methodologies and Endeavours**. Ontologies for Software Engineering and Technology, Springer-Verlag, Berlin, 2006.

(GRAF et al., 2009) GRAF, S.; LIU, T. C.; KINSHUK, CHENC, N.; YANG, S. J. H. **Learning styles and cognitive traits-Their relationship and its benefits in web-based educational systems**. Computers in Human Behavior, v. 25, n. 6, p. 1280-1289, 2009.

(GROBELNIK; MLADENIC, 2009) GROBELNIK, M.; MLADENIC, D. **Semantic Technology for Capturing Communication Inside an Organization**. IEEE Internet Computing, v. 13, n. 4, p. 59-67, 2009.

(GRUBER, 1993) GRUBER, T. R. **Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing**. International Journal of Human and Computer Studies, v. 43, n. 5-6, p. 907-928, 1993.

(GRUBER, 1993A) GRUBER, T. R. **A Translation Approach to Portable Ontology Specifications**. Knowledge Creation Diffusion Utilization, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.

(GRUNINGER; FOX, 1995) GRUNINGER, M.; FOX, M.S. **Methodology for the design and evaluation of ontologies**, in: Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, Montreal, 1995.

(GUARINO, 1998) GUARINO, N. **Formal Ontology and Information Systems**. In the Proceedings of Formal Ontology in Information Systems, Washington, DC: IOS Press, p. 3-15, 1998.

(HARTMANN et al., 2005) HARTMANN, J., SPYNS, P., GIBOIN, A. **D1. 2.3 Methods for ontology evaluation**. Deliverable for Knowledge Web Consortium. Disponível em: <<https://www.starlab.vub.ac.be/research/projects/knowledgeweb/KWeb-Del-1.2.3-Revised-v1.3.1.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2012.

(HILERA; et al., 2005) HILERA, J.R., SÁNCHEZ-ALONSO, S., GARCÍA, E.; DEL MOLINO, C.J. **OntoGLOSE: A Light-weight Software Engineering Ontology**. In: 1st Workshop on Ontology, Conceptualizations and Epistemology for Software and Systems Engineering (ONTOSE), Alcalá de Henares, Spain, 2005.

(HONEY, 2010) HONEY, P. **Peter Honey Publications**. Disponível em: <<http://www.peterhoney.com/>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

(HORROCKS et al., 2000) HORROCKS, I.; FENSEL, D.; HARMELEN, F.; DECKER, S.; ERDMANN, M.; KLEIN M., **OIL in a Nutshell**, in: ECAI_00 Workshop on Application of Ontologies and PSMs, Berlin, 2000.

(HUANG et al., 2010) HUANG, C.; JI, Y.; DUAN, R. **A semantic web-based personalized learning service supported by on-line course resources**. Networked Computing (INC), 2010 6th International Conference on (p. 1–7), 2010.

(IDC, 2010) – **Brazil Financial Insights Investments Trends 2010**. Disponível em: <http://www.idclatin.com/email_mkt/fi_invest_10/emkt_bra_10_fiinvestment_landing.html>. Acesso em: 12 nov. 2010.

(IEEE, 2002) **Draft Standard for Learning Object Metadata**, 15 de julho de 2002. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2010.

(IMS, 2011) **IMS Learner Information Package Summary of Changes**. Version 1.0.1 Final Specification. Disponível em: <http://www.imsglobal.org/profiles/lipv1p0p1/imslip_sumcv1p0p1.html>. Acesso em: 01 abr. 2011.

(JENA, 2011) **Jena – A Semantic Web Framework for Java**. Disponível em: <http://jena.sourceforge.net>>. Acesso em: 01 abr. 2011.

(KITCHENHAM et al., 2004) KITCHENHAM, B.A.; TRAVASSOS, G.H.; MAYRHAUSER, A.; NIESSINK, F.; SCHNEIDEWIND, N.F.; SINGER, J.; TAKADA, S.; VEHVILAINEN, R.; YANG, H. **Towards an Ontology of Software Maintenance**. *Journal of Software Maintenance: Research and Practice*, p. 365–389, 1999.

(KOLB, 1973) KOLB D. **On management and the learning process**. Working paper Sloan School of Management, Cambridge, 70 p., 1973.

(KOLB; KOLB, 2005) KOLB, A. Y., KOLB, D. A. **The Kolb Learning Style Inventory. Technical Specifications**, v. 3, p. 1-72, 2005.

