

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

AUGUSTO SIMON

**ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO:
UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO**

**PORTO ALEGRE
2018**

AUGUSTO SIMON

**ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO:
UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, modalidade Acadêmica.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Alejandra Behar

PORTO ALEGRE

2018

**ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO:
UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Educação da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção
do título de Mestre em Educação, modalidade Acadêmica.

Aprovado em 18 de Julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora: Profa. Dra Patricia Alejandra Behar – PPGEDU/UFRGS

Prof. Dr Marcelo Leandro Eichler – PPGEDU/UFRGS

Prof. Dr José Palazzo Moreira de Oliveira – PPGC/UFRGS

Prof. Dr Jorge Luis Victória Barbosa – PPGCA/UNISINOS

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

Simon, Augusto
ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO
EM SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO / Augusto Simon. -- 2018.
247 f.
Orientador: Patricia Alejandra Behar.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de
Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Ontologias. 2. Sistemas de Recomendação. 3.
Competências. 4. Metodologias de Modelagem de
Ontologias. 5. Educação. I. Alejandra Behar, Patricia,
orient. II. Título.

Dedico esta dissertação à minha
amada esposa Jé, mulher
maravilhosa que abraçou comigo a
mais louca aventura, viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à vida por estar aqui, agora. Agradeço ao mistério por tudo que me é emprestado, em meus privilégios incalculáveis.

Aos meus pais agradeço a carne, o leite, suas energias e o seu tempo. Eles dedicaram suas vidas a mim, da mesma forma que dedicamos as nossas agora, eles e nós, à minha filha. A responsabilidade que é estar aqui e o valor do trabalho, da construção do mundo, comecei a perceber através deles. Por eles também, recebi os meus irmãos, companheiros de peripécias e aprendizados nessa jornada.

Ao chegar aqui, a gratidão cresce e se soma ao meu amor por minha esposa Jé. Companheira nesta vida, mãe da minha filha, foi crucial nestes dois anos e meio de dedicação a este trabalho. O seu apoio, material e emocional, me permitiu lidar com cada adversidade e limitação própria sem me sentir desamparado, sem o peso do abandono, tão comum em tantos relatos de pós-graduandas e pós-graduandos. A nossa parceria me torna mais forte e o nosso amor me estimula a continuar a busca por sentido e ouvir meu coração.

Sou grato à minha professora orientadora, Patricia Behar, desde que me recebeu em seu laboratório como bolsista em 2008. Fui acolhido por ela e pela equipe multidisciplinar do NUTED, com quem vivenciei importantes aprendizados e alegrias, experiências acadêmicas e muitos momentos de descontração. Agradeço a todas e todos, cada um a sua maneira, cada um em seu momento. Não posso deixar de destacar, entretanto, além da professora Patricia, minha sempre disponível e atenciosa coorientadora extraoficial, Cristina Torrezan. Representando minhas colegas da pós, sempre solícitas e parceiras nessa jornada, agradeço em especial à Aninha, que desde os anos de bolsista, sempre se mostrou companheira e compreensiva nas mais diversas situações enfrentadas. Como amiga, antiga e futura colega, foi crucial no meu preparo para o processo seletivo do PPGEDU, destacando o fato de que a minha graduação havia sido na Engenharia Elétrica e minhas leituras prévias na educação eram rasas.

Agradeço à minha professora e orientadora da graduação em Engenharia Elétrica, Liane Ludwig Loder, por me servir de exemplo em sua jornada, tendo realizado seu mestrado e doutorado também no PPG da Educação da UFRGS. Seus ensinamentos e orientações em minha jornada como bolsista e aluno da graduação me mostraram caminhos possíveis, importantíssimos em um ambiente muitas vezes hostil. Um resumo de suas contribuições, atenção e cuidado foi representado no fato de ter se deslocado por mais de 100 km apenas para se fazer presente e prestigiar a apresentação de minha defesa do mestrado.

Obrigado à vida, ao mistério, a todas e todos!

Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
No mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda
Brilha, porque alta vive

Ricardo Reis, em "Odes"
Heterónimo de Fernando Pessoa

RESUMO

Esta pesquisa objetivou investigar contribuições das ontologias como modelos de representação de conhecimento em Sistemas de Recomendação (SRs) na Educação. O seu intuito foi a aplicação desse tipo de modelo em apoio a professores e alunos na utilização de SRs e a seleção e adaptação de uma metodologia para a modelagem de ontologias no contexto educacional. Constituindo-se em uma pesquisa de natureza aplicada, foi utilizada uma abordagem qualitativa. O seu público alvo consistiu em professores e profissionais no âmbito educacional, representados por alunos de cursos de pós-graduação. As atividades realizadas foram categorizadas em cinco etapas. Primeiramente foi realizado o estudo da literatura acadêmica atual compreendendo os seguintes temas: ontologias, metodologias de modelagem de ontologias, Sistemas de Recomendação; competências na educação. Em seguida foi selecionada uma metodologia de modelagem e utilizada na construção de uma ontologia de domínio para competências na educação. A terceira etapa consistiu nas avaliações da ontologia, em software, e da metodologia selecionada, através da sua utilização por alunos de uma disciplina de pós-graduação ministrada no primeiro semestre de 2017. Esses resultados permitiram adaptações realizadas na metodologia e na ontologia durante a quarta etapa de pesquisa. Por fim, a ontologia remodelada, intitulada OntoCompEdu, e a simulação da sua proposta de aplicação em um SR baseado em competências foram avaliadas através de software adequado. Na quinta etapa também foi validada a metodologia adaptada, intitulada MetOntoEdu, através da sua utilização por participantes da segunda edição da disciplina de pós-graduação ministrada, no primeiro semestre de 2018. A OntoCompEdu se mostrou válida para apoiar a utilização de SRs baseados em competências, além de apresentar potencial para aplicação em outros sistemas e propostas educacionais. A MetOntoEdu foi avaliada positivamente por seus usuários e na modelagem realizada nesta pesquisa. A OntoCompEdu e a MetOntoEdu serão disponibilizadas a comunidade acadêmica após a aprovação desta dissertação e foram projetadas de forma a apoiarem aplicações educacionais que extrapolam o contexto dos SRs.

Palavras-chave: Ontologias. Sistemas de Recomendação. Competências.

ABSTRACT

This work investigate the ontologies contribution as models of knowledge representation in Recommender Systems (RS) in Education. Its aim is to apply these models to support teachers and students in the RS use and the selection and adaptation of a methodology for ontologies modeling in the educational context. A qualitative approach was adopted to perform this applied nature research. Its target audience consisted of teachers and professionals in the educational field, represented by students of postgraduate courses. The conducted activities were categorized into five stages. Firstly, the current status of academic literature was reviewed including the following topics: ontologies, ontology modeling methodologies, recommender systems and competencies in education. Secondly, a modeling methodology was selected and used to develop a domain ontology for competencies in education. The third stage consisted in the ontology evaluation by software and in the selected methodology testing through its use by postgraduate students, in 2017. Such results guided to methodology and ontology adaptations performed during the fourth research stage. Finally, in the fifth stage, the remodeled ontology was titled as OntoCompEdu and the simulation of its application proposal in a RS based on competencies were evaluated through suitable software. Simultaneously, the adapted methodology titled MetOntoEdu was also validated through its use by participants of the second edition of the postgraduate course, in 2018. OntoCompEdu proved to be valid to support the use of RS based on competencies. Moreover, it is suggested that this model has potential to be applied to other educational systems and proposals. MetOntoEdu was positively evaluated by its users and as well as OntoCompEdu will be available to academic community after this dissertation approval, thus contributing to educational applications beyond the RS context.

Keywords: Ontologies. Recommender Systems. Competencies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Linha de tempo com os marcos aqui apresentados.....	23
Figura 2- Árvore de Porffrio	30
Figura 3 – Exemplo de classes, relacionamentos e atributos de uma ontologia	33
Figura 4 – Tripla em uma ontologia.....	33
Figura 5 – Exemplo de tripla de uma ontologia	34
Figura 6 – Classes e relacionamentos da Ontologia de exemplo.....	35
Figura 7 – Ontologia de exemplo populada com instâncias de suas classes.....	36
Figura 8 – Classificação das Ontologias em quatro tipos	37
Figura 9 – Taxonomia para os Sistemas de Organização de Conhecimento	38
Figura 10 – Categorias Taxonômicas na biologia	39
Figura 11 – Tesouro para o domínio da química geral.....	40
Figura 12 – Mapa conceitual sobre animais	41
Figura 13 – Histórico do conceito de ontologia	41
Figura 14 – Publicações acadêmicas internacionais utilizando os termos <i>ontology</i> e <i>education</i>	47
Figura 15 – Publicações acadêmicas internacionais utilizando os termos <i>ontology</i> em conjunto com um dos sinônimos <i>Technology-Enhanced Learning</i> , <i>e-learning</i> ou <i>educational technology</i>	48
Figura 16 – Sintetização das contribuições das ontologias à pesquisa e à educação	52
Figura 17 – Mapa conceitual das ontologias para a educação.....	56
Figura 18 – Aplicações de ontologias para o domínio da PBL.....	57
Figura 19 – Classificação das ontologias de acordo com as tarefas na educação a distância	58
Figura 20 – Tecnologias da Web Semântica aplicadas em ambientes educacionais.	59
Figura 21 – Aplicações de ontologias em AVAs.....	60
Figura 22 – Distribuição dos artigos relevantes de acordo com o ano de publicação	62
Figura 23 – Itens recomendados em SRs baseados em ontologias na educação	63
Figura 24 – Nuvem de tags que representa o conjunto de termos obtidos com o software Nvivo.....	66

Figura 25 – Relação entre a quantidade de publicações em relação ao ano de publicação.....	68
Figura 26 – Relação entre a quantidade de publicações em anais de conferências e periódicos científicos.....	68
Figura 27 – Relação entre a quantidade de publicações em diferentes periódicos e conferências científicas	69
Figura 28 – Quantidade de artigos publicados em periódicos e conferências científicas em cada área	69
Figura 29 – Sobrecarga de e-mails em uma companhia e três diferentes abordagens do problema.....	72
Figura 30 – 82 SRs para o domínio da AAT desenvolvidos em 35 diferentes países entre 2000 e 2014	77
Figura 31 – Vertentes de pesquisas nacionais envolvendo OAs em 2013 e 2014.....	82
Figura 32 – Publicações sobre recomendação de OAs no CBIE entre os anos de 2008 e 2013.....	84
Figura 33 – Histórico do termo competência na educação	85
Figura 34 – Conjunto formador das competências.....	86
Figura 35 – Competências e a formação de domínios	88
Figura 36 – Número de instituições formadoras participantes no censo da EAD nos últimos quatro anos.....	89
Figura 37 – Modelo proposto para o SR de OAs.....	93
Figura 38 – Modelo conceitual do AMPARA.....	100
Figura 39 – Taxonomia das classes da ontologia das competências necessárias ao mercado de trabalho.....	101
Figura 40 – Modelo para recomendação e criação de OAs através de programas de cursos	102
Figura 41 – Ontologia para o modelo de competências.....	103
Figura 42 – Questão problematizadora e objetivos de pesquisa.....	116
Figura 43 – Etapas de Pesquisa.....	117
Figura 44 – Seleção da ferramenta para verificação da ontologia no software <i>Protégé</i>	120
Figura 45 – Versão em português do mapa conceitual sobre teorias de aprendizado	121

Figura 46 – Segmento da versão em português do mapa conceitual sobre teorias de aprendizado	122
Figura 47 – Ontologia de domínio de teorias de aprendizagem inspirada no respectivo mapa conceitual	123
Figura 48 – Tela inicial do RecOAComp	126
Figura 49 – Recomendação de OAs a criança com base em suas características e estágio associado	129
Figura 50 – Conceitos relacionados às competências em geral.....	133
Figura 51 – Conceitos relacionados a uma dada competência.....	134
Figura 52 – Utilização da ontologia pelos algoritmos de um dado sistema	134
Figura 53 – Hierarquia de classes construída através do <i>Protégé</i>	138
Figura 54 – Descrição das propriedades e dos relacionamentos.....	140
Figura 55 – Ontologia com relacionamento entre as suas classes.....	142
Figura 56 – Instâncias dos domínios sociocultural, gestão e cognitivo	144
Figura 57 – Instâncias do domínio tecnológico.....	145
Figura 58 – Inferência de relacionamentos entre os indivíduos das classes.....	149
Figura 59 – Inferência de competências específicas por dados elementos.....	149
Figura 60 – Inferência dos elementos de uma competência específica.....	150
Figura 61 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 1	164
Figura 62 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 2	164
Figura 63 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 3	165
Figura 64 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 4	165
Figura 65 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 5	166
Figura 66 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 6	166
Figura 67 – Tela de cadastro de competências no RecOAComp	170
Figura 68 – Tela de cadastro de atividade de ensino no RecOAComp	171
Figura 69 – Tela de preenchimento de perfil de competências no RecOAComp	172
Figura 70 – Recomendação de competências	173
Figura 71 – Nova hierarquia de classes, construída através do <i>Protégé</i>	175
Figura 72 – Descrição das propriedades e dos relacionamentos.....	176
Figura 73 – OntoCompEdu com relacionamento entre as suas classes.....	178
Figura 74 – Instâncias dos domínios, competências gerais e específicas	179
Figura 75 – Instâncias do domínio tecnológico.....	180

Figura 76 – Hierarquia de classes com as adições de teste e suas instâncias	183
Figura 77 – Verificação de inferências entre relacionamentos.....	184
Figura 78 – Solicitação de competências específicas associadas a uma ou mais palavras-chave	185
Figura 79 – Solicitação de competências específicas associadas necessariamente a três palavras-chave	185
Figura 80 – Solicitação de competências específicas associadas às palavras-chave presentes em um dado OA.....	186
Figura 81 – Solicitação de competências específicas associadas às palavras-chave presentes em uma dada atividade de ensino	186
Figura 82 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 1	200
Figura 83 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 2	200
Figura 84 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 3	201

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudos de revisão da literatura sobre as contribuições das ontologias na educação.....	54
Tabela 2 - Dezoito primeiros termos mais frequentes no levantamento inicial de artigos.....	65
Tabela 3 – Quantidade de publicações obtidas em cada etapa do mapeamento sistemático.....	67
Tabela 4 - Comparação entre diferentes ontologias com informações sobre competências apresentadas nos trabalhos relacionados.....	104
Tabela 5 – Descrição das perguntas do questionário online.	124
Tabela 6 – Algumas características dos estágios do desenvolvimento cognitivo do sujeito	128
Tabela 7 – Descrição das perguntas do questionário online da avaliação final.	130
Tabela 8 – Etapas de Pesquisa	132
Tabela 9 – Definição das características das classes – os <i>slots</i>	139
Tabela 10 – Descrição das facetas dos <i>slots</i>	140
Tabela 11 – Relacionamentos inversos	141
Tabela 12 – Indicadores gerais da ontologia modelada	147
Tabela 13 – Axiomas utilizados na modelagem da ontologia.....	147
Tabela 14 – Análise da pergunta 9: “Caso tenha sentido alguma dificuldade na vinculação de competências e seus respectivos CHAs ao Objeto de Aprendizagem cadastrado, poderia descrever essas dificuldades com mais detalhes? Quais aspectos estão relacionados a elas?”	153
Tabela 15 – Análise da pergunta 13: “Caso julgue que a utilização de ontologias pode oferecer auxílio à aplicação específica da questão 12 ou geral da questão 11, comente a respeito do seu entendimento sobre como esse auxílio poderia se dar.”	156
Tabela 16 – Análise da pergunta 31: “Quais os pontos negativos que você considera na metodologia 101?”	160
Tabela 17 – Análise da pergunta 32: “Quais os pontos positivos que você considera na metodologia 101?”	161
Tabela 18 – Descrição das propriedades das classes.....	176

Tabela 19 – Relacionamentos inversos da nova ontologia.....	177
Tabela 20 – Indicadores gerais da nova ontologia.....	182
Tabela 21 – Axiomas utilizados na nova ontologia.....	182
Tabela 22 – Análise da pergunta 9: “Caso tenha relatado dificuldades na questão anterior, poderia descrever essas dificuldades com mais detalhes? Quais aspectos estão relacionados a elas?”	189
Tabela 23 – Análise da pergunta 13: “Caso tenha indicado possibilidades de auxílio nas duas questões anteriores, comente a respeito do seu entendimento sobre como esse auxílio poderia se dar.”	191
Tabela 24 – Análise da pergunta 30: “Quais os pontos negativos que você considera na metodologia utilizada?”	194
Tabela 25 – Análise da pergunta 31: “Quais os pontos positivos que você considera na metodologia utilizada?”	194
Tabela 26 – Análise da pergunta 33: “Você considera que o processo de modelagem de ontologias pode ser utilizado como prática pedagógica, apoiando a compreensão dos conceitos a serem representados na ontologia? Por quê?”	196