(LACY, 2005) LACY, L. W. **OWL: Representing Information Using the Web Ontology Language**, Trafford Publishing, 2005.

(LAHTENMAKI et al., 2001) LAHTENMAKI, S., TOIVONEN, J.; MATTILA, M. **Critical Aspects of Organizational Learning Research and Proposals for Its Measurement**. *British Journal of Management*, v. 12. n. 2, p. 113-129, 2001.

(LASSILA; MCGUINNESS, 2001) LASSILA, O., MCGUINNESS, D. L. **The Role of Frame-Based Representation on the Semantic Web**, Knowledge Systems Laboratory, Report KSL-01-02, January, 2001.

(LAWRENCE, 1993) LAWRENCE, G. **People Types and Tiger Stripes: A Practical Guide to Learning Styles**, 3rd ed., Gainesville, Fla.: Center for Applications of Psychological Type, 258 p., 1993.

(LI; CHANG, 2009) LI, S.; CHANG, W. **Exploiting and transferring presentational knowledge assets in R & D organizations**. *Expert Systems With Applications*, v. 36, n. 1, p. 766-777, 2009.

(LIEGLE; JANICKI, 2006) LIEGLE, J.; JANICKI, T. **The effect of learning styles on the navigation needs of Web-based learners**. *Computers in Human Behavior*, v. 22, n. 5, p. 885-898, 2006.

(LIN et al., 2003) LIN, S.; LIU, F.; LOE, S. **Building A Knowledge Base of IEEE/EAI 12207 and CMMI with Ontology**. In: Sixth International Protégé Workshop, Manchester, England, 2003.

(LIU, 2009) LIU, H. **A new standard of on-line customer service process: Integrating language-action into blogs**. *Computer Standards & Interfaces*, v. 31, n. 1, p. 227-245, 2009.

(LIU; GRAF, 2009) LIU, T. C.; GRAF, S. **Coping with mismatched courses: students' behaviour and performance in courses mismatched to their learning styles**. *Educational Technology Research and Development*, v. 57, n. 6, p. 739-752, 2009.

(MACGREGOR, 1991) MACGREGOR, R. **Inside The Loom Classifier**, SIGART BULLETIN 2 p. 70–76, 1991.

(MAHTAR; ZIN, 2010) MAHTAR, I. F. M.; ZIN, N. A. M. **Mathematical knowledge representation for education semantic web based on learning style**. Information Technology (ITSim), 2010 International Symposium in (Vol. 1, p. 1–4), 2010.

(MENDES; ABRAN, 2005) MENDES, O; ABRAN, A. **Issues in the development of an ontology for an emerging engineering discipline**. In: First Workshop on Ontology, Conceptualizations and Epistemology for Software and Systems Engineering (ONTOSE), Alcalá de Henares, Spain, 2005.

(MERCADO, 2002) MERCADO, L. P. L. **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**. Maceio: EDUFAL, 2002.

(MILICEVIC et al., 2010) MILICEVIC, A. K.; VESIN, B.; IVANOVIC, M.; BUDIMAC, Z. (2010) **E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification**. Computers & Education, v. 56, p. 885–899, 2010.

(MOLCHO et al., 2008) MOLCHO, G.; ZIPORI, Y.; SCHNEOR, R.; ROSEN, O.; GOLDSTEIN, D.; SHPITALNI, M.; ET AL. **Computer aided manufacturability analysis: Closing the knowledge gap between the designer and the manufacturer**. CIRP Annals-Manufacturing Technology, v. 57, n. 1, p. 153–158, 2008.

(MUSEN, 2002) MUSEN, M. A. **Medical Informatics: Searching for Underlying Components**. Methods of information in medicine, v. 41, n. 1, p. 12–19, 2002.

(NEVO; WAND, 2005) NEVO, D.; WAND, Y. **Organizational memory information systems: a transactive memory approach**. Decision Support Systems, v. 39, n. 4, p. 549–562, 2005.

(NISO, 2007) NISO STANDARDS. **ANSI/NISO Z39.85 - The Dublin Core Metadata Element Set**. Disponível em: <http://www.niso.org/kst/reports/standards?step=2&gid=&project_key=9b7bffcd2daeca6198b4ee5a848f9beec2f600e5>. Acesso em: 16 nov. 2010.

(NONAKA; TAKEUCHI, 1997) NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 358 p., 1997.

(NOY; MCGUINNESS, 2001) NOY, N. F., MCGUINNESS, D. L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating your First Ontology**, Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March, 2001.

(NUNES et al., 2009) NUNES, V. T.; SANTORO, F. M.; BORGES, M. R. **A context-based model for Knowledge Management embodied in work processes**. Information Sciences, v. 179, n. 15, p. 2538-2554, 2009.

(OBRST et al., 2006) OBRST L., ASHPOLE, B., CEUSTERS, W., MANI, I., RAY, S.R., SMITH, B. **Semantic Web: Revolutionizing Knowledge Discovery in the Life Sciences**. Capítulo 7, The Evaluation of Ontologies. Springer, 2006.

- (OZPOLAT; AKAR, 2009) OZPOLAT, E.; AKAR, G. B. **Automatic detection of learning styles for an e-learning system**. Computers & Education, v. 53, n. 2, p. 355–367, 2009.
- (PEDLER et al., 1991) PEDLER, M.; BURGOYNE, J.; BOYDELL, T. **The Learning Company: A Strategy for Sustainable Development**. McGraw-Hill, London, 1991.
- (PELLET, 2011) **Pellet: OWL 2 Reasoner for Java**. Disponível em: <<http://clarkparsia.com/pellet>>. Acesso em: 01 abr. 2011.
- (PEREZ et al., 1996) PEREZ, A.G., LOPEZ, M., VICENTE, A. Towards a Method to conceptualize domain ontologies, in: Ecai96 Workshop on Ontological Engineering, Budapest, 1996, p. 41–51, 1996.
- (PROTÉGÉ, 2011) **The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System**. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/index.html>>, Acesso em 05 abr. 2011.
- (REYNOLDS; ABLETT, 1998) REYNOLDS, R.; ABLETT, A. **Transforming the rhetoric of organisational learning to the reality of the learning organisation**. The Learning Organization, v. 5, n. 1, p. 24-35, 1998.
- (REVISTA BHTI, 2010) REVISTA BHTI - **Turnover: quem dá mais?**. Disponível em: <http://www.bhtimagazine.com.br/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=903:carreira&id=169:turnover-quem-da-mais&Itemid=101>. Acesso em: 12 nov. 2010.
- (ROSEMBERG, 2001) ROSEMBERG, M.J. **E-Learning – Strategies for delivering knowledge in the Digital Age**. New York: McGraw-Hill.
- (RUIZ; et al., 2004) RUIZ, F., VIZCAÍNO, A., PIATTINI, M.; GARCÍA, F. **An Ontology for the Management of Software Maintenance Projects**. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, pp. 323–349, 2004.
- (SÁNCHEZ; et al., 2005) SÁNCHEZ, D.M., CAVERO, J.M.; MARCOS, E. **An ontology about ontologies and models: a conceptual discussion**. In: First Workshop on Ontology, Conceptualizations and Epistemology for Software and Systems Engineering (ONTOSE), Alcalá de Henares, Spain, 2005.
- (SANTOS; BOTICARIO, 2010) SANTOS, O. C.; BOTICARIO, J. G. **Modeling recommendations for the educational domain**. Procedia Computer Science, v. 1, n. 2, p. 2793–2800, 2010.
- (SCHEIN, 1996). SCHEIN, E. H. **Three cultures of management: The key to organizational learning**. Sloan Management Review, v. 38, n. 1, p. 9–20, 1996.
- (SEI, 2006) SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. **CMMI for Development (CMMI-DEV)**, Version 1.2, Technical Report CMU/SEI-2006-TR-008. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2006.
- (SENGE, 2000) SENGE, P. M. **Quinta disciplina: arte e prática da organização de aprendizagem**. São Paulo: Best Seller, 352 p., 2000.

(SEONTOLOGY, 2010) **Primeira ontologia Engenharia de Software**. Disponível em: <<http://www.seontology.org/>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

(SIADATY et al., 2009) SIADATY, M.; GASEVIC, D.; HATALA, M. **Let's Meet: Integrating Social and Learning Worlds**. International Conference on Computational Science and Engineering, 879-884, 2009.

(SICILIA; ET AL., 2005) SICILIA, M., CUADRADO, J. J., GARCIA, E., RODRIGUEZ, D.; HILERA, J. R. **The evaluation of ontological representation of the SWEBOK as a revision tool**. In: 29th Annual International Computer Software and Application Conference (COMPSAC), Edinburgh, UK, pp. 26–28, 2005.

(SICILIA; LYTRAS, 2005) M. D. (2005). SICILIA, M.; LYTRAS, M. D. **The semantic learning organization**. The Learning Organization, v. 12, n. 5, p. 402-410, 2005.