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAT	Aprendizagem Apoiada por Tecnologia
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
CHA	Conhecimentos, Habilidades e Atitudes
GO	<i>Gene Ontology</i>
MED	Material Educacional Digital
NUTED	Núcleo de Tecnologia Digital Aplicada a Educação
OA	Objeto de Aprendizagem
PBL	<i>Problem-Based Learning</i>
PPGEdu	Programa de Pós Graduação da Faculdade de Educação
SEAD	Secretaria de Educação a Distância
SOC	Sistema de Organização de Conhecimento
SR	Sistema de Recomendação
TEL	<i>Tecnhology-Enhanced Learning</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	23
2.1	TRAJETÓRIA ACADÊMICA.....	23
2.2	JUSTIFICATIVA	26
3	ONTOLOGIAS	28
3.1	ONTOLOGIA: UM BREVE HISTÓRICO, CONCEITUALIZAÇÃO E ESTRUTURA .	29
3.2	ONTOLOGIAS NAS CIÊNCIAS NO SÉCULO XXI.....	42
3.3	ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO	47
3.3.1	Ontologias para o compartilhamento de conhecimento	50
3.3.2	Aplicações de ontologias na educação: estudos de revisão da literatura	54
3.3.3	Mapeamento da produção acadêmica no cenário nacional atual	64
4	SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO	71
4.1	SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO: HISTÓRICO E CONCEITUALIZAÇÃO.....	72
4.2	SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO NA EDUCAÇÃO	76
4.2.1	Sistemas de Recomendação de Objetos de Aprendizagem	81
4.2.2	Sistemas de Recomendação baseados em competências	84
4.2.3	Ontologias para o domínio de competências aplicadas a Sistemas de Recomendação na Educação	97
5	METODOLOGIAS PARA MODELAGEM DE ONTOLOGIAS	105
5.1	ANÁLISE DE DIFERENTES METODOLOGIAS	106
5.2	METODOLOGIA 101 – PONTO DE PARTIDA NA MODELAGEM DE ONTOLOGIAS	109
6	METODOLOGIA DE PESQUISA	116
6.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	116
6.2	ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	117
6.2.1	Etapa 1 – Construção do referencial teórico da pesquisa	118
6.2.2	Etapa 2 – Análise e Seleção de Metodologia e Modelagem Inicial	118
6.2.3	Etapa 3 – Avaliação Piloto da Metodologia e da Modelagem Inicial	119

6.2.4	Etapa 4 – Adaptação da Metodologia, Aprimoramento e Proposta de Aplicação da Ontologia	125
6.2.5	Etapa 5 – Avaliação da Metodologia de Modelagem, da Ontologia e da sua Simulação de Aplicação	127
7	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	132
7.1	RESULTADOS DA ETAPA 1	132
7.2	RESULTADOS DA ETAPA 2	133
7.2.1	Primeiro passo - determinar o domínio e o escopo da ontologia.....	135
7.2.2	Segundo passo - analisar a reutilização de ontologias	137
7.2.3	Terceiro passo - enumerar os termos importantes da ontologia	137
7.2.4	Quarto passo - definir as classes e a sua hierarquia	137
7.2.5	Quinto passo - definir as características das classes – os slots.....	138
7.2.6	Sexto passo - descrever as facetas dos slots	139
7.2.7	Sétimo passo - criar as instâncias	143
7.3	RESULTADOS DA ETAPA 3	147
7.3.1	Testes da Ontologia Modelada em Software	148
7.3.2	Análise das Respostas do Questionário Online.....	150
7.3.3	Comparação entre as Diferentes Modelagens	163
7.4	RESULTADOS DA ETAPA 4.....	167
7.4.1	Adaptação da Metodologia de Modelagem de Ontologias.....	167
7.4.2	Proposta de Utilização da Ontologia no RecOAComp	169
7.4.3	Modelagem Final da Ontologia de Domínio de Competências	173
7.5	RESULTADOS DA ETAPA 5	182
7.5.1	Avaliação da OntoCompEdu e da Simulação de sua Aplicação	183
7.5.2	Análise das Respostas do Segundo Questionário Online.....	186
7.5.3	Comparação com as Ontologias Modeladas na Segunda Disciplina	199
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	202
	REFERÊNCIAS	207
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO	216

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO PILOTO.....	218
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO FINAL	225
APÊNDICE D – INSTÂNCIAS DA CLASSE DOMINIO DAS ONTOLOGIAS INICIAL E NOVA	231
APÊNDICE E – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAGERAL DA ONTOLOGIA INICIAL	232
APÊNDICE F – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAESPECIFICA DA ONTOLOGIA INICIAL	234
APÊNDICE G – INSTÂNCIAS DA CLASSE CONHECIMENTO DA ONTOLOGIA INICIAL	238
APÊNDICE H – INSTÂNCIAS DAS CLASSES HABILIDADE E ATITUDE DA ONTOLOGIA INICIAL	239
APÊNDICE I – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAGERAL DA NOVA ONTOLOGIA	240
APÊNDICE J – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAESPECIFICA DA NOVA ONTOLOGIA.....	241
APÊNDICE K – INSTÂNCIAS DAS CLASSES CONHECIMENTO, HABILIDADE E ATITUDE DA NOVA ONTOLOGIA	244
APÊNDICE L – INSTÂNCIAS DA CLASSE PALAVRACHAVE DA NOVA ONTOLOGIA	246

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia influencia o ensino desde as épocas remotas das pinturas pré-históricas, entretanto os recursos digitais atuais apresentam potencial de interatividade nunca antes visto (DUVAL; SHARPLES; SUTHERLAND, 2017). Computadores e dispositivos móveis possibilitam o desenvolvimento e a oferta de materiais digitais compostos por mídias variadas. Diferentes alternativas de interação com estudantes se concretizam em páginas web, jogos, simulações e na personalização de recomendações de recursos.

Esse cenário possibilita a utilização de estratégias de personalização do ensino, consideradas por Drachsler et al. (2015) como um tópico robusto de pesquisa. Para os autores, o crescimento da utilização de ambientes digitais de aprendizagem está relacionado ao desenvolvimento de repositórios de recursos educacionais, sistemas de gestão do ensino, ambientes de ensino personalizado e cenários de ensino para dispositivos móveis adaptados às necessidades do aluno.

A diversidade de recursos digitais disponíveis relatada pelos autores resulta, entretanto, em um problema: excesso de informação. Mesmo que armazenados em repositórios digitais apropriados, ao serem consultados, tais repositórios podem retornar aos usuários grande quantidade de conteúdo irrelevante aos seus interesses educacionais (BEHAR et al., 2015). Para Behar et al., esse problema pode ser contornado através da utilização de Sistemas de Recomendação (SRs).

Ricci, Rokach e Shapira (2015) definem um SR como um sistema composto por ferramentas e técnicas de software focadas em recomendar itens com alta probabilidade de interesse a um determinado usuário. Essa recomendação é realizada através da utilização de variadas fontes de informação, buscando inferir o interesse de um usuário por certos itens específicos (AGGARWAL, 2016). A utilização de Sistemas de Recomendação, para Drachsler et al. (2015), é de extremo interesse na educação. Esses sistemas possibilitam a recomendação de recursos educacionais mais relevantes aos estudantes de forma personalizada, em acordo com o seu perfil e interesses de estudo. Também tratando de SRs na educação, Manouselis et al. (2013) associam o interesse no seu uso a tendência do crescimento do desenvolvimento e oferta de recursos digitais educacionais e da disponibilização de dados educacionais.

Há, entretanto, um desafio a ser enfrentado para que a utilização de SRs possa de fato contribuir na educação: a definição adequada da relação de interesses entre as expectativas dos seus usuários e os itens a eles recomendados (CAZELLA et al., 2014). Uma solução para esse problema se encontra na associação do conceito de competências aos interesses de estudo dos estudantes e aos itens educacionais a serem recomendados.

Competências são entendidas por Behar et al. (2013) como um conjunto de Conhecimentos, Habilidades e Atitudes, o CHA. Aos conhecimentos se associa o “saber”, às habilidades o “saber fazer” e às atitudes ao “saber ser”. A mobilização desses elementos permite a solução de um problema ou a interação com uma situação nova. As autoras relatam ainda a existência de resistências ao uso do conceito e divergências no seu entendimento entre profissionais da educação. Polêmicas em relação ao termo são identificadas também na sua indevida associação direta com a palavra competição, visto ambos possuírem a mesma origem etimológica.

Nesse contexto, a vinculação de competências na descrição de itens na educação e de interesses educacionais de estudantes é uma tarefa complexa, que demanda conhecimento especializado. Dessa forma, a utilização do conceito de competências para a representação de conhecimento em Sistemas de Recomendação pode ser prejudicada, demandando a utilização de artifícios que auxiliem os seus usuários na correta vinculação do conceito em cada aplicação. Uma alternativa para cumprir com essa função pode ser encontrada na utilização de ontologias como modelos de organização e compartilhamento de conhecimento.

As ontologias, segundo Gruber (2009), consistem em um tipo de modelo que define ou especifica conceitos, relações e outras distinções relevantes para um domínio de conhecimento, oferecendo ainda um vocabulário com definições e restrições respectivas ao seu correto uso. Para Noy e McGuinness (2001), as ontologias se mostram úteis não apenas a sistemas computacionais, mas também atendem às necessidades de especialistas para a troca informações entre si e a novos usuários no aprendizado sobre o significado dos termos do domínio. Vickery (2012) ressalta o potencial semântico desse tipo de modelo e sua versatilidade de aplicações nas diferentes ciências.

Na presente dissertação objetiva-se investigar contribuições das ontologias em Sistemas de Recomendação na educação. Avaliou-se o potencial da utilização desse tipo de modelo em apoio a professores e alunos na utilização de SRs. Foi realizada também a seleção e adaptação de uma metodologia para a modelagem de ontologias no contexto educacional. Entende-se que ontologias podem apoiar professores e alunos na compreensão de conceitos, como o de competências, além de os auxiliar durante o cadastramento e busca de recursos educacionais em SRs.

Este trabalho encontra-se dividido em oito capítulos. No capítulo 2 é relatada a caracterização, objetivos e justificativa desta dissertação. Já nos capítulos 3, 4, e 5, é apresentada a construção do referencial teórico utilizado, abordando os conceitos envolvidos. No capítulo 6 é descrita a trajetória metodológica da pesquisa e as suas etapas de execução. No capítulo 7 são analisados e discutidos os resultados obtidos em cada etapa de pesquisa proposta. O capítulo 8 é reservado às considerações finais desta dissertação, bem como às reflexões sobre possibilidades de futuros estudos relacionados.

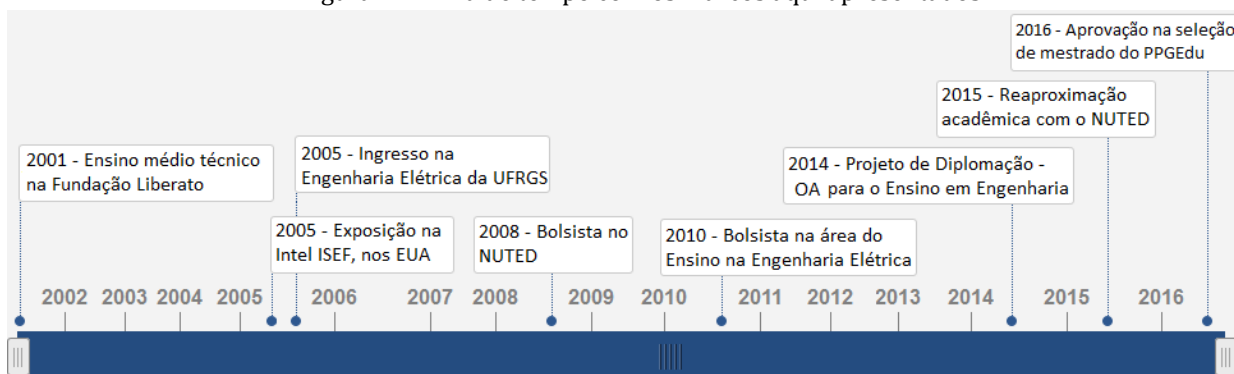
2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

A contextualização desta pesquisa é organizada em três momentos. Inicialmente trata-se da trajetória acadêmica do pesquisador, escrita em primeira pessoa dado o caráter da narrativa. Nela são enfatizadas as suas motivações ao transitar entre áreas diferentes do conhecimento acadêmico e se fixar na área e temática específica em sua investigação. Em seguida, apresenta-se a justificativa deste estudo, tratando brevemente dos temas relacionados. Por fim, descreve-se o problema de pesquisa que a caracteriza, explicitando os objetivos gerais e específicos.

2.1 TRAJETÓRIA ACADÊMICA

A trajetória acadêmica que aqui apresento pode ser visualizada na Figura 1, sintetizando os principais acontecimentos em minha vida que culminaram no desenvolvimento desta pesquisa. A linha de tempo abrange o período compreendido entre os anos de 2001 e 2016.

Figura 1 - Linha de tempo com os marcos aqui apresentados



Fonte: O autor (2020).

O meu interesse pela área da educação e, mais precisamente, pelas tecnologias digitais na educação, tem origem nas experiências que vivenciei em meu ensino médio técnico, entre os anos de 2001 e 2004. Fui aluno do Curso Técnico em Eletrônica, na Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, situada na cidade de Novo Hamburgo. No quarto ano do curso desenvolvi, em conjunto com outros dois colegas, um software para o auxílio de professores no ensino de LIBRAS

(Língua Brasileira de Sinais) a crianças surdas (termo preferencial de identificação em 2004). O projeto de pesquisa, voltado ao ensino, obteve excelentes resultados nas três escolas em que foi utilizado e nas feiras de trabalhos técnicos onde foi exposto. O seu desenvolvimento desempenhou papel essencial para solidificar o meu interesse pelo ensino, pela pesquisa e despertar a minha atenção para as tecnologias educacionais. Em feiras obtivemos premiações como bolsas de estudos em uma universidade particular e uma viagem para exposição do projeto na Intel ISEF (International Science and Engineering Fair) de 2005, uma feira anual que ocorre nos EUA, organizada pela empresa Intel.

Em 2005 iniciei a graduação em Engenharia Elétrica na UFRGS. De 2008 a 2010 tive a oportunidade de ser integrante do NUTED, o Núcleo de Tecnologia Digital Aplicada a Educação da Faculdade de Educação da UFRGS. Nesse núcleo, atuei como bolsista de iniciação científica no desenvolvimento de software do “PLANETA ROODA 2.0: um ambiente social virtual de aprendizagem para a ciberinfância”. O projeto de pesquisa possuía pressupostos teóricos baseados na teoria construtivista de Jean Piaget (PIAGET, 2007), na qual a construção do conhecimento ocorre através da interação sujeito-objeto. Destinado ao trabalho com discentes e docentes da Educação Infantil e Anos Iniciais das redes de ensino pública e privada, objetivava oferecer suporte à construção de conhecimento, favorecendo processos de interação, comunicação e cooperação.

Durante a gratificante experiência de dois anos no NUTED pude estudar sobre elementos das tecnologias digitais na educação, como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) e os Objetos de Aprendizagem (OAs), e desenvolver habilidades em linguagens de programação voltadas ao desenvolvimento web. Por fim, apresentei as minhas contribuições como bolsista no Salão de Iniciação Científica da UFRGS nos anos de 2009 e 2010, na Mostra UNISINOS de Iniciação Científica (2009), no Salão de Iniciação Científica da UFRGS (2009), e na revista indexada RENOTE (BEHAR; TORREZZAN; SIMON, 2009).

Em 2010 ingressei como bolsista de iniciação científica no projeto “MAIS E MELHORES ENGENHEIROS: Um Estudo sobre Causas e Consequências dos Processos de Retenção e de Evasão no Curso de Engenharia Elétrica da UFRGS”. A partir das minhas contribuições, em um ano e meio de dedicação ao projeto, pude participar da escrita de dois artigos publicados em anais de congressos e apresenta-

los em sessões técnicas desses congressos, em São Leopoldo, no VII Congresso Internacional de Educação (LODER; SIMON, 2011a) e em Blumenau, no XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE (LODER; SIMON, 2011b).

Em 2014, desenvolvi o meu Projeto de Diplomação para a conclusão do curso de Engenharia Elétrica. O projeto consistia em desenvolver um OA para o ensino de temas do Eletromagnetismo a alunos de cursos de Engenharia, cujas contribuições foram apresentadas em um artigo científico aceito para a apresentação em seção técnica no XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE (SIMON; LODER, 2014).

Em 2015, me reaproximei academicamente do NUTED, buscando entrar em contato com os projetos em desenvolvimento no núcleo. Desses, me interessei pelo desenvolvimento do RecOAComp, um Sistema de Recomendação (SR) de OAs baseado em Competências, descrito em Behar et al. (2015). Participei de reuniões à distância com o grupo de pesquisa envolvido com o projeto e iniciei, assim, estudos relacionados ao conceito de Competências e Sistemas de Recomendação (SRs) na educação. Essas leituras me direcionaram para um conceito fortemente relacionado ao desenvolvimento de SRs: ontologia. O termo é empregado nas ciências como um modelo de elevado potencial para organização e estruturação do conhecimento de um domínio específico. Para Gruber (2009), além das relações e características que explicita, esse modelo oferece um vocabulário com definições e restrições respectivas ao correto uso dos conceitos no domínio.

Desse modo, visualizamos que, no contexto do RecOAComp, as ontologias poderiam apoiar a utilização do conceito de competência. Infere-se pela literatura acadêmica que uma ontologia modelada para o domínio de competências pode contribuir com a utilização de sistemas como o RecOAComp em pelo menos dois aspectos: (1) explicitando as definições e relacionamentos entre conceitos e termos, apoiando professores e alunos usuários do SR na compreensão dos elementos que compõem as competências; e (2) na recomendação de competências específicas a serem vinculadas a atividades de ensino ou OAs, apoiando professores nessa associação.

Encerro esse relato com a minha aprovação, em 2016, no processo de seleção para o mestrado no Programa de Pós Graduação da Faculdade de Educação

(PPGEdu) da UFRGS na área de Tecnologias Digitais na Educação, sob orientação da professora Patricia Behar.

2.2 JUSTIFICATIVA

Sistemas de Recomendação tem sido largamente utilizados na educação (DRACHSLER et al., 2015). Manouselis et al. (2013) justificam esse elevado interesse em decorrência do crescimento do desenvolvimento e oferta de recursos digitais educacionais e da disponibilização de dados educacionais. Tal cenário potencializa o papel dos SRs na personalização de práticas de ensino, recomendando recursos educacionais mais relevantes e em acordo com perfil e os interesses dos estudantes (TARUS; NIU; MUSTAFA, 2017).

Entretanto, Sistemas de Recomendação enfrentam o desafio de estabelecer uma adequada relação de interesses entre as necessidades dos seus usuários e dos recursos a eles recomendados (CAZELLA et al., 2014). Uma das estratégias utilizadas em SRs na educação para resolver essa questão consiste na associação do conceito de competências ao perfil e interesses dos estudantes e aos itens a serem recomendados.

A vinculação de competências a itens e ao perfil educacional dos estudantes, porém, pode significar um entrave para a utilização de SRs na educação, pois a tarefa é complexa e requer conhecimento especializado (BEHAR et al., 2013). Para as autoras, competências podem acabar sendo associadas a itens que, na realidade, não as abordam ou em que essas não chegam a ser trabalhadas. Em apoio a essa necessidade, ontologias de domínio podem ser empregadas em SRs para a representação do conceito de competências.

Gruber (2009) descreve as ontologias como um modelo que define ou especifica conceitos, relações e características de um domínio de conhecimento, provendo um vocabulário com definições e restrições respectivas ao seu correto uso. Tal modelo pode ser interpretado por sistemas computacionais e serve também a indivíduos para a troca informações entre si e no aprendizado sobre o significado dos termos do domínio (NOY; MCGUINNESS, 2001). Vickery (2012) destaca a ontologia entre os demais Sistemas de Organização do Conhecimento por seu elevado potencial semântico e sua versatilidade de aplicações.

O processo de modelagem de uma ontologia para a representação de um dado domínio consiste em uma atividade multidisciplinar, envolvendo especialistas no processo e no domínio a ser modelado. Uma ontologia representando o conceito de competências pode auxiliar profissionais da educação e demais envolvidos com o conceito na sua compreensão, no compartilhamento de informações sobre o mesmo e no desenvolvimento de sistemas que dependam da sua aplicação.

Neste sentido, a presente pesquisa busca responder a seguinte questão problematizadora:

Como a utilização de ontologias pode contribuir em Sistemas de Recomendação na Educação?

No intuito de responder a questão de pesquisa, o presente estudo possui como objetivo geral:

Investigar contribuições das ontologias em Sistemas de Recomendação na Educação.

Para tanto, são delineados os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar, selecionar e adaptar uma metodologia para a modelagem de ontologias de domínio na educação, disponibilizando-a para profissionais e pesquisadores da área;
- b) modelar uma ontologia de domínio de competências e disponibilizá-la a profissionais da educação e demais envolvidos com aplicações educacionais do conceito;
- c) propor e simular a aplicação da ontologia modelada em um SR de OAs baseado em competências para a recomendação de competências a serem vinculadas a atividades de ensino e OAs.

3 ONTOLOGIAS

A origem do conceito de Ontologia, tradicionalmente escrita com a letra 'o' maiúscula, encontra-se na filosofia, como uma de suas disciplinas básicas. No final do século XX, entretanto, o termo sofreu um processo de assimilação e ressignificação iniciado por pesquisadores da área da inteligência artificial, na ciência da computação. Nesse contexto, a ontologia, escrita com letra 'o' minúscula, passou a ser entendida como um modelo para a organização e o compartilhamento de conhecimento entre diferentes entidades, compreensível por seres humanos e sistemas computacionais. O novo conceito rapidamente ganhou espaço entre pesquisadores de diversas áreas da ciência, que aderiram ao desenvolvimento de inúmeras ontologias para a gestão e o compartilhamento do conhecimento produzido em seus estudos e projetos.

Na educação a utilização de ontologias tem se mostrado promissora tanto na modalidade presencial quanto a distância. São utilizadas em diversas aplicações, tais como: a estruturação de currículos, cursos e ambientes educacionais; a descrição de práticas pedagógicas e de perfis de alunos e profissionais da educação; a representação de teorias de aprendizagem; até a sua utilização e construção como modelos de conhecimento aplicados em atividades pedagógicas.

Neste capítulo as ontologias são abordadas partindo-se de um breve histórico do termo, com a sua origem na filosofia, passando pela sua assimilação por diferentes ciências e culminando com as possibilidades que esse tipo de modelo pode oferecer à educação. A primeira seção explica a trajetória do conceito de ontologia, nascendo na filosofia e sendo adotado pela ciência da computação. Em seguida, é descrita a estrutura da ontologia como modelo de conhecimento a compara com outros modelos estudados na ciência da informação. A segunda seção aborda a relevância atual das ontologias nas diversas ciências através da apresentação de trabalhos que justificam essa abrangência e discutem casos de sucesso na aplicação de ontologias. Já a terceira seção discute a utilização de ontologias e da sua modelagem na educação através de estudos de aplicações específicas na educação e de revisões da literatura acadêmica.

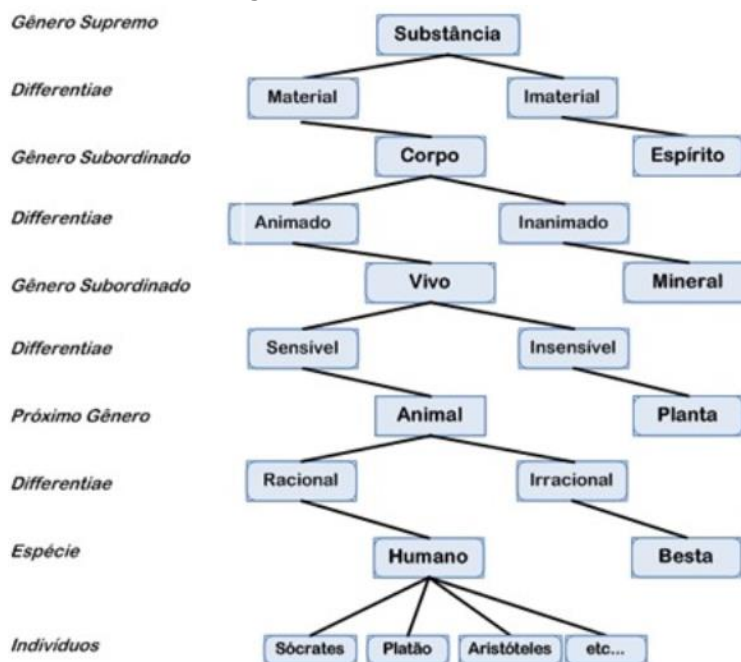
3.1 ONTOLOGIA: UM BREVE HISTÓRICO, CONCEITUALIZAÇÃO E ESTRUTURA

Ao longo da história, a Metafísica, a ciência primeira, por ter como objeto de pesquisa o objeto de todas as outras ciências, se apresentou a partir de três diferentes formas: (1) a Teologia¹; (2) a Ontologia; e (3) a Gnosiologia² (ABBAGNANO, 2007). A Ontologia é, então, uma entre as três concepções fundamentais da metafísica e a única concepção dela aqui abordada. Para Aristóteles, segundo Abbagnano, a Ontologia é a ciência do ser enquanto ser, que estuda os caracteres fundamentais do ser, que todo o ser possui, não podendo deixar de possuir. O filósofo desenvolveu o primeiro sistema conhecido de categorias (BREITMAN; CASANOVA; TRUSZKOWSKI, 2007a), que analisado de uma forma genérica, pode ser utilizado para classificar qualquer elemento que puder ser descrito por qualquer elemento. Segundo os autores, no século III aC, outro filósofo grego, Porfírio, comentou a estrutura de categorização proposta por Aristóteles e a organizou em um diagrama do tipo árvore. O diagrama construído por Porfírio ficou conhecido como Árvore de Porfírio e é apresentada na Figura 2.

¹ A Metafísica como Teologia possui o seu objeto de estudo no ser mais elevado e perfeito, fonte de todos os outros seres e coisas do mundo (ABBAGNANO, 2007).

² A Metafísica como Gnosiologia é tratada por autores como Kant, que a consideram como uma ciência universal, com maior ênfase nos princípios do que nos objetos das ciências, estudando as formas, ou princípios cognitivos, que constituem a razão humana (ABBAGNANO, 2007).

Figura 2- Árvore de Porfírio



Fonte: Ontologias: Introdução – Karin Breitman, disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/1637365/>. Acesso em 27/05/2018.

O sistema de categorias, conforme exibido na Figura 2, se baseia na classificação dos elementos por propriedades comuns, através de uma nomenclatura com o binômio gênero-diferença. Na lógica, Aristóteles também desenvolve o conceito de silogismo, termo que originalmente significava cálculo e era empregado por Platão significando o raciocínio em geral (ABBAGNANO, 2007). Segundo o autor, para Aristóteles, silogismo indicava o tipo de raciocínio dedutivo perfeito, uma forma de discurso em que, definidos certos elementos, outros seguem necessariamente. Um exemplo de silogismo se encontra na frase: todo humano é mortal, Sócrates é humano, logo, Sócrates é mortal. Um silogismo é então formado por três sentenças: uma premissa maior e uma premissa menor que resultam em uma conclusão. Seguem exemplos das quatro sentenças padrão do silogismo (SOWA, 2000):

- a) afirmativa universal: todo empregado é uma pessoa;
- b) afirmativa particular: alguns empregados são clientes;
- c) negativa universal: nenhum empregado é um competidor;
- d) negativa particular: alguns clientes não são empregados.

As quatro sentenças padrão podem ser combinadas de diversas formas para formar regras silogísticas. Entretanto, existem quatro formas fundamentais de silogismo, ou seja, axiomáticas para a lógica aristotélica (ØHRSTRØM et al., 2017). Exemplos para essas quatro formas são exibidos abaixo:

- a) primeira forma:
 - todo animal é material;
 - todo humano é um animal;
 - então todo humano é material;
- b) segunda forma:
 - nenhum espírito é um corpo;
 - todo humano é um corpo;
 - então nenhum espírito é um humano;
- c) terceira forma:
 - toda besta é irracional;
 - alguns animais são bestas;
 - então alguns animais são irracionais;
- d) quarta forma:
 - nenhuma planta é racional;
 - algum corpo é planta;
 - então algum corpo não é racional;

Aristóteles desenvolve o conceito de Ontologia na filosofia em conjunto com as suas categorias e contribuições para a lógica clássica. Porém, o filósofo ainda não utiliza o termo Ontologia propriamente dito, cuja primeira aparição ocorreu apenas em 1606, no livro *Ogdoas scholastica*, de Jacob Lorhard, como sinônimo de metafísica (ØHRSTRØM; ANDERSEN; SCHÄRFE, 2005). Após ter sido cunhado no início do século dezessete, o termo foi cultivado ao longo dos últimos séculos por estudiosos de tradições e tendências diversas (FERRATER, 1978).

O interesse por parte de renomados filósofos, que propuseram suas próprias interpretações a respeito da Ontologia como estudo do ser, seus caracteres fundamentais e o que o constitui como ser, resulta na apropriação do conceito por variadas ciências durante o século XX. Essa apropriação, entretanto, se afasta em

certa medida da abordagem filosófica para atribuir à Ontologia um caráter prático, utilizando-a como modelo para conceitualização de conhecimento, visando a sua organização e o seu compartilhamento.

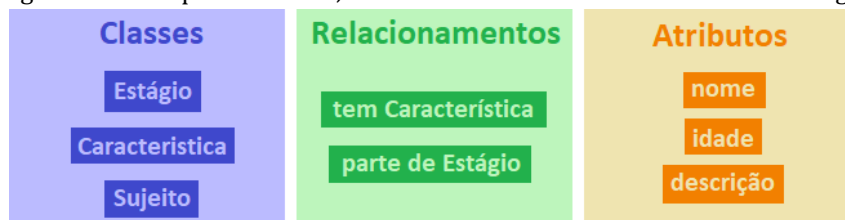
A primeira ciência a notadamente assimilar o conceito de ontologia foi a ciência da computação. John McCarthy, em 1980, introduziu o termo na área da inteligência artificial, ao discutir quais informações deveriam estar inclusas no entendimento comum a respeito do mundo (ØHRSTRØM; ANDERSEN; SCHÄRFE, 2005). Anos mais tarde, em 1993, Thomas R. Gruber apresenta a ontologia como uma especificação explícita de uma conceitualização (GRUBER, 1993), definição que se torna bastante popular e debatida na área. Em 1998, Nicola Guarino (GUARINO, 1998) explora a definição de Gruber e apresenta uma nova definição, menos genérica, que se torna também notória. Guarino considera uma ontologia como um artefato constituído de um vocabulário específico utilizado para descrever certa realidade, acrescido de um conjunto de premissas relacionadas ao significado das palavras nesse vocabulário.

Ao longo dos anos, diferentes autores apresentam definições sobre o desenvolvimento e a aplicação de ontologias que constituem pontos de vista variados e complementares da mesma realidade (CORCHO; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; GÓMEZ-PÉREZ, 2003). Em resumo, a partir da década de 1980, o conceito de ontologia passou a ser adotado por pesquisadores da área da inteligência artificial, que o empregaram sob uma perspectiva tecnológica, com o objetivo de modelar um domínio de conhecimento e permitir o seu compartilhamento entre diferentes sistemas (GRUBER, 2009).

Em seu artigo mais recente sobre o tema, Gruber (2009) expõe que a popularização das ontologias na ciência da computação e os decorrentes debates ocorridos na década seguinte proporcionaram uma nova definição. O autor entende o conceito como um artefato, ou modelo, que define ou especifica conceitos, relações e outras distinções relevantes para um domínio de conhecimento, provendo um vocabulário com definições e restrições respectivas ao seu correto uso. Esse artefato se mostra útil não apenas a sistemas computacionais. Tal modelo atende também a necessidade de profissionais para a troca de informações entre si e a novos usuários no aprendizado sobre o significado e características dos termos do domínio (NOY; MCGUINNESS, 2001).

Uma ontologia como modelo de representação de conhecimento deve descrever três elementos básicos de um domínio: classes, relacionamentos e atributos (BREITMAN; CASANOVA; TRUSZKOWSKI, 2007A). As classes representam entidades de interesse desse domínio. Os relacionamentos indicam como as classes relacionam-se entre si. Os atributos descrevem as características que essas entidades devem possuir. Para ilustrar esses elementos, toma-se como exemplo de domínio a Epistemologia Genética de Jean Piaget (PIAGET, 2007), com foco nos estágios do desenvolvimento cognitivo dos sujeitos e suas características. A Figura 3 apresenta classes, relacionamentos e atributos para uma hipotética ontologia com caráter meramente didático representando esse domínio.

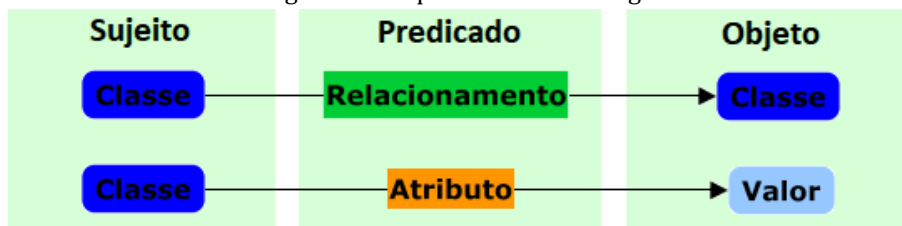
Figura 3 – Exemplo de classes, relacionamentos e atributos de uma ontologia



Fonte: O autor (2020).

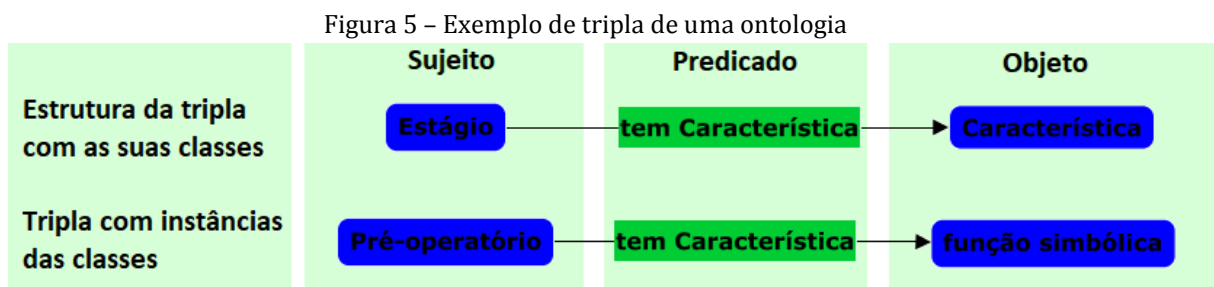
Os três elementos básicos apresentados na Figura 3 podem ser relacionados em uma ontologia através de uma estrutura chamada de tripla. As triplas estão relacionadas ao silogismo de Aristóteles e são estruturas compostas por um sujeito, um predicado e um objeto (BREITMAN; CASANOVA; TRUSZKOWSKI, 2007b). Em uma tripla para uma ontologia de certo domínio, o sujeito será uma classe desse domínio, o predicado pode ser constituído por um relacionamento ou um atributo dessa classe e o objeto pode ser constituído por uma classe que se relaciona com a classe sujeito ou um valor para o seu atributo. Essa estrutura é apresentada Figura 4.

Figura 4 – Tripla em uma ontologia



Fonte: O autor (2020).

A Figura 5 exemplifica uma tripla de uma ontologia utilizando classes e relacionamentos apresentados na Figura 3. Essa tripla possui como sujeito a classe “Estágio”, como predicado o relacionamento “tem Característica”, que liga a classe “Estágio” ao objeto, a classe “Característica”. A figura apresenta também uma situação em que a classe “Estágio” possui a instância específica chamada de “Pré-operatório”. Ligada a essa instância, pelo relacionamento “tem Característica”, no objeto da tripla, está a instância “função simbólica”, da classe “Característica”.



Fonte: O autor (2020).

As ontologias são descritas por uma linguagem com sintaxe formal, axiomática, que, segundo Falbo, Guizzardi e Duarte (2002), delimita a interpretação de conceitos em um domínio de conhecimento e permite, além do compartilhamento de informações, inferir novos entendimentos. A habilidade de dedução de novas afirmações a partir de uma regra de inferência específica, a inferência lógica, constitui um componente essencial do formalismo da ontologia, o seu aspecto semântico (BREITMAN; CASANOVA; TRUSZKOWSKI, 2007b).