(SOFTEX, 2009) ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO – SOFTEX. MPS.BR – **Guia de Implementação – Parte 3: Nível E do MR-MPS**. Disponível em: <<http://www.softex.br>>. Acesso em: 13 nov. 2010.

(SOMMERVILLE, 2001) SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 6. ed. Harlow: Addison-Wesley Publishing Company, 693 p., 2001.

(SPARQL, 2011) SPARQL Query Language for RDF. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>>. Acesso em: 13 mai. 2011.

(STATA, 1989) STATA, R. **Organizational Learning - The Key to Management Innovation**. Sloan Management Review, v. 30, p. 63-74, 1989.

(STUDER et al., 1998) STUDER, R., BENJAMINS, V. R. E FENSEL, D. **Knowledge engineering: principles and methods**. Data & Knowledge Engineering, v. 25, n. 1-2, p. 161-197, 1998.

(SURE et al., 2002) SURE, Y.; ERDMANN, M.; ANGELE, J.; STAAB, S.; STUDER, R.; WENKE, D. **OntoEdit: collaborative ontology engineering for the semantic web**, in: First International Semantic Web Conference (ISWC_02), Lecture Notes in Computer Science, vol. 2342, Springer, Berlin, p. 221–235, 2002.

(SWARTOUT et al., 1997) SWARTOUT, B., RAMESH P., KNIGHT, K., RUSS, T. **Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies**, in: AAAI Symposium on Ontological Engineering, Stanford, 1997.

(TAUTZ; WANGENHEIM, 1998) TAUTZ, C.; VON WANGENHEIM, C. **REFSENO: A Representation Formalism for Software Engineering Ontologies**. Fraunhofer IESEReport No. 015.98/E, version 1.1, October 20, 1998.

(TSENG et al., 2008) TSENG, J. C. R.; CHU, H. C.; HWANG, G. J.; TSAI, C. C. **Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information**. Computers & Education, v. 51, n. 2, p. 776–786, 2008.

(USCHOLD; KING, 1995) USCHOLD, M.; KING, M. **Towards a Methodology for Building Ontologies**, in: IJCAI95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, Montreal, 1995.

(VALASKI et al., 2011) VALASKI, J. MALUCELLI, A. REINEHR, S. **Uma Revisão dos Modelos de Estilos de Aprendizagem Aplicados à Adaptação e Personalização dos Materiais de Aprendizagem**, in: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2011, Aracaju.

(VALASKI et al., 2011A) VALASKI, J.; MALUCELLI, A.; REINEHR, S. **Recommending Learning Materials according to Ontology-based Learning Styles**, in: ICITA, 2011, Australia.

(VALASKI et al., 2011B) VALASKI, J.; MALUCELLI, A.; REINEHR, S.; SANTOS, R. **Ontology to Classify Learning Material in Software Engineering**, in: ONTOBRAS-MOST, 2011, Gramado, v. 776. p. 37-47.

(VALASKI et al., 2012) VALASKI, J.; MALUCELLI, A.; REINEHR, S. **Ontologies Application in Organizational Learning: A Literature Review**. Expert Systems with Applications, 2012.

(VIZCAÍNO, 2005) VIZCAÍNO, A., ANQUETIL, N., OLIVEIRA, K., RUIZ, F.; PIATTINI, M. **Merging Software Maintenance Ontologies: Our Experience**. In: First Workshop on Ontology, Conceptualizations and Epistemology for Software and Systems Engineering (ONTOSE), Alcalá de Henares, Spain, 2005.

(WANG, 2009) WANG, M. **Integrating organizational, social, and individual perspectives in Web 2.0-based workplace e-learning**. Information Systems Frontiers, 2009.

(WANG; CHANG, 2006) WANG, H., LI, T.; CHANG, C. **A web-based tutoring system with styles-matching strategy for spatial geometric transformation**. Interacting with Computers, v. 18, n. 3, p. 331-355, 2006.

(WANG; CHEN, 2008) WANG, F.-H.; CHEN, D. Y. **A Knowledge Integration Framework for Adaptive Learning Systems Based on Semantic Web Languages**. 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 64-68, 2008.

(WANG et al., 2008) WANG, T.; WANG, K.; HUANG, Y. **Using a style-based ant colony system for adaptive learning**. Expert Systems with Applications, v. 34, n. 4, p. 2449-2464, 2008.