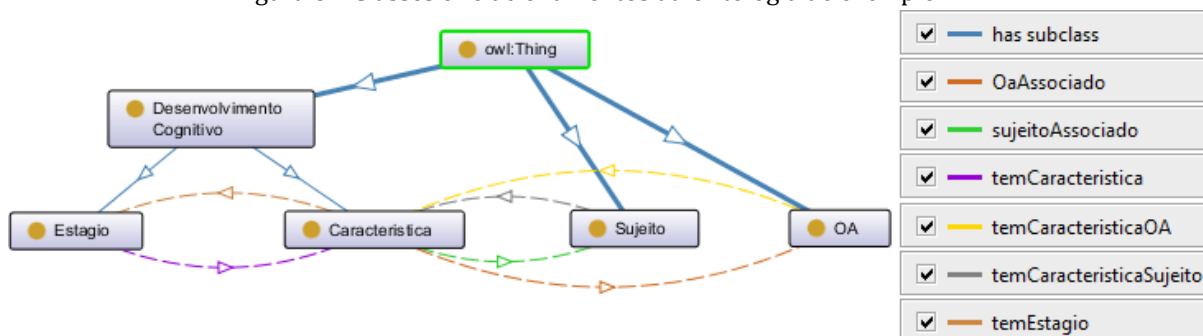
As contribuições semânticas das ontologias consistem na base da web semântica, uma extensão da web onde a informação possui significado bem definido, o que possibilita o trabalho cooperativo entre seres humanos e máquinas (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001). Os autores propõem um exemplo ilustrativo desse aspecto. No exemplo, uma ontologia expressa a seguinte regra:

- a) o código de cidade é associado com um código de estado;
- b) o endereço utiliza um código de cidade;
- c) então o endereço possui o código de estado associado.

Assim um programa pode prontamente deduzir, por exemplo, que o endereço da Cornell University, sendo em Ithaca, deve estar no estado de Nova Iorque, que por sua vez se encontra nos EUA e dessa maneira deve ser formatado de acordo com os padrões americanos. Segundo Berners-Lee, Hendler e Lassila (2001), ao interpretar uma ontologia, o computador é capaz de manipular os termos de formas bastante eficazes, funcionais e significativas aos seus usuários humanos.

A linguagem atualmente mais famosa para descrição de ontologias é a OWL³ (Ontology Web Language). Para o desenvolvimento, ou modelagem, e visualização de ontologias podem ser utilizados softwares como o popular *Protégé*⁴. Como forma de ilustrar as definições apresentadas até aqui, é exibido na Figura 6 e na Figura 7 um exemplo de ontologia de autoria do pesquisador, cuja aplicação limitasse a exemplificação dos conceitos aqui apresentados, com finalidade didática. Foi desenvolvida e visualizada através do software *Protégé*. São relacionadas informações sobre estágios e características do desenvolvimento cognitivo, com base na teoria de Jean Piaget (PIAGET, 2007) com hipotéticos sujeitos e Objetos de Aprendizagem (OAs). A Figura 6 contém as classes da ontologia e a descrição dos relacionamentos que as conectam. Já a Figura 7 apresenta instâncias para cada uma dessas classes. Não são exibidos atributos dessa ontologia.

Figura 6 – Classes e relacionamentos da Ontologia de exemplo

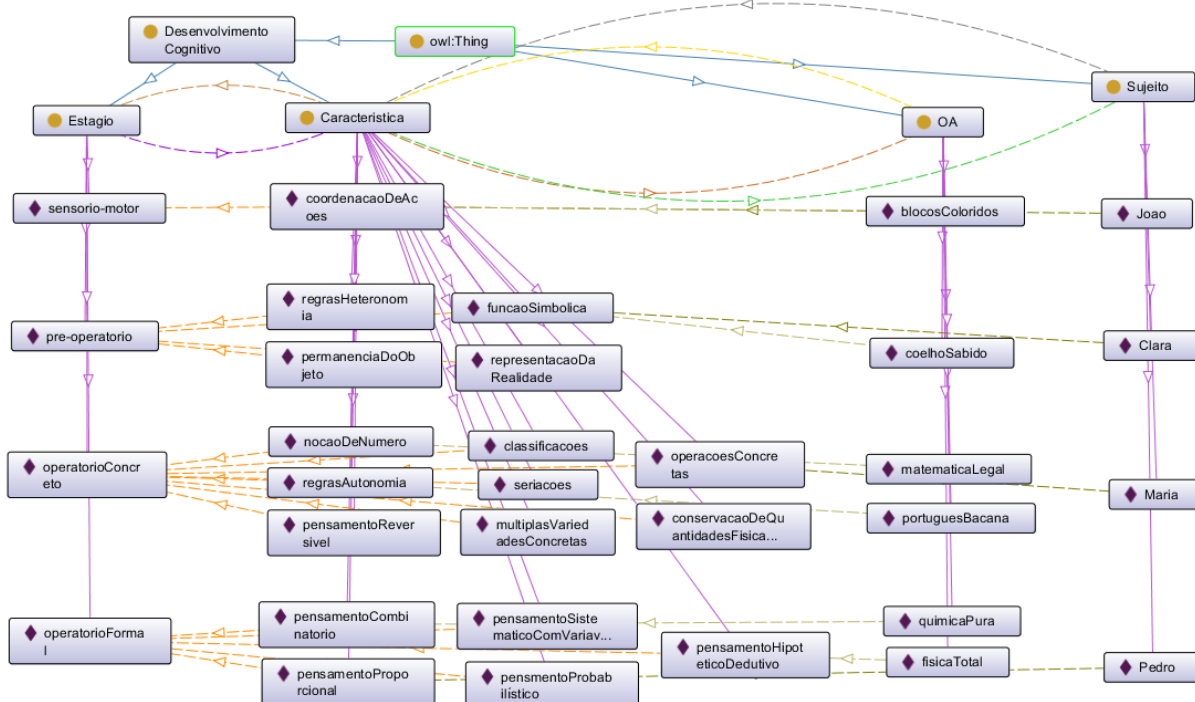


Fonte: O autor (2020).

³ A OWL (do inglês *Web Ontology Language*) consiste em uma linguagem utilizada para descrever ontologias na web, utilizada no software *Protégé*. Disponível em <https://www.w3.org/OWL/>. Acesso em 24/04/2018.

⁴ Disponível em: <http://protege.stanford.edu/>. Acesso em 24/04/2017.

Figura 7 – Ontologia de exemplo populada com instâncias de suas classes



Fonte: O autor (2020).

A visualização da ontologia apresentada na Figura 7 exhibe algumas relações lógicas que permitem certas inferências e exemplos de aplicação da mesma. Sujeitos podem ser relacionados com estágios:

- a) o sujeito Maria apresenta a característica das operações concretas;
- b) a característica das operações concretas se relaciona com o estágio operatório concreto;
- c) logo, o sujeito Maria se relaciona com o estágio operatório concreto.

Da mesma forma, OAs podem ser relacionados com estágios:

- a) o OA Matemática Legal apresenta a característica noção de número;
- b) a característica noção de número se relaciona com o estágio operatório concreto;
- c) logo, o OA Matemática Legal se relaciona com o estágio operatório concreto.

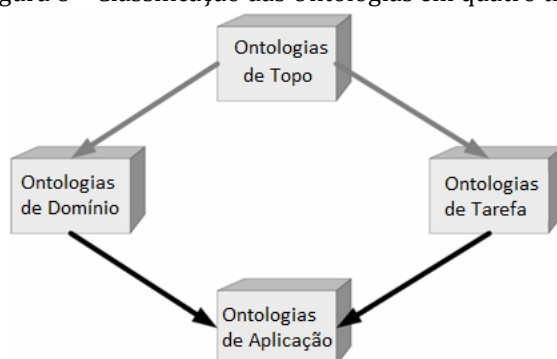
Esses dois grupos de inferências podem resultar em uma terceira associação, entre sujeitos e OAs:

- a) o sujeito Maria se relaciona com o estágio operatório concreto;
- b) o OA Matemática Legal pode ser associado ao estágio operatório concreto;
- c) logo, o sujeito Maria se relaciona com o OA Matemática Legal.

Segundo a classificação de Guarino (1998), as ontologias podem ser classificadas em quatro grandes tipos, apresentados na Figura 8. Essa classificação possui as seguintes categorias:

- a) **ontologia de nível superior** - descreve conceitos muito genéricos, tais como espaço, tempo e eventos;
- b) **ontologia de domínio** e de **tarefa** - descreve, respectivamente, um vocabulário relativo a um domínio genérico ou uma tarefa genérica através da especialização de conceitos presentes na ontologia de alto nível;
- c) **ontologia de aplicação** - descreve conceitos dependentes de um domínio ou tarefa particular, especialização das respectivas ontologias genéricas.

Figura 8 – Classificação das Ontologias em quatro tipos



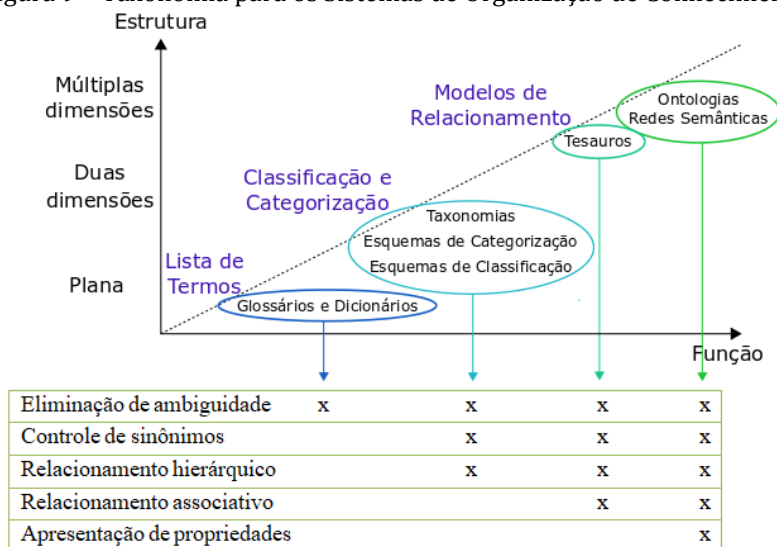
Fonte: Adaptado de Breitman, Casanova e Truszkowski (2007a), elaborado pelo autor (2020).

A próxima ciência a ser citada na adoção e utilização de ontologias como modelos para conceitualização e compartilhamento de conhecimento é a ciência da

informação (VICKERY, 1997). Uma definição adequada para a área considera uma ontologia como uma sistemática formalização de conceitos, definições, relacionamentos e regras que capturam o conteúdo semântico de um domínio em um formato legível por dispositivos (VICKERY, 2012). O autor classifica a ontologia como um tipo de Sistema de Organização de Conhecimento (SOC) e a diferencia dos demais SOC. Listas de conteúdos e índices de livros-texto estão entre os SOC mais simples. Nesses sistemas, o conhecimento está no texto, sendo o SOC a ferramenta suplementar que auxilia o leitor a encontrar o seu caminho na leitura. À medida que as ferramentas se tornam mais complexas e implementam funções mais complexas, adquirem nomes mais importantes, como linguagens de recuperação, taxonomias, categorizações, léxicos, mapas conceituais ou de tópicos, tesouros ou ontologias. Segundo Vickery (2012), atualmente os SOC são vistos como esquemas para organização, administração e recuperação de informações. Podem ser divididos em quatro categorias, sendo a quarta ocupada pelas ontologias, devido ao seu potencial semântico e a possibilidade de serem utilizadas por agentes de software “inteligentes” em sistemas de informação.

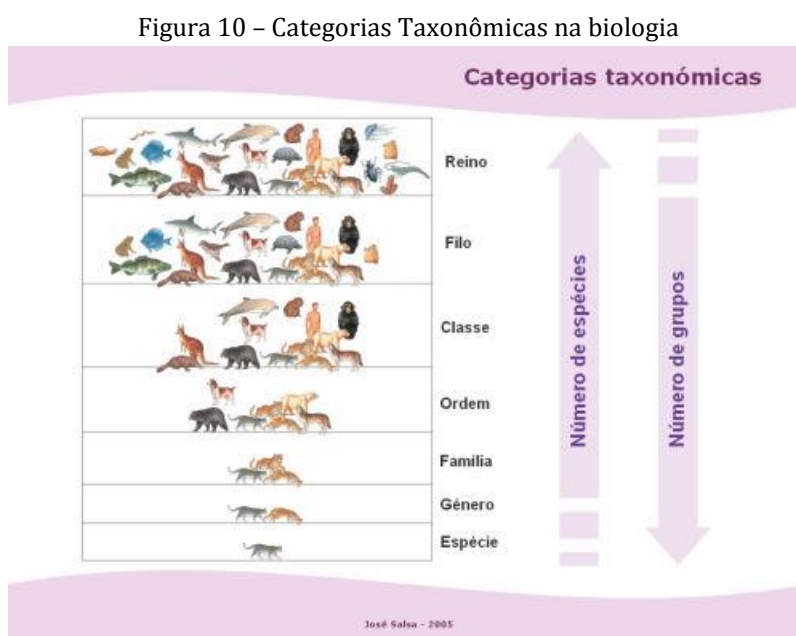
A Figura 9 apresenta uma taxonomia que relaciona os diferentes tipos de SOC de acordo com a complexidade da sua estrutura e a sua função. Percebe-se na figura que as ontologias são posicionadas em destaque frente aos outros tipos de SOC, tanto por sua complexidade estrutural quanto pelas funções que desempenham.

Figura 9 – Taxonomia para os Sistemas de Organização de Conhecimento



Fonte: Adaptado de Zeng (2007), elaborado pelo autor (2020).

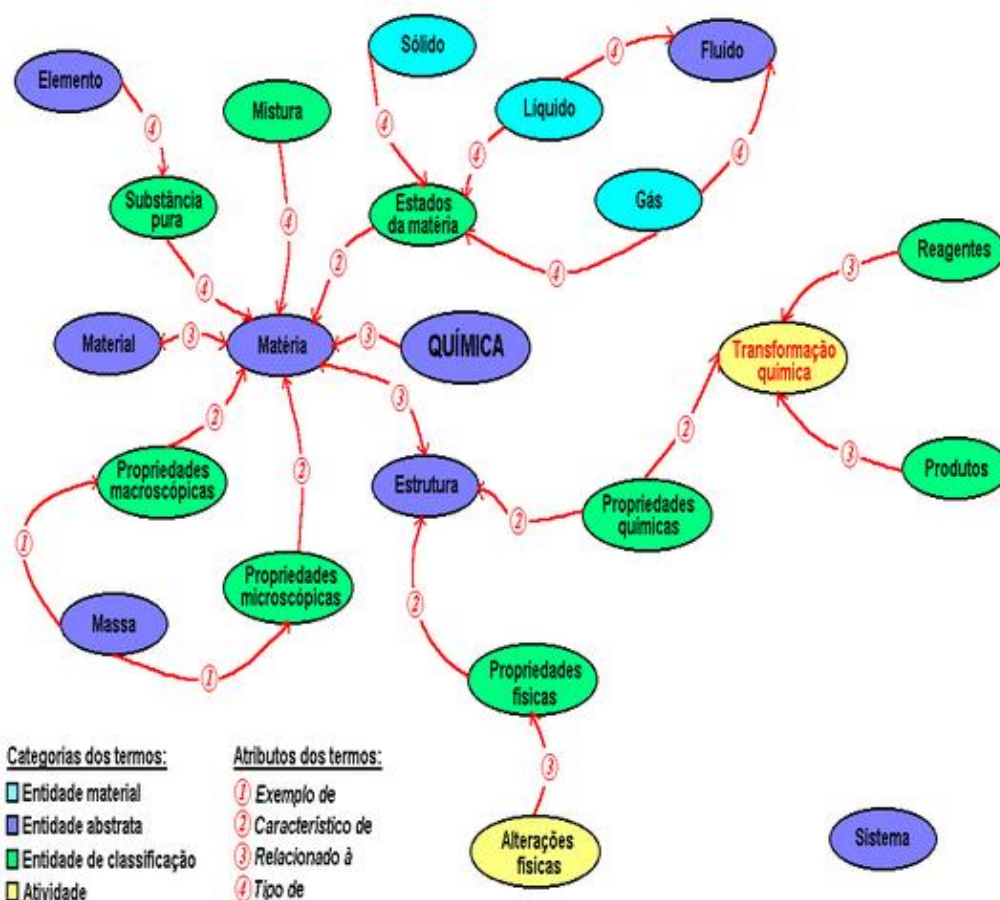
Cabe ainda nessa seção diferenciar as ontologias de três outros tipos de SOCs bastante populares e que, pelas semelhanças que possuem entre si, podem ser com elas confundidos: as taxonomias, os tesouros e os mapas conceituais. As taxonomias, tradicionalmente utilizadas na biologia, são originárias diretas das categorias de Aristóteles, classificando termos hierarquicamente, utilizando um relacionamento do tipo pai-filho (BREITMAN; CASANOVA; TRUSZKOWSKI, 2007a). Segundo os autores, outros tipos relacionamento não são permitidos em taxonomias, que também não permitem a definição de atributos para esses termos. Um exemplo de taxonomia na biologia pode ser observado na Figura 10.



Fonte: CientIC - Ciências Naturais e TIC - José Salsa, disponível em: http://www.cientic.com/portal/index.php?view=article&catid=31%3Asistematica-dos-seres-vivos&id=118%3Adiapositivos-de-sistematica-dos-seres-vivos&option=com_content. Acesso em 29/05/2017.

Os tesouros podem ser compreendidos como taxonomias acrescidas de relações semânticas (BREITMAN; CASANOVA; TRUSZKOWSKI, 2007a). Para os autores, entretanto, essas relações são limitadas a certo conjunto de relacionamentos binários, úteis para vocabulários, mas não suficientes para modelar aspectos do mundo real. Um exemplo de tesouro para o domínio da química geral pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 – Tesouro para o domínio da química geral

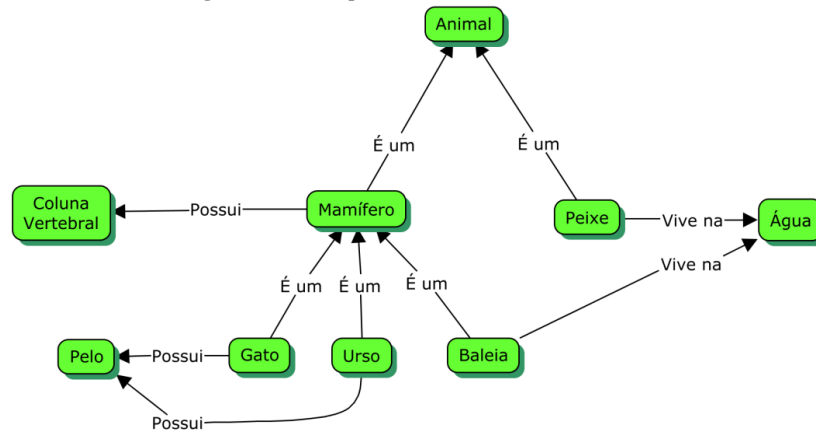


Fonte: Eichler, Silva e Del Pino (2001).

Os mapas conceituais proporcionam bastante liberdade em seu desenvolvimento ao não apresentarem restrições sintáticas formais (HAYES et al., 2005). Segundo os autores, essa característica dos mapas conceituais permite que o seu usuário explore, manipule e desenvolva o seu entendimento sobre os conceitos ao decorrer da construção do mapa. Em outras palavras, o grau de liberdade em sua criação oferecido pelo mapa conceitual é útil a um usuário no desenvolvimento do seu entendimento sobre determinados conceitos. Essa liberdade também possibilita a utilização desses mapas no acompanhamento dos processos de conceitualização de estudantes em atividades de ensino (DUTRA, 2006). Em sua pesquisa, com base na Epistemologia Genética de Jean Piaget (PIAGET, 2007), Dutra realizou o acompanhamento desses processos através da análise dos mapas desenvolvidos e continuamente revisados por seus alunos. A Figura 12 exibe um exemplo

meramente ilustrativo de mapa conceitual sobre animais, desenvolvido pelo pesquisador.

Figura 12 – Mapa conceitual sobre animais

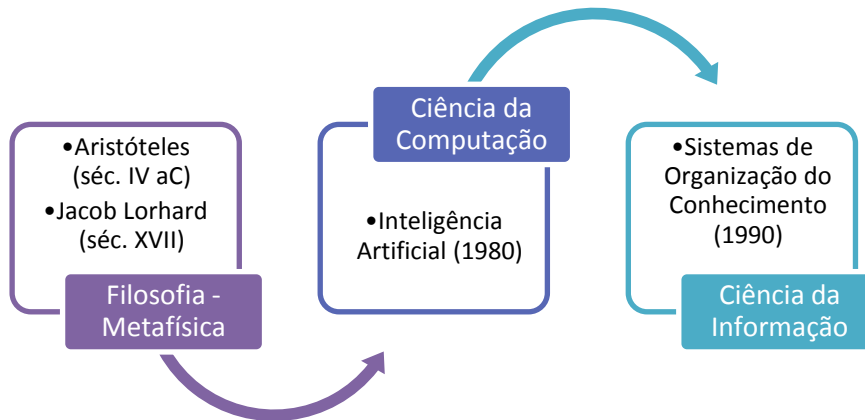


Fonte: O autor (2020).

Em contrapartida às liberdades oferecidas pelos mapas conceituais, a descrição formal e as restrições associadas à modelagem de uma ontologia, impostas por regras de relacionamento lógico entre os conceitos, delimitam a interpretação de um domínio. Além disso, a linguagem utilizada na descrição de uma ontologia é interpretável por computadores. Essas características favorecem o compartilhamento de informações sobre o domínio entre diferentes usuários, que incluem seres humanos e sistemas de software, e permitem a dedução de novos vínculos entre os conceitos.

O histórico do conceito de ontologia apresentado nesta seção, nascendo na filosofia, sendo assimilado e ressignificado pela ciência da computação e posteriormente adotado também pela ciência da informação, pode ser observado na Figura 13. A construção da figura baseia-se nas referências apresentadas até aqui.

Figura 13 – Histórico do conceito de ontologia



Fonte: O autor (2020).

3.2 ONTOLOGIAS NAS CIÊNCIAS NO SÉCULO XXI

A seção 3.1 tratou da disseminação dos estudos relacionados à aplicação de ontologias para a modelagem de conhecimento na ciência da computação, nas áreas da inteligência artificial e da web semântica, e posteriormente na ciência da informação. Nesse contexto supõe-se natural a adoção do conceito pelos mais variados campos da ciência, desde que a necessidade de conceitualização e o compartilhamento de conhecimento se mostrem relevantes. Tal fenômeno pode ser constatado através da pesquisa em sistemas de busca acadêmica utilizando-se palavras-chave que relacionem termos associados à ontologia e aos diferentes campos da ciência. Os editoriais do *Applied Ontology*, jornal de ontologia aplicada que integra a Associação Internacional de Ontologia e suas Aplicações (IAOA - International Association for Ontology and its Applications⁵), também se mostram bastantes úteis para a verificação da abrangência da utilização de ontologias nas ciências. No editorial de 2017 (FERRARIO; GRÜNINGER, 2017) é realizado o esforço de explicitar as principais áreas para as quais a comunidade científica atualmente desenvolve pesquisas relacionadas às ontologias. Os autores dividem essas áreas em sete tópicos:

⁵ <http://www.iaoa.org/>, acesso em 18/06/2017.

- a) **ontologias especializadas** – tratando da aplicação de ontologias a um vasto alcance de domínios do conhecimento, apresentando uma lista não exaustiva, mas que indica o amplo escopo dessas aplicações:
- tempo, eventos e processos;
 - espaço e geografia;
 - física e objetos físicos;
 - biomedicina;
 - entidades mentais;
 - agentes e ações;
 - organizações e realidade social;
 - negócios e comércio eletrônico;
 - direito;
 - história, cultura e evolução;
 - visão computacional;
 - design e indústria;
 - sistemas dinâmicos;
 - engenharia de software;
 - sistemas sociotécnicos e ciberfísicos;
 - sensores e internet das coisas;
 - serviços;
- b) **problemas fundamentais** – base teórica fundamental em filosofia, linguística e análise lógica necessária a modelagem de ontologias para os diferentes domínios do conhecimento:
- fundamentos filosóficos da ontologia;
 - categorias e relacionamentos ontológicos básicos;
 - ontologia, epistemologia e semiótica;
 - impacto da análise ontológica nas metodologias de modelagem correntes;
 - arquiteturas ontológicas;
 - lógica para ontologia;
 - ontologia e representação do conhecimento;

- c) **gestão de ontologias** – análise do ciclo de vida, versionamento, comparação, alinhamento, mescla, integração e interoperabilidade de ontologias:
- metodologias e ferramentas para a modelagem, análise e comparação de ontologias;
 - comparação e avaliação de ontologias;
 - gestão, manutenção e versionamento de ontologias;
 - metodologias para a mescla, alinhamento e integração de ontologias;
 - modularização de ontologias;
 - vocabulários e sobreposição de domínios na web semântica;
 - inferência com ontologias;
 - reuso de ontologias;
 - interoperabilidade;
 - exemplos de boas práticas e estudos de casos;
- d) **ontologia e linguagem** – a relação fundamental entre ontologia e linguagem é de máxima importância, considerando as restrições que uma ontologia impõe sobre a interpretação dos termos utilizados em uma linguagem a ser interpretada, e estudada com o enfoque em diferentes aspectos:
- ontologia e semântica de linguagem natural;
 - ontologia e recursos léxicos;
 - ontologia e terminologia;
 - técnicas de aprendizado de ontologias e suas avaliações;
 - papel da ontologia em um sistema de linguagem natural;
- e) **ontologia, cognição e percepção** – investigação da influência da percepção e da cognição humana sobre as tarefas de categorização e classificação:
- esquemas conceituais, invariâncias perceptivas e caracterização ontológica;
 - experimentos psicológicos avaliando a adequação cognitiva das categorias ontológicas;

- f) **ontologia e padrões de conteúdo** – o crescimento da necessidade de definições claras e de terminologia juridicamente vinculativa aumentou, abrindo campo para pesquisas sobre padrões oficiais:
- biblioteconomia;
 - organização do conhecimento;
 - museus e repositórios culturais;
 - conteúdo multimídia;
 - descrição de produtos;
 - descrição de processos e serviços;
 - terminologias biomédicas e para outros campos da ciência;
 - uso de ontologias para avaliação de padrões;
- g) **aplicações inovadoras baseadas em ontologias** – ontologias enfrentam os mais recentes desafios do desenvolvimento científico e tecnológico:
- aprendizado híbrido e por inteligência artificial e ontologias;
 - lidar com incerteza utilizando ontologias;
 - Big Data/crowdsourcing e ontologias;
 - gerenciamento empírico de dados com ontologias;
 - reconhecimento de entidade nomeadas e ontologias.

A verificação da abrangência das pesquisas associadas à ontologia atualmente, exposta acima, apresenta um cenário multidisciplinar que se expande pelos mais variados campos da ciência, se aprofundando, inclusive, nas particularidades de cada um deles. Ciências como a computação, a linguística, a lógica e as biomédicas, por exemplo, demonstram estreitos laços com a ontologia. O editorial de 2015 da *Applied Ontology* (GUARINO; MUSEN, 2015) foca sua verificação em importantes ontologias de domínio que se destacam em suas áreas. Entre elas encontra-se a FIBO (Financial Industry Business Ontology), que possui entre seus objetivos específicos fornecer definições jurídicas vinculativas padronizadas e extensíveis de contratos de derivativos (BENNETT, 2013). Segundo Bennett, sua utilização integrou a recomendação recente do Escritório de Pesquisa Financeira do Tesouro dos Estados Unidos pela adoção de modelos conceituais baseados em ontologias, no contexto da crise financeira de Wall Street de 2008 (OFR, 2014).

Além da FIBO e de diversas outras ontologias apresentadas no editorial, é abordada a Gene Ontology (GO) (ASHBURNER et al., 2000), das ciências biomédicas. Citada em diversos estudos como caso de destaque, é considerada a ontologia biológica de maior sucesso (HASTINGS, 2017) e o maior recurso para catalogação de funções gênicas (GAUDET et al., 2017). Em quinze anos após a publicação em seu artigo introdutório, mais de 100.000 artigos científicos contendo as palavras-chave *Gene Ontology*, já foram publicados, segundo o Google Acadêmico⁶, taxa que se encontra em crescimento (DESSIMOZ; ŠKUNCA, 2017). A ontologia, até outubro de 2015, em sua forma completa contava com 43835 termos e 89475 relacionamentos (GAUDET et al., 2017).

No editorial de 2015 da *Applied Ontology*, Guarino e Musen (2015) reforçam os argumentos apresentados no editorial de seu ano de criação (GUARINO; MUSEN, 2005), observando que o foco das pesquisas publicadas na revista é intrinsecamente interdisciplinar e sugerindo que, ao ganhar fôlego crescente ao longo dos anos, a análise e modelagem conceitual ontológica poderiam estar emergindo como uma nova ciência. Outro autor que também faz referência à ontologia como ciência é Barry Smith (SMITH, 2008). O site⁷ que mantém sobre ontologias, da Universidade de Buffalo, do estado de Nova Iorque, faz referência ao desenvolvimento de ontologias para as mais variadas áreas do conhecimento humano. Entre elas constam a filosofia, metafísica, lógica, semântica, ciência da informação, ciência da computação, ciências sociais, ciência da cognição, ciências biomédicas, ciência militar, astronomia, geografia, topologia, meio ambiente, linguística, negócios e educação.

Barry Smith é também editor coordenador da Fundação *OBO – Open Biological and Biomedical Ontologies*⁸, e membro do Conselho Consultivo Científico do Consórcio *Gene Ontology*⁹, que consiste na ontologia GO elevada ao nível de consórcio. O caráter científico das ontologias, para Smith (2008), se baseia no sucesso da GO e está em sintonia com autores de renome na área, como os já citados Nicola Guarino e Mark A. Musen. Sua proposta considera que as ontologias como a

⁶ <https://scholar.google.com>. Acesso em 30/05/2017

⁷ <http://ontology.buffalo.edu>. Acesso em 13/03/2017.

⁸ <http://www.obofoundry.org/>. Acesso em 12/07/2017.

⁹ <http://www.geneontology.org/>. Acesso em 12/07/2017.

GO são, em diferentes aspectos, comparáveis às teorias, publicações de revistas e bases de dados científicas.

As propostas relacionadas ao caráter científico das ontologias, sustentada por Guarino e Musen (2015;2005) e Smith (2008) é apresentada aqui com intuito de destacar a relevância de pesquisas relacionadas às ontologias. A assimilação e a ressignificação do conceito de ontologia da filosofia pelas ciências serviu utilmente a resolução de problemas de conceitualização e compartilhamento de conhecimento. Ademais, as ontologias como modelos de conhecimento acabaram por se mostrar um campo de estudos de caráter fortemente interdisciplinar, abrangendo os mais diversos campos da ciência.

3.3 ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

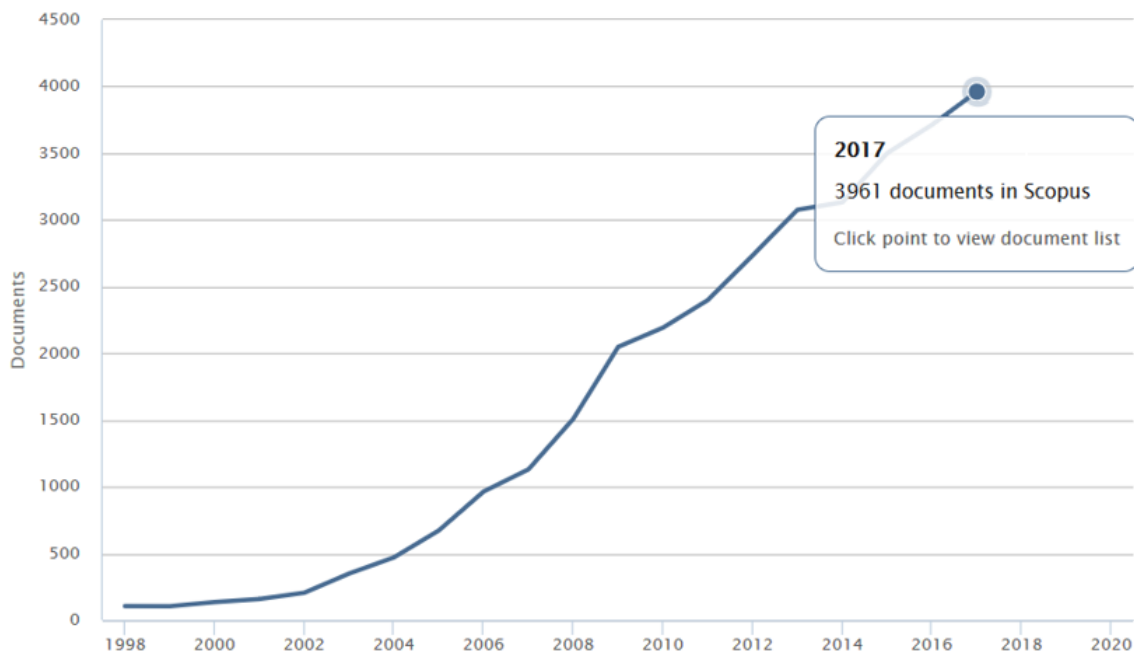
Um dos campos da ciência onde é crescente a relevância da modelagem e utilização de ontologias é a educação, tanto na modalidade presencial quanto a distância. Os estudos apresentados nesta seção demonstram a ascendente quantidade de publicações que relacionam ontologias à educação durante as últimas duas décadas.

Uma breve visão geral da área pode ser obtida através do sistema de análise de resultados da *Scopus*¹⁰, a maior base de dados de citações da literatura acadêmica revisada por pares, segundo a *Elsevier*¹¹. A realização da busca por produções acadêmicas internacionais utilizando os termos *ontology* e *education*, compreendendo a base de dados completa do serviço entre os anos de 1956 e 2017, apresenta em torno de 3400 documentos. A distribuição dos mesmos ao longo dos últimos 20 anos é exibida na Figura 14.

Figura 14 – Publicações acadêmicas internacionais utilizando os termos *ontology* e *education*

¹⁰ <https://www.scopus.com/>, acesso em 28/05/18.

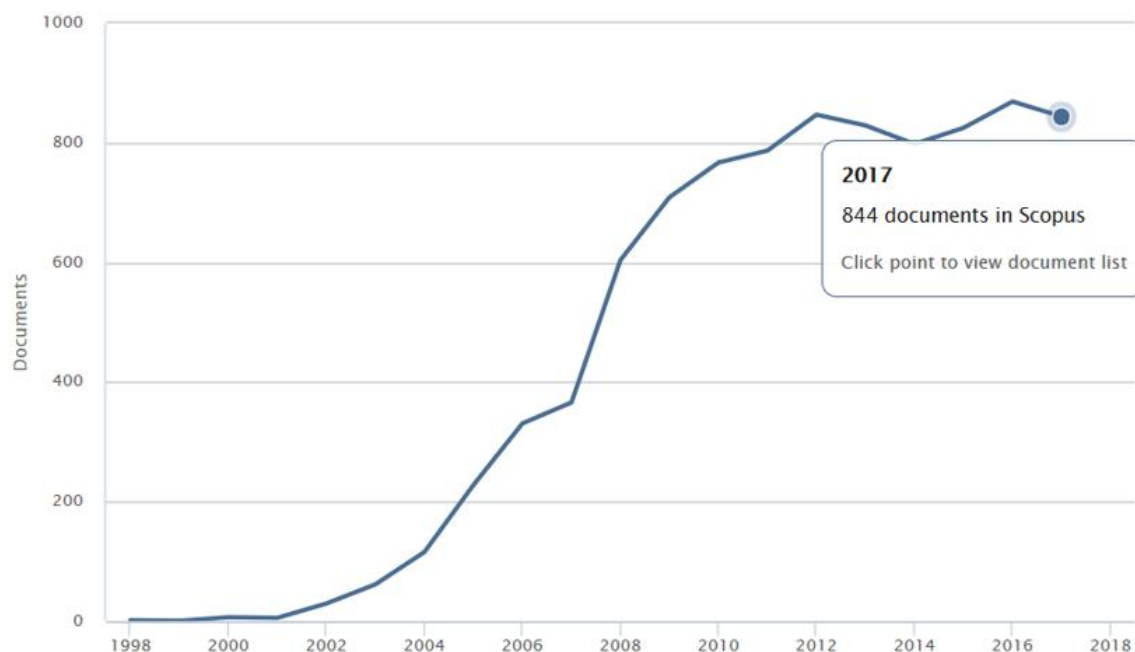
¹¹ <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>, acesso em 28/05/2018.