(WANGENHEIN et al., 2009) WANGENHEIN, C. G.; HAUCK, J. C. R.; WANGENHEIN, A. **Um Modelo de Treinamento de Melhoria de Processos de Software** In: Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS 2009, Ouro Preto, 2009, p.84-98.

(WILLE et al., 2004) WILLE, C., DUMKE, R., ABRAN, A. E DESHARNAIS, J. M. **e-Learning infrastructure for software engineering education: steps in ontology modeling for SWEBOK**. Proceedings of the IASTED International Conference on Software Engineering, p. 520–525, 2004.

(WONGTHONGTHAM et al., 2007) WONGTHONGTHAM, P., CHANG, E., DILLON, T., E SOMMERVILLE, I. (2007). **Software engineering ontology–Instance knowledge Part I**. International Journal of Computer Science and Network Security, USA, v. 7, n. 2, p. 15-26, 2007.

(YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2010) YAGHMAIE, M.; BAHREININEJAD, A. **A context-aware adaptive learning system using agents**. Expert Systems with Applications, 7 p., 2010.

(YANG; WU, 2009) YANG, Y.; WU, C. (2009). **An attribute-based ant colony system for adaptive learning object recommendation**. Expert Systems with Applications, v. 36, n. 2, p. 3034-3047, 2009.

(ZDRAHAL et al., 2007) ZDRAHAL, Z.; MULHOLLAND, P.; VALASEK, M.; BERNARDI, A. **Worlds and transformations: Supporting the sharing and reuse of engineering design knowledge**. International Journal of Human-Computer Studies, v. 65, n. 12, p. 959-982, 2007.

(ZHANG, 2006) ZHANG, J. **A semantic framework to support corporate memory management in building construction**. Automation in Construction, v. 15, p. 504-521, 2006.

APÊNDICE A – DOCUMENTO PROCEDIMENTO ESPECIALISTAS

Curitiba, 99 de XXXXX de 2011.

Prezado(a) XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,

Vimos, por meio desta, solicitar a sua importante participação em um experimento a ser realizado como parte da dissertação de mestrado da aluna **Joselaine Valaski**, que está sendo desenvolvida sob nossa orientação no **Programa de Pós-Graduação em Informática – PPGIA** do **Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia – CCET** da **Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR**, cujo título é: **“Proposta de um Ambiente Organizacional Colaborativo para Auxiliar a Aprendizagem no Desenvolvimento de Software”**.

Um dos objetivos da pesquisa é propor uma ontologia para auxiliar a classificação de materiais de aprendizagem de acordo com as áreas do conhecimento da Engenharia de Software. Assim como em outras áreas do conhecimento, a Engenharia de Software também apresenta problemas na utilização de termos consensuais e a ontologia proposta pretende minimizar estes problemas.

De uma maneira geral o experimento será realizado em três fases:

- **Fase 1:** Classificação manual de materiais de aprendizagem por especialistas da área de Engenharia de Software.
- **Fase 2:** Adição de materiais de aprendizagem por grupos de alunos e profissionais para a classificação automática destes materiais utilizando a ontologia.
- **Fase 3:** Avaliação da taxa de correspondência entre a classificação realizada manualmente pelos especialistas e a classificação automática realizada pela ontologia.

A sua participação neste processo é solicitada na execução da **Fase 1**. Caso você tenha disponibilidade em colaborar com nossa pesquisa, cuja estimativa de tempo é de **20 minutos**, as instruções encontram-se na próxima página. Contamos com sua colaboração para fazer esta classificação até o dia 99/99/9999.

Qualquer problema ou dúvida, por favor, contatar a aluna por meio do email joselaine.valaski@gmail.com.

Andreia Malucelli e Sheila Reinehr.

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.

Instruções para a execução do experimento

1. Clique duas vezes no quadro abaixo para que a planilha seja editada.
2. Para cada linha do quadro clique no link correspondente. Será aberto o material de aprendizagem por meio do Googledocs.
3. Classifique o material de acordo com as áreas do SWEBOK.
4. Na coluna **Área ES 1**, selecione no combobox a área do conhecimento da Engenharia de Software cujo conteúdo do material de aprendizagem é predominante. *Preenchimento obrigatório.*
5. Na coluna **Área ES 2**, selecione no combobox a área do conhecimento da Engenharia de Software cujo conteúdo do material de aprendizagem é secundário. *Preenchimento não obrigatório.* Talvez seja preciso rolar a barra horizontal para visualizar o combobox.
6. Retorne este arquivo com o quadro preenchido para joselaine.valaski@gmail.com.