Fonte: O autor (2020), através de: <https://www.scopus.com/> - acesso em: 28/05/18.

Os resultados apresentados na Figura 14 demonstram o crescente interesse acadêmico pelo tema das ontologias na educação, com destaque para a ascensão razoavelmente constante desde o início dos anos 2000. Os termos utilizados, entretanto, incluem publicações relacionadas tanto a Ontologia em seu aspecto filosófico quanto o uso da apropriação do conceito pelas ciências. De forma a restringir os resultados para os documentos publicados especificamente na área das tecnologias digitais na educação, a busca foi refeita utilizando-se o termo *ontology* em conjunto com um dos sinônimos *Technology-Enhanced Learning*, *e-learning* ou *educational technology*. Assim, foram obtidas em torno de 9300 publicações entre os anos de 1984 e 2017. A distribuição das mesmas ao longo dos últimos 20 anos é exibida na Figura 15.

Figura 15 – Publicações acadêmicas internacionais utilizando os termos *ontology* em conjunto com um dos sinônimos *Technology-Enhanced Learning*, *e-learning* ou *educational technology*



Fonte: O autor (2020), através de: <https://www.scopus.com/> - acesso em: 28/05/18.

O foco na utilização de ontologias na área das tecnologias digitais aplicadas a educação objetivou priorizar publicações que abordem uma perspectiva científica ao invés da filosófica do conceito, em sintonia com a proposta desta dissertação. Neste cenário a Figura 15 indica uma estabilização da quantidade anual de publicações em torno do ano de 2012. Percebe-se a estabilização do interesse pela área, que mantém a relevância e atualidade do tema.

Nesse contexto, esta seção objetiva explorar as contribuições que as ontologias oferecem à educação através de três subseções. A primeira subseção se dedica a discutir as contribuições que a representação visual de domínios do conhecimento pode oferecer à educação. Duas dessas pesquisas realizam avaliações com alunos utilizando diferentes formas de disposição visual do conhecimento. Uma terceira realiza uma revisão da literatura acadêmica com foco na visualização de ontologias de domínio.

A segunda subseção objetiva demonstrar a diversidade das aplicações das ontologias na educação através de oito estudos de revisão da literatura acadêmica. Tais estudos consistem em revisões sistemáticas e não sistemáticas de áreas específicas da educação.

Por fim, a terceira subseção aborda a lacuna verificada nas seções anteriores: a necessidade de estudos de revisão recentes que tratem das aplicações de

ontologias na educação em suas diversas áreas, em âmbito nacional e internacional. É descrito o mapeamento sistemático da literatura acadêmica nacional nos últimos três anos realizado pelo autor desta pesquisa em conjunto com a caracterização dos estudos encontrados. São realizados ainda comentários a respeito do estudo não sistemático da literatura internacional desenvolvido pelo autor e da utilização do mesmo no decorrer desta dissertação.

3.3.1 Ontologias para o compartilhamento de conhecimento

Dentre as contribuições que as ontologias podem oferecer às diversas áreas da ciência já citadas neste trabalho, ressalta-se aqui o potencial da utilização de ontologias para a compreensão de novos conceitos e compartilhamento de informações entre estudantes e profissionais da educação. Nesse contexto, as ontologias são analisadas pela sua capacidade de representar visualmente conceitos de um domínio do conhecimento, seus atributos e relacionamentos.

Gavrilova e Leshcheva (2015) salientam o papel do pensamento visual na abordagem de um assunto de estudo, diretamente relacionado à qualidade e velocidade de memorização desse conteúdo, promovendo também a disseminação do conhecimento. Segundo as autoras, a visualização atua como uma ferramenta cognitiva que facilita a comunicação tanto na interação entre o professor e o aluno como entre as comunidades de pesquisa. Na educação, especialmente em práticas de ensino onde os estudantes trabalham em grupos, compartilhando informações e em processos de cocriação com feedback contínuo, observa-se um interesse especial em formas gráficas de codificação do conhecimento. As autoras, abordando a pesquisa e o aprendizado colaborativo, se propõem a estudar o modelamento de ontologias por estudantes em grupos.

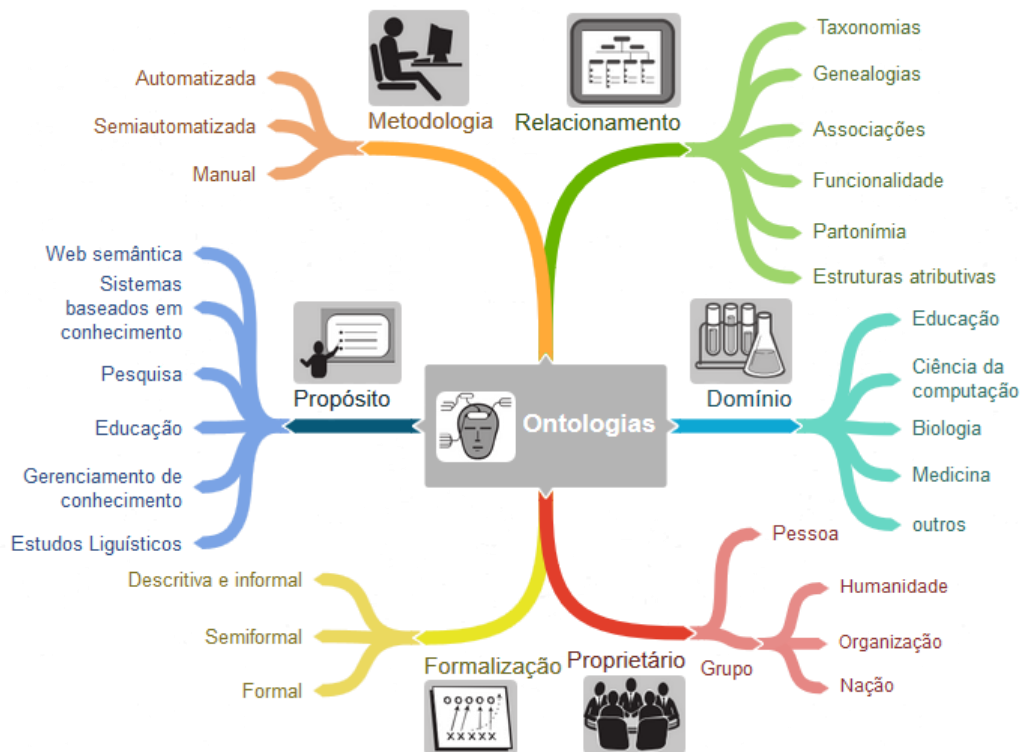
Através do estudo da literatura realizado por Gavrilova e Leshcheva (2015), é enfatizado que na última década, a representação visual do conhecimento tornou-se uma das preocupações centrais nas metodologias para desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento, fortemente relacionadas com a modelagem de ontologias. Através das suas contribuições para a visualização de conceitos, ontologias tem sido utilizadas na busca pelo melhor entendimento do domínio, na criação, no compartilhamento e reuso do conhecimento, no aprendizado

colaborativo, na solução de problemas, na busca por conselhos ou na construção de competências através do aprendizado com colegas.

De forma a exemplificar a contribuição da representação visual para o entendimento de conceitos, as autoras apresentam um mapa de conhecimentos, que também chamam de metaontologia, cuja tradução é apresentada na

Figura 16, ilustrando diferentes características de uma ontologia. Essas características são agrupadas nas seguintes categorias: propósito; domínio; relacionamento; metodologia; formalização; proprietário ou mantenedor. O propósito e o domínio estão relacionados à utilização da ontologia e a sua área de aplicação. O relacionamento diz respeito à relação entre os conceitos representados e a metodologia está relacionada ao seu processo de modelagem. A formalização trata da apresentação das informações contidas no modelo enquanto que categoria proprietário indica os responsáveis pela sua gestão e manutenção.

Figura 16 – Sintetização das contribuições das ontologias à pesquisa e à educação



Fonte: Adaptado de Gavrilova e Leshcheva (2015), elaborado pelo autor (2020).

Gavrilova e Leshcheva (2015) também afirmam que a utilização de estruturação visual de informações para melhorar a qualidade do entendimento e memorização entre pesquisadores não é uma ideia nova. Relatos da utilização de mapas conceituais e modelos mentais para o compartilhamento de conhecimento existem há mais de vinte anos, abordando uma noção filosófica da ontologia. Entretanto, as autoras identificam que a utilização de ontologias sob a perspectiva científica, como modelo formal de conceitualização de conhecimento na pesquisa e na pedagogia é relativamente nova. Existindo centenas de técnicas e notações que auxiliam na definição e na visualização de modelos conceituais, atualmente a ontologia é considerada a forma mais universal e compartilhável de representação e modelamento de conhecimento.

Concluindo as suas afirmações, as autoras consideram que as ontologias são ferramentas de estruturação úteis por provirem um eixo organizacional ao longo do qual cada pesquisador ou estudante pode marcar mentalmente sua visão no hiperespaço de informação do domínio de conhecimento. Em grupos, enquanto que ontologias desenvolvidas por outros consistem em meios convenientes e compactos

para a aquisição de novos conhecimentos, a experiência de desenvolver uma ontologia coletivamente permite aos participantes construir a maior compreensão possível do domínio modelado.

Saghafi (2016) explora a ideia que a visualização, em geral, é criada para aumentar as capacidades humanas na realização de uma tarefa. Entre essas tarefas, constam a identificação implícita de conhecimento em um domínio, integração de fontes de dados e a compreensão de um domínio em geral, todas elas diretamente relacionadas à pesquisa e à educação. O objetivo do seu trabalho consiste em investigar a literatura existente com foco na visualização de ontologias de domínio e na síntese dos dados de pesquisas empíricas experimentais avaliando diferentes formas de visualização de ontologias.

Explorando o processo de modelagem de ontologias, Chuprina, Alexandrov e Alexandrov (2016) buscam auxiliar estudantes e especialistas da área da tecnologia da informação na construção de competências necessárias à ciência de dados. Além de tratar de erros comuns encontrados no desenvolvimento de ontologias por alunos, os autores adaptaram ontologias de domínio de forma a prover informações comparativas entre as competências necessárias às ciências da computação e de dados.

O estudo de Lomov e Shishaev (2014) almeja a simplificação do entendimento de ontologias por seus usuários. Os autores desenvolveram estruturas para a visualização de conceitos com o intuito de aumentar a efetividade da utilização desses modelos para o compartilhamento de conhecimento. Lomov e Shishaev concluem que suas estruturas garantiram aos usuários interpretações mais rápidas e corretas dos significados dos conceitos representados, quando comparadas com métodos tradicionais de visualização de ontologias.

Prajapati e Chaturvedi (2017) exploram o papel das ontologias para a representação de conhecimento visando o desenvolvimento de um sistema de tomada de decisões cognitivas. Os autores modelam uma ontologia para o domínio dos motores elétricos e testam o seu potencial para responder questões básicas de alunos sobre o tema, considerando-a útil no seu ensino. Em seu estudo, descrevem as abordagens utilizadas no desenvolvimento da ontologia e discutem seus pontos positivos e negativos. O sistema de decisões cognitivas é implementado através do conjunto de perguntas realizadas pelos alunos e do retorno das respostas.

Kriglstein (2010) ressalta as contribuições das ontologias para a educação na apresentação da estrutura curricular em apoio a estudantes no planejamento dos seus estudos e a professores na organização de seus cursos. A sua pesquisa investiga três diferentes layouts para uma ferramenta de visualização de ontologias, discutindo qual versão foi preferida por seus usuários.

3.3.2 Aplicações de ontologias na educação: estudos de revisão da literatura

Percebe-se que a expansão da utilização das ontologias em variadas ciências se associa a sua crescente popularidade na educação. Na seção 3.3.1 foram analisados estudos com aplicações de tais modelos em práticas pedagógicas e para o compartilhamento de conhecimento de uma forma geral. Nesta seção, as possíveis contribuições que a utilização das ontologias oferece à educação são apresentadas através de diversos artigos de revisão da literatura acadêmica.

A Tabela 1 apresenta os oito estudos de revisão obtidos, que abrangem a educação e algumas de suas áreas específicas. Apenas um deles analisa publicações na área da educação como um todo, sendo realizado em 2005, consistindo em uma revisão não sistemática.

Tabela 1 – Estudos de revisão da literatura sobre as contribuições das ontologias na educação

Estudo	Área	Tipo de Revisão	Periódico	Conferência
(DICHEVA et al., 2005)	Educação	Não sistemática	-	Internacional
(SOUZA; DURAN; VIEIRA, 2014)	PBL	Sistemática	-	Nacional
(RUIZ-INIESTA; CORCHO, 2014)	Documentos Escolares e Acadêmicos	Não sistemática	-	Internacional
(AL-YAHYA; GEORGE; ALFARIES, 2015)	Educação a distância	Não sistemática	Internacional	-
(ZEM-LOPES et al., 2013)	Ambientes Virtuais de Aprendizagem	Sistemática	-	Nacional
(PEREIRA; SIQUEIRA, 2014)	Ambientes Virtuais de Aprendizagem	Sistemática	-	Nacional
(CAMPOS; GOMES; LINO, 2016)	Ensino em Saúde	Não sistemática	-	Nacional
(TARUS; NIU; MUSTAFA, 2017)	SR baseados em ontologias na Educação	Sistemática	Internacional	-

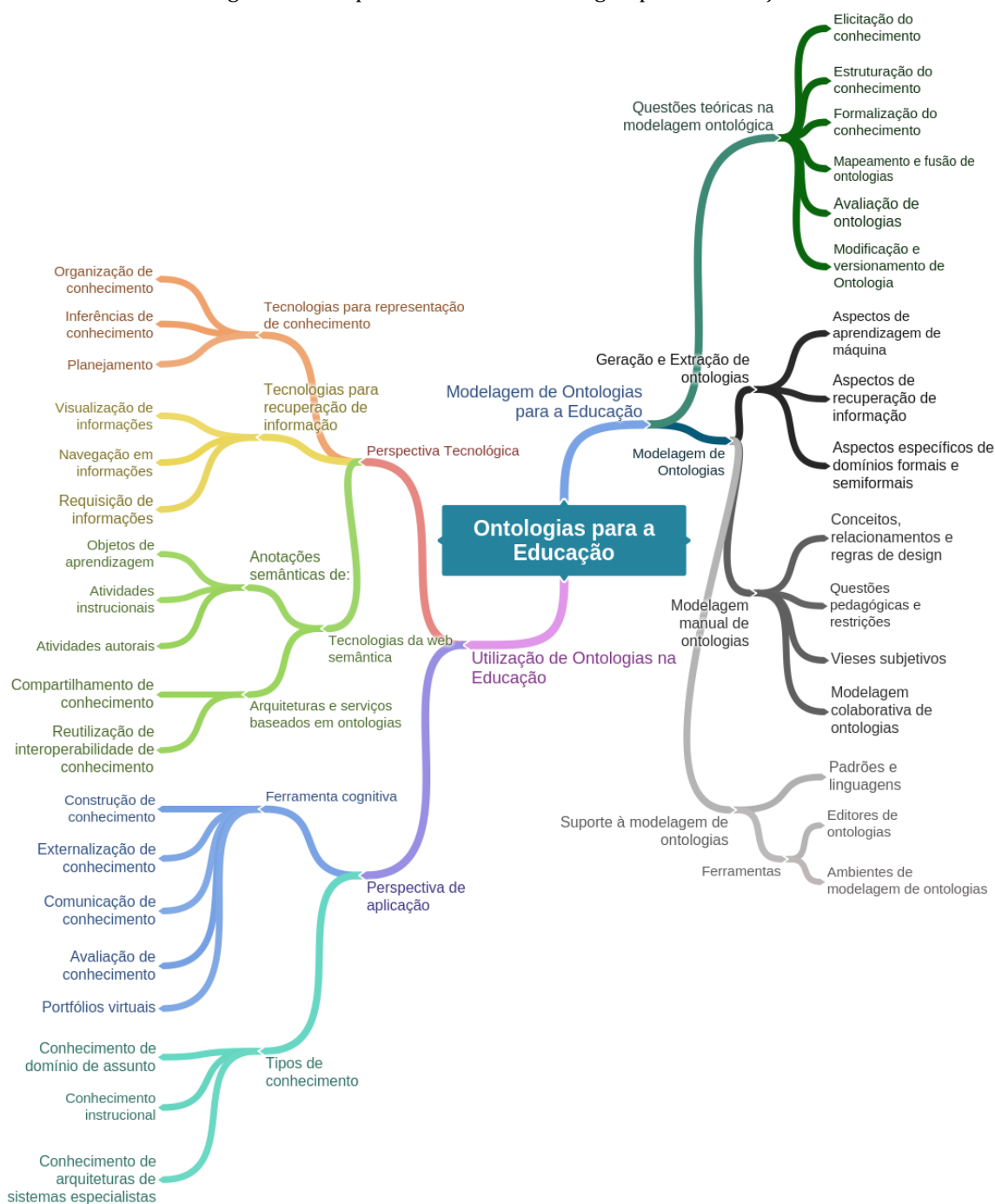
Fonte: O autor (2020).

Ainda sobre a Tabela 1, percebe-se que há espaço para a publicação de estudos de revisão da literatura acadêmica com esse tipo de escopo tanto em conferências quanto em periódicos científicos, em nível nacional e internacional. Em âmbito nacional, porém, são identificadas publicações de revisões da literatura apenas em conferências acadêmicas.

Abordando a educação em geral, o trabalho de Dicheva et al. (2005) busca apresentar o estado da arte para a aplicação de ontologias e relatar a criação de um portal web para aplicações na área. Dessa forma, objetivam promover a criação de uma rede através da qual pesquisadores, estudantes e profissionais possam encontrar informações sobre projetos de pesquisa disponíveis e práticas bem sucedidas na área. Os autores apontam também que o campo da educação foi um dos primeiros onde surgiu a compreensão das ontologias como ferramentas cognitivas. Em muitos aspectos, segundo Dicheva et al., essa compreensão é devida à ampla disseminação do paradigma construtivista de aprendizagem e a extensão do uso de tecnologias de conhecimento como mapas conceituais, mapas mentais e outros para fins de aprendizagem.

O estado da arte desenvolvido na pesquisa de Dicheva et al. (2005) resultou no mapa conceitual apresentado na Figura 17. Nela, as pesquisas relacionadas às ontologias na educação podem ser consideradas sob dois aspectos: (1) quanto à modelagem de ontologias para a educação, focando nas questões teóricas ou práticas relevantes a modelagem nesse contexto específico; (2) ou quanto à aplicabilidade das ontologias como tecnologias de apoio a educação, ferramentas cognitivas, facilitando a solução de algum problema educacional, a representação de conhecimento, a recuperação de conhecimento a interoperabilidade de sistemas e componentes baseados no conhecimento, ou na avaliação do conhecimento estrutural. Na Figura 17 esses dois aspectos se dividem entre o braço direito do mapa, que agrupa os conceitos relacionados à modelagem de ontologias para a educação e o seu braço esquerdo, o voltado às aplicações de ontologias na educação.

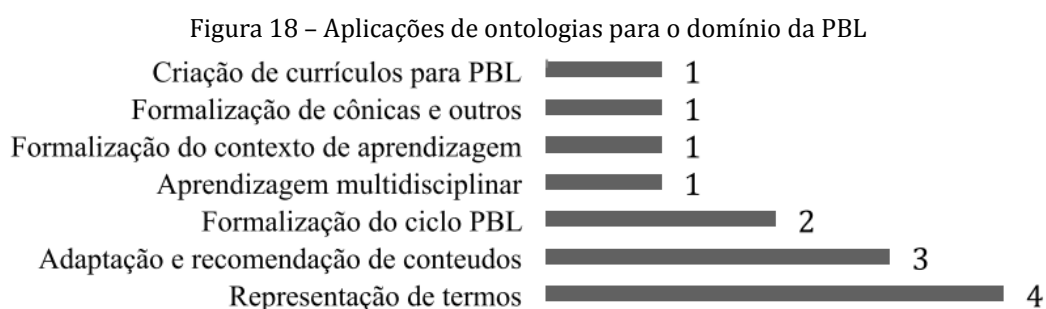
Figura 17 – Mapa conceitual das ontologias para a educação



Fonte: Adaptado de Dicheva et al. (2005), elaborado pelo autor (2020).

A utilização e a modelagem de ontologias para contextos específicos da educação podem ser avaliadas através de trabalhos de revisão da literatura acadêmica como o de Souza, Duran e Vieira (2014). Em seu estudo, os autores apresentam um mapeamento sistemático da literatura na área das metodologias de ensino, abordando a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, cuja sigla, PBL, representa a expressão em língua inglesa *Problem-Based Learning*. Em

seu estudo, os autores buscam identificar quais tipos de ontologias estão sendo propostas para o domínio da PBL, avaliando publicações escritas em língua inglesa e portuguesa entre os anos 2007 e 2013. O processo de mapeamento, com seus critérios de inclusão e exclusão de artigos baseados nos objetivos de pesquisa dos autores resultou em treze artigos que propunham ontologias para a metodologia PBL. Na Figura 18 são apresentadas as aplicações identificadas pelos autores das ontologias propostas nos artigos avaliados. Esses resultados podem ser comparados aos obtidos nos mapeamentos anteriormente citados e outros contextos da educação. A representação de termos, semelhante ao modelamento de domínios na educação, bem como a adaptação e recomendação de conteúdos são as aplicações mais frequentes nesse estudo.



Fonte: Souza, Duran E Vieira (2014).

No trabalho de Ruiz-Iniesta e Corcho (2014) é realizado o estudo de ontologias utilizadas para a modelagem de documentos escolares e acadêmicos. É apresentado um estado da arte para as ontologias consideradas mais importantes para a descrição desses documentos, além de exemplos com a sua utilização. Em suas conclusões, os autores destacam como contribuições da pesquisa a descrição de um modelo para o enriquecimento das informações baseado nessas ontologias e a classificação das mesmas em dois grupos: as que descrevem o tipo de discurso de um documento, se científico ou genérico e as que descrevem a estrutura dos documentos. Como complemento a esses grupos, são referenciadas também ontologias dedicadas à descrição de referências e citações.

A pesquisa realizada por Al-Yahya, George e Alfaries (2015) apresenta uma revisão da literatura avaliando a utilização de termos relacionados a ontologias e

educação a distância entre os anos 2000 e 2012. Os autores utilizaram as seguintes bases de dados e ferramentas de pesquisa acadêmica: ACM Digital Library¹², IEEE Xplore¹³, Elsevier (via ScienceDirect¹⁴), Web of Science¹⁵ e o Google Scholar¹⁶. Para a educação a distância, Al-Yahya, George e Alfaries (2015) classificam o papel das ontologias em quatro categorias:

- a) modelagem e gestão do currículo;
- b) descrição de domínios do aprendizado;
- c) descrição de dados do aluno;
- d) descrição de serviços da educação a distância.

As publicações avaliadas por Al-Yahya, George e Alfaries (2015) foram ainda classificadas em tarefas na educação a distância, relacionadas às quatro categorias descritas acima. A Figura 19 apresenta um gráfico que relaciona cada uma dessas tarefas executadas através de ontologias e quantidade de publicações em que elas aparecem. Tarefas como a personalização do aprendizado são as mais presentes nos artigos avaliados, seguidas da busca e recuperação de recursos de aprendizado, modelamento de perfil de alunos, descrição do domínio de aprendizado e demais tarefas menos frequentes.

Figura 19 – Classificação das ontologias de acordo com as tarefas na educação a distância

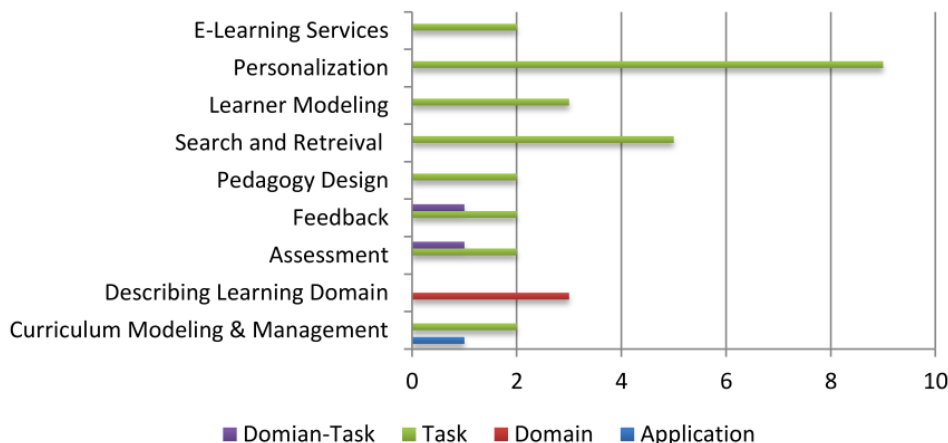
¹² <http://dl.acm.org/>, acesso em 21/06/2017.

¹³ <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>, acesso em 21/06/2017.

¹⁴ <http://www.sciencedirect.com/>, acesso em 21/06/17.

¹⁵ <https://www.webofknowledge.com/>, acesso em 12/07/2017.

¹⁶ <https://scholar.google.com>, acesso em 12/07/2017.



Fonte: Al-Yahya, George E Alfaries (2015).

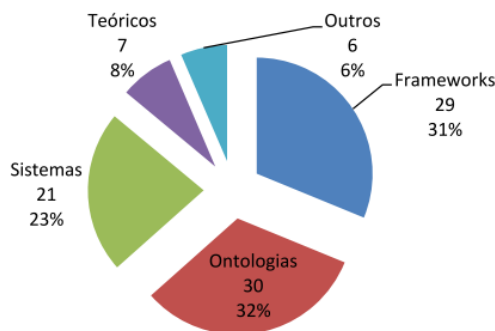
No contexto dos AVAs, Zem-Lopes et al. (2013) realizam uma Revisão Sistemática da literatura objetivando avaliar como as tecnologias da Web Semântica tem sido utilizadas em ambientes educacionais. Os autores buscaram estudos nacionais e internacionais, obtendo através das seguintes bases de dados e ferramentas de pesquisa acadêmica: ACM Digital Library, IEEE Xplore, Elsevier (via ScienceDirect), Springer¹⁷ e Scopus.

Através de critérios como a apresentação de propostas de ontologias para a educação, metodologias de implementação, estudos de caso sobre Web Semântica em educação, diretrizes para Web Semântica em educação e frameworks para Web Semântica em educação, Zem-Lopes et al. obtiveram 445 estudos. Após a exclusão de itens duplicados e que não se mostraram relevantes para a revisão mantiveram-se 92 artigos avaliados.

Entre os estudos avaliados pelos autores, a Figura 20 indica a distribuição de tecnologias da Web Semântica aplicadas em ambientes educacionais, com predomínio da utilização de ontologias. Foram citadas nesses estudos as ontologias Fedora, Mulgara, G.O. (Gene Ontology), SCORM, SKOS, LOCO, LOCO-cite, UMMO, GUMO, SIOC, ALoCOM, COES, AVATAR entre outras. Estudos que apresentaram apenas aspectos teóricos ou filosóficos sobre a utilização de Web Semântica para desenvolvimento de ambientes educacionais não foram incluídos nessa revisão.

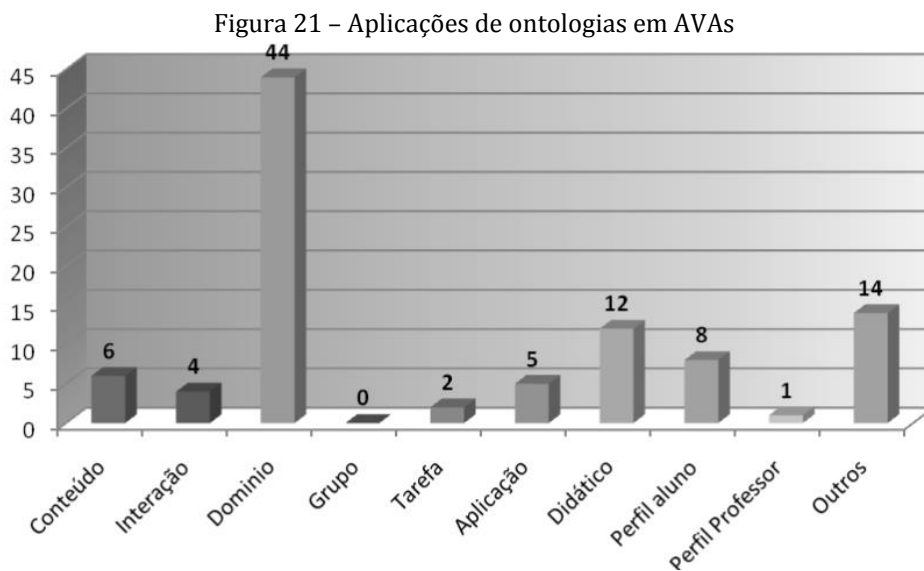
Figura 20 – Tecnologias da Web Semântica aplicadas em ambientes educacionais

¹⁷ <https://link.springer.com/>, acesso em 21/06/2017.



Fonte: Zem-Lopes et al. (2013)

Ainda tratando de AVAs, Pereira e Siqueira (2014) realizam um mapeamento sistemática da literatura acadêmica produzidas em língua inglesa e portuguesa avaliando um total de 99 artigos. Na Figura 21 os autores apresentam os resultados obtidos quanto às aplicações de ontologias em AVAs, sendo as ontologias modeladas para domínios de áreas específicas de conhecimento do conteúdo educacional as mais presentes na literatura obtida. Seguem em ordem decrescente aplicações como a descrição do material didático, do perfil do aluno e dos conteúdos nos AVAs.



Fonte: Pereira e Siqueira (2014).

Na área do ensino em saúde Campos, Gomes e Lino (2016) buscam identificar o estado da arte para as contribuições das ontologias na educação suportada por tecnologias da educação. A análise realizada pelos autores avaliou dezessete artigos publicados entre os anos 2006 e 2015, buscando classifica-los sob dois aspectos: os propósitos educacionais da pesquisa e as contribuições da ontologia utilizada.

Os propósitos educacionais de cada artigo foram divididos em seis categorias:

- a) promover a divulgação de dados de textos clínicos ou pesquisas científicas;
- b) propagar conhecimento de áreas específicas da medicina;
- c) motivar pacientes a partir de objetos de aprendizagem que tratam da importância do uso de medicamentos;
- d) enriquecer programas de treinamento médico com objetos de aprendizagem;
- e) colaborar com propostas de ensino que utilizam tecnologias interativas;
- f) recuperar objetos de aprendizagem de referência da área médica.

As contribuições das ontologias para o cumprimento dos propósitos educacionais da pesquisa citados foram distribuídos em três funções:

- a) representar informações de áreas da medicina, dados de pesquisas científicas, dados de pacientes e profissionais da área;
- b) fornecer termos padronizados e conceitos para anotação semântica de objetos de aprendizagem;
- c) construir relações conceituais entre termos sinônimos com o objetivo de simplificar termos médicos complexos.

Dos dezessete artigos avaliados, os propósitos mais frequentes foram, respectivamente: o segundo, associado ao potencial de representação e compartilhamento de informações oferecido pelas ontologias, discutido anteriormente; e o sexto, que trata da procura e recuperação de informações, presente também nos estudos seguintes. Entre as funções desempenhadas pelas ontologias nesses artigos, a primeira função se mostrou mais frequente, diretamente relacionada ao segundo propósito, seguida pela segunda função, diretamente relacionada ao sexto propósito. A frequência desses dois pares de propósito e

função se assemelham aos benefícios para a utilização e modelagem de ontologias na educação destacados em outros estudos aqui apresentados.

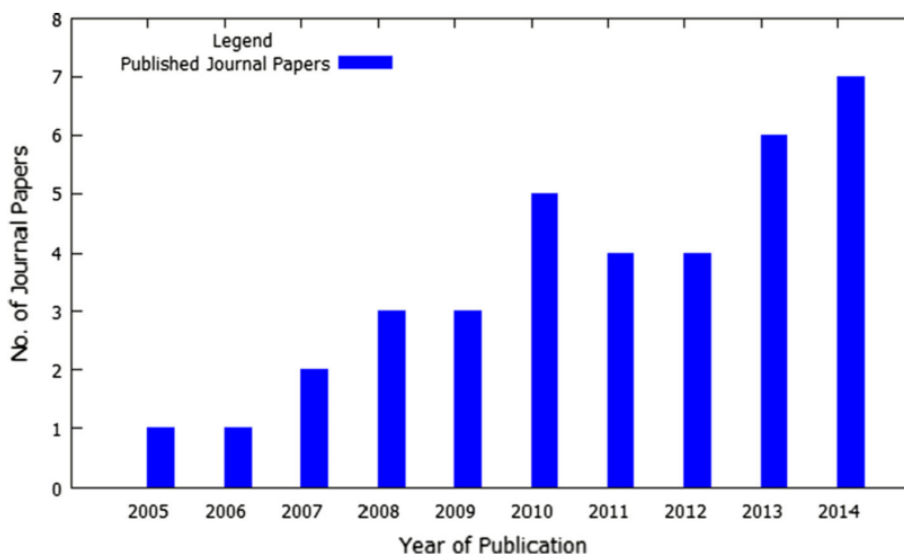
Em suas conclusões, Campos, Gomes e Lino (2016) se referem a um aumento exponencial da quantidade de informações relacionadas à saúde disponíveis em ambientes digitais. Os autores consideram a utilização de ontologias como um método adequado para se lidar com essas informações através da representação e organização de recursos digitais destinados à educação no domínio da saúde.

Aproximando-se da proposta de pesquisa deste projeto, Tarus, Niu e Mustafa (2017) realizam uma revisão da literatura sobre Sistemas de Recomendação (SRs) baseados em ontologias na educação. O trabalho dos autores consistiu em uma revisão executada em duas etapas. Na primeira etapa foram mapeadas revisões já realizadas na literatura com objetivos similares, de forma a identificar quais lacunas existiriam nesse tipo de proposta. A partir dos resultados do primeiro mapeamento os autores estabeleceram critérios a serem seguidos na segunda etapa, o mapeamento de artigos relacionados a técnicas de recomendação baseadas em ontologias e aplicadas na educação.

A segunda e principal etapa do mapeamento de Tarus, Niu e Mustafa (2017) consistiu na seleção de publicações relevantes para a área de estudos. Essa seleção se baseou nos seguintes critérios: artigos internacionais em revistas conceituadas, de alto fator de impacto; publicação realizada entre os anos de 2005 e 2014; apresentação de técnicas distintas de recomendação; utilização de ontologias como uma das técnicas para representação do conhecimento; área de aplicação sendo a educação a distância. As ferramentas de busca utilizadas pelos autores resultaram em 229 artigos, que lidos com atenção foram novamente filtrados, restando apenas 36 artigos que cumpriram com os requisitos estabelecidos.

A Figura 22 apresenta a distribuição desses artigos de acordo com o seu ano de publicação. O crescimento da quantidade de publicações ao longo dos anos de 2005 a 2014 identificado na figura se assemelha ao apresentado por outros estudos.