ID Material	Área ES 1	Área ES 2
MAT999		
MAT999		

Quadro 1

APÊNDICE B – DOCUMENTO PROCEDIMENTO APRENDIZES

ORIENTAÇÕES PARA O EXPERIMENTO

1. Acesse o site: <https://sites.google.com/site/joselainevalaski/experimento>
2. Selecione o link correspondente ao número do grupo grampeado nesta folha.
3. Nesta página haverá um agrupamento denominado **PRIMEIRA ETAPA**, onde constará uma lista com CINCO links de materiais. Crie uma pasta local no seu computador e faça o download destes arquivos nesta pasta. Todos os arquivos têm a extensão “pdf”. Ao fazer o download mantenha o nome original do arquivo e acrescente um hífen (-) e o número da sua matrícula. Ex: **MAT001-1012890897765.pdf**.
4. Após fazer o download dos CINCO arquivos, na página acessada no passo 3, no agrupamento denominado **SEGUNDA ETAPA**, selecione o link “**Preencher Formulário**”. Neste formulário você deverá avaliar cada um dos CINCO materiais de aprendizagem baixados na sua máquina e identificar a qual área do conhecimento da Engenharia de Software ele pertence. Preencha as informações iniciais solicitadas no formulário e clique próximo até concluir a avaliação dos 5 materiais de aprendizagem.
5. Ao finalizar o preenchimento do formulário do passo 4, acesse a aplicação SAA no seguinte endereço: <http://10.26.136.167:8080/SAA-Services/>.
6. Clique em: “**Não possui cadastro? Cadastre-se aqui**”.



7. Crie um usuário, a senha deve ter no mínimo 8 caracteres.
8. Escreva aqui o login criado no SAA: _____
9. Faça o login no SAA com o usuário criado no passo anterior.
10. Preencha o questionário para estilos de aprendizagem e após todas as questões terem sido respondidas clique no botão **Salvar**.
11. Selecione a opção **Postar Material** localizada na barra inferior do sistema.



12. Para cada um dos CINCO Materiais de Aprendizagem baixados no passo 3, execute os seguintes procedimentos:
 - 1) Selecione o material de aprendizagem baixado e clique no botão **Próximo**.

2) Informe um **Título** e uma **Descrição** para o material de aprendizagem. Poderá ser colocada qualquer informação nestes dois campos desde que seja maior que 8 caracteres. Clique no botão **Próximo**.

3) Indique as possíveis recomendações para o material de aprendizagem. Aqui você deve indicar para qual item você recomendaria a utilização do material de aprendizagem. As recomendações podem ser feitas pelos elementos: artefato, papel ou tarefa. Pode ser selecionado mais do que 1 item para cada elemento e também pode ser selecionado itens de mais do que 1 elemento. Após indicada as recomendações, clique no botão **Próximo**.

4) Indique as características **predominantes** no material de aprendizagem. Mais do que uma característica pode ser identificada.

13. O passo 12 deve ser repetido para cada um dos CINCO materiais de aprendizagem. Após a conclusão do passo 12, vá até a barra inferior do sistema e no espaço em branco digite o texto **Pilhas** e clique no botão Buscar.

The image shows a search interface with a text input field containing the word 'Pilhas', a 'Buscar' button, and a 'Pesquisa Avançada' button.

14. Serão retornados três materiais de aprendizagem, faça o download dos 3 arquivos, avalie cada um deles e responda as seguintes questões:

- 1) Entre os 3 materiais de aprendizagem retornados, qual arquivo você escolheria para estudar o assunto “Pilhas”? (Assinale um X em apenas uma opção)
 - A. Pilhas001
 - B. Pilhas002
 - C. Pilhas003
- 2) Eu julgo importante um ambiente de aprendizagem que considera o meu estilo de aprendizagem para selecionar os materiais de aprendizagem. (Assinale um X em apenas uma opção)
 - A. Completamente em desacordo
 - B. Em desacordo
 - C. Nem concordo nem discordo
 - D. Concordo
 - E. Concordo completamente
- 3) Eu acho que meu estilo de aprendizagem é: (Assinale um X em apenas uma opção).
 - A. Visual (aprendo melhor com materiais onde há um predomínio de figuras e imagens)
 - B. Verbal (aprendo melhor com materiais onde há um predomínio de texto e áudios)
 - C. Visual-Verbal (aprendo melhor com materiais mesclados com figuras, imagens, textos e áudios)