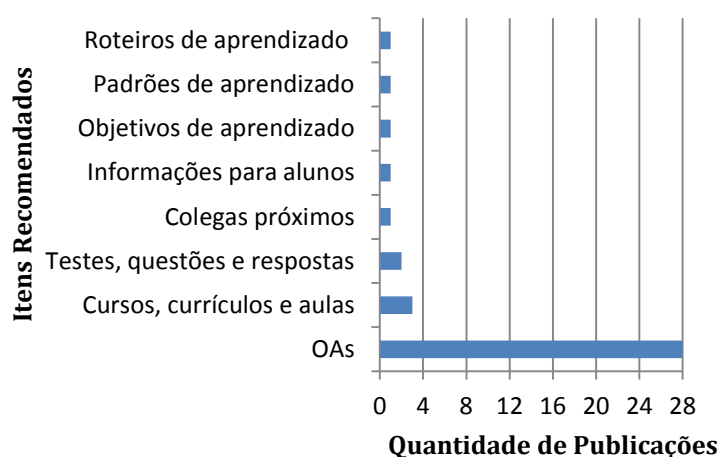
Figura 22 – Distribuição dos artigos relevantes de acordo com o ano de publicação



Fonte: Tarus, Niu e Mustafa (2017).

As diferentes aplicações dos SRs nos 36 artigos analisados por Tarus, Niu e Mustafa (2017) são apresentados na Figura 23. Percebe-se que os itens mais populares para recomendação são os que apresentam o perfil de Objetos de Aprendizagem (OAs), estando presentes em 28 artigos. Em seguida consta a recomendação de cursos, currículos e aulas em três artigos, e testes, questões e respostas em apenas dois. Os outros tipos de itens estão presentes em uma publicação cada.

Figura 23 – Itens recomendados em SRs baseados em ontologias na educação



Fonte: Autor (2020), baseado em Tarus, Niu e Mustafa (2017).

A pesquisa de Tarus, Niu e Mustafa (2017) conclui que ontologias são largamente utilizadas em SRs na educação. Segundo os autores, a agregação de

ontologias para o domínio da educação no processo de recomendação educacional pode melhorar a acurácia e a qualidade das recomendações, além de atenuar dificuldades enfrentadas de forma geral por SRs. O estudo ainda considera ontologias como ferramentas úteis para a representação de conhecimento em SR no contexto da educação.

3.3.3 Mapeamento da produção acadêmica no cenário nacional atual

Para o cenário brasileiro foi realizado um mapeamento sistemático da literatura. Os artigos de caráter internacional apresentados neste trabalho foram obtidos através de um mapeamento não sistemático. Ambos os mapeamentos, entretanto, solicitaram critérios bem definidos para a sua execução, visto que os termos ontologia e educação se ramificam pelas mais diversas áreas do conhecimento, tanto na perspectiva filosófica quanto científica. Sem a utilização de tais critérios, a variedade de artigos científicos obtidos através dos sistemas de busca acadêmica utilizando-se os dois termos torna impraticável tal investigação.

O mapeamento das pesquisas nacionais foi realizado através da ferramenta de busca acadêmica Google Acadêmico. Tal ferramenta abrange congressos e revistas relevantes para o tema de busca e que estão fora do escopo de outras ferramentas nacionais, como o Portal de Periódicos CAPES/MEC¹⁸. O Portal da Capes não se mostrou satisfatório na realização de buscas em revistas e conferências como, por exemplo, as da Comissão Especial de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação¹⁹. Em contrapartida, o Google Acadêmico retorna resultados em demasia, incluindo muitas referências não relevantes aos objetivos de pesquisa, sendo necessária a definição de critérios específicos para a filtragem das referências obtidas.

Os mais importantes desses critérios a serem utilizados nas ferramentas de busca são as palavras-chave. Nesse mapeamento, as palavras-chave utilizadas foram definidas através de uma busca inicial, não sistemática, de caráter exploratório. Essa busca, também realizada através do Google Acadêmico, baseou-se em termos que

¹⁸ <http://www.periodicos.capes.gov.br/>, acesso em 19/06/2017.

¹⁹ <http://www.sbc.org.br/14-comissoes/93-comissao-especial-de-informatica-na-educacao>, acesso em 19/06/2017.

remetessem a aplicações de ontologias na educação. Utilizaram-se os termos como: ontologias, educação, Sistemas de Recomendação (SR), Objetos de Aprendizagem (OA) e Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Os artigos preliminarmente obtidos permitiram a identificação de autores que atualmente publicam resultados de projetos de pesquisa relacionados à utilização de ontologias em aplicações tecnológicas educacionais.

Após a obtenção de aproximadamente 60 documentos, divididos entre artigos científicos publicados em revistas indexadas, em anais de congressos, capítulos de livros, teses de doutorado e dissertações de mestrado, foi utilizado um software para análise qualitativa de dados, o Nvivo²⁰, para a obtenção dos termos mais frequentes nesses documentos. Os termos relevantes ao mapeamento realizado e que mais se repetiram foram agrupados por semelhança de significados, sendo apresentados os dezoito primeiros termos na Tabela 2.

Tabela 2 - Dezoito primeiros termos mais frequentes no levantamento inicial de artigos

Palavra	Freq.	Palavras similares
aprendizagem	187	aprendizagem, learn, learning, aprendido
educação	94	educação, educacionais, educacional, education, educational, educators
sistemas	85	sistema, sistemas, system, systems
ontologia	76	ontologia, ontologias, ontological, ontologies, ontology
objetos	58	objeto, objetos, object, objective, objects
ensino	52	ensino, ensinios
alunos	48	aluno, alunos
ferramentas	48	ferramenta, ferramentas
modelo	47	modelo, modelos
processo	41	processo, processos
Oas	40	oa, oas, ilo, lo
dados	39	dado, dados
web	38	web
conhecimento	37	conhecimento, conhecimentos
recomendação	35	recomendação
contexto	33	contexto, contextos
tecnologias	32	tecnologia, tecnologias
ambientes	30	ambiente, ambientes

Fonte: O autor (2020).

Dos termos da Tabela 2, foram escolhidos como palavras-chave aqueles entendidos como de aspecto mais abrangente para a educação, marcados em negrito, objetivando-se a obtenção de novas e diferenciadas produções acadêmicas na área. A Figura 24 exibe uma nuvem de tags que representa o conjunto dos termos

²⁰ <http://www.qsrinternational.com/nvivo-portuguese>, acesso em 19/06/2017.

não agrupados mais frequentes nos documentos iniciais, desenvolvida a partir da análise desses documentos com o software Nvivo.

Figura 24 – Nuvem de tags que representa o conjunto de termos obtidos com o software Nvivo



Fonte: O autor (2020).

Definidas as palavras-chave foi possível determinar os próximos critérios para a busca em âmbito nacional. Tais critérios foram considerados buscando-se alcançar uma quantidade analisável de publicações, priorizando-se a atualidade das mesmas e a sua relevância para a pesquisa. Os termos relacionados a ontologia em sua perspectiva filosófica foram listados nos critérios de exclusão. Foram excluídos todos aqueles cuja presença afetou significativamente os resultados. Os critérios foram:

- a) **primeiro conjunto de palavras-chave** - ontologia AND educação;
- b) **segundo conjunto de palavras-chave** - ontologia AND educacional;
- c) **terceiro conjunto de palavras-chave** - ontologia AND aprendizagem;
- d) **quarto conjunto de palavras-chave** - ontologia AND "objeto de aprendizagem" OR "objetos de aprendizagem";
- e) **quinto conjunto de palavras-chave** - ontologia AND "ambiente de aprendizagem" OR "ambientes de aprendizagem";
- f) **termos excluídos dos resultados das pesquisas** - -marx -marxismo - marxista -ideologia -"coaching ontológico" -"dimensão ontológica" - antropologia -subjetividade -dialética -metafísica -existencial - antropológica -fenomenologia
- g) **ano de publicação** - de 2014 a 2016;

- h) literatura acadêmica em língua portuguesa;
- i) **tipos de literatura acadêmica aceita** - artigos publicados em periódicos e anais de conferências.

A estratégia adotada, ao se dividir as palavras-chave em cinco conjuntos, visou possibilitar a inclusão do maior número possível de termos excluídos nos resultados das pesquisas. Essa possibilidade se dá pela limitação da quantidade de caracteres que podem ser inseridos na ferramenta de busca do Google Acadêmico. Quanto mais termos são utilizados para a redução dos resultados, mais específicos os resultados se tornam e menos árduo o trabalho de filtragem dos mesmos.

Os resultados obtidos com as cinco categorias de palavras-chave são apresentados na Tabela 3. Na coluna Resultado Inicial é exibida a quantidade de publicações com cada conjunto de palavras-chave, respeitando-se o critério do ano de publicação. Na coluna Primeira filtragem apresenta-se a quantidade de publicações em cada categoria após a eliminação das que possuem algum dos termos excluídos, o que reduziu em torno de dez vezes os resultados obtidos. Com o agrupamento manual das publicações, foi possível eliminar os resultados: duplicados; não escritos em língua portuguesa; e diferentes de artigos publicados em periódicos e anais de conferências. Essa análise, novamente, reduziu em torno de dez vezes os resultados obtidos na primeira filtragem, sendo o total de publicações apresentado na coluna Segunda filtragem. A terceira filtragem consistiu na análise breve do conteúdo de cada publicação, eliminando aquelas cujo conteúdo não dizia respeito a aplicações de ontologias sob a perspectiva científica na educação, obtendo um total final de noventa e três artigos.

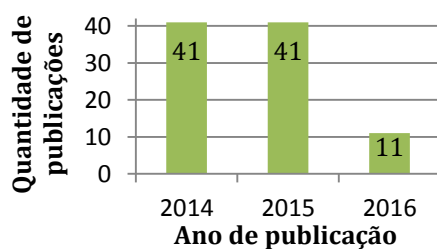
Tabela 3 – Quantidade de publicações obtidas em cada etapa do mapeamento sistemático

Palavras-chave Utilizadas	Resultado Inicial	Primeira filtragem	Segunda filtragem	Terceira filtragem
ontologia AND educação	13400	1270		
ontologia AND educacional	8670	771		
ontologia AND aprendizagem	8130	894		
ontologia AND "objeto de aprendizagem" OR "objetos de aprendizagem"	356	178		
ontologia AND "ambiente de aprendizagem" OR "ambientes de aprendizagem"	571	119		
Total	31127	3232	323	93

Fonte: O autor (2020).

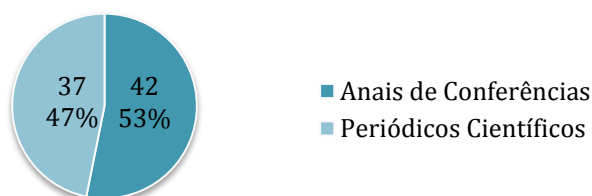
A análise dos artigos obtidos com o mapeamento sistemático possibilitou a aquisição de diversas informações relacionadas à distribuição das publicações ao longo dos anos, entre periódicos científicos e anais de conferências e à sua área de publicação. Dos três anos avaliados, percebeu-se uma queda na quantidade de publicações no ano de 2016, conforme exibido na Figura 25. Os dados obtidos neste mapeamento e em mapeamentos similares, entretanto, são insuficientes para a constatação de uma queda no interesse a respeito de tema no ano de 2016. A quantidade de publicações em periódicos científicos é similar a em anais de conferências, conforme a Figura 26.

Figura 25 – Relação entre a quantidade de publicações em relação ao ano de publicação



Fonte: O autor (2020).

Figura 26 – Relação entre a quantidade de publicações em anais de conferências e periódicos científicos

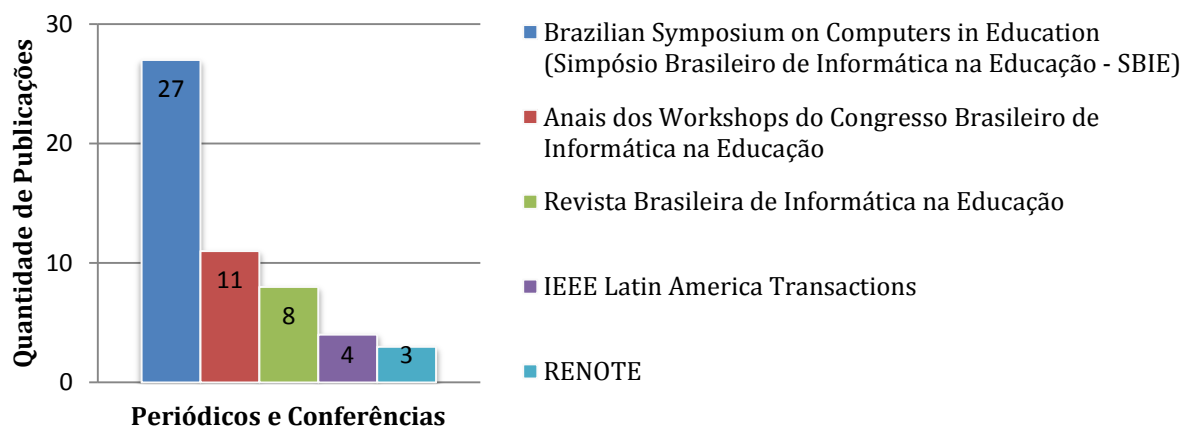


Fonte: O autor (2020).

Quanto à diversidade dos veículos de publicações desses artigos, as conferências da Comissão Especial de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação despontaram entre a primeira e a segunda posição em

quantidade de artigos publicados. Os resultados somados das duas conferências se aproximam da quantidade total de publicações, conforme exibido pela Figura 27.

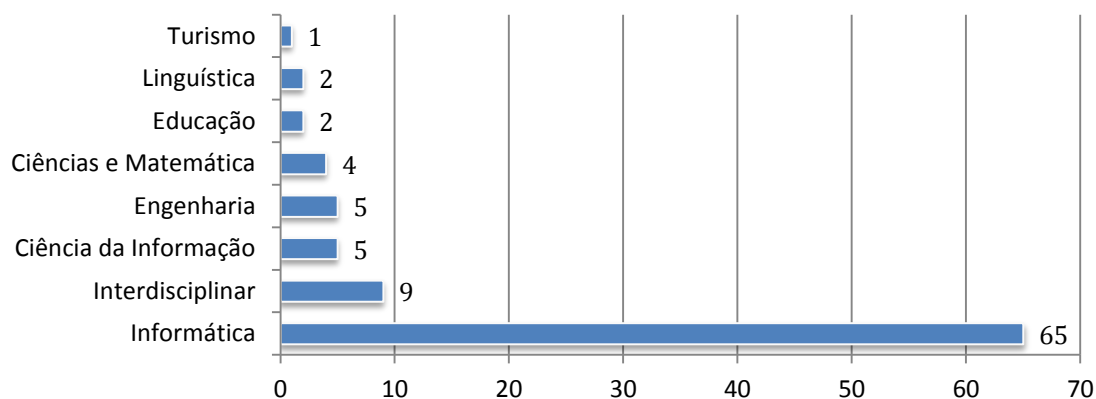
Figura 27 – Relação entre a quantidade de publicações em diferentes periódicos e conferências científicas



Fonte: O autor (2020).

A Figura 28 apresenta as áreas de publicação dos periódicos e conferências científicas. As áreas foram associadas por aproximação. A área com maior percentual de publicações, informática, englobou periódicos e conferências de outras áreas como ciência da computação, informática na educação, banco de dados e outras, por exemplo. Periódicos e conferências classificados como interdisciplinar, área em segundo lugar em quantidade de publicações, apresentaram grande variação de escopos de pesquisa, não permitindo serem classificados em áreas mais específicas.

Figura 28 – Quantidade de artigos publicados em periódicos e conferências científicas em cada área



Fonte: O autor (2020).

Conforme demonstrado na seção anterior, os benefícios das ontologias potencialmente se aplicam às áreas da educação em geral. Entretanto, a Figura 27 e a Figura 28, como resultados de um mapeamento sistemático, confirmam as expectativas adquiridas nas análises anteriores ao mapeamento que indicavam a predominância de periódicos e conferências de áreas relacionadas à ciência da computação na publicação desses artigos.

Não foi realizado o mapeamento sistemático das publicações internacionais devido ao tempo demandado por esse tipo de metodologia, que não se enquadrou no cronograma desta dissertação. Porém, a revisão da literatura internacional seguiu critérios bem definidos, utilizando palavras-chave em língua inglesa similares às do mapeamento sistemático. As ferramentas de busca foram o Google Acadêmico, por sua abrangência, e serviços de busca de renomadas editoras científicas e relevantes para a área como os da Springer, Elsevier, IEEE, Wiley²¹ e ACM.

A análise do conteúdo de cada artigo permitiu a seleção de dois tipos de trabalhos: revisões da literatura acadêmica e pesquisas com aplicações específicas de ontologias na educação. Neste capítulo foram apresentados estudos de revisão e de aplicações específicas relacionados ao ensino de uma forma geral. As pesquisas de aplicação que se aproximam da proposta desse projeto de dissertação, a investigação sobre as ontologias de domínio aplicadas a Sistemas de Recomendação na Educação são discutidas no capítulo seguinte. O conceito de competências e a sua relação com SRs e as ontologias é igualmente apresentado.

²¹ <http://onlinelibrary.wiley.com/>, acesso em 21/06/2017.

4 SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

Entre as aplicações das ontologias na educação apresentadas no capítulo anterior, destaca-se a sua utilização em Sistemas de Recomendação (SRs). Esses sistemas consistem em ferramentas ou técnicas de software capazes de recomendar, de forma personalizada, itens com elevado potencial de interesse aos seus usuários. Geralmente são aplicados em ambientes digitais com grande disponibilidade de informações e recursos, auxiliando usuários a realizar suas escolhas. Os SRs se originaram com as primeiras redes de comunicação por computador, com aplicações como controle de listas de e-mails e recomendações de notícias. Com o advento da rede mundial de computadores e o crescimento do acesso público à internet, os SRs passaram a se popularizar em aplicações de comércio eletrônico. Em seguida, a educação, na área da Aprendizagem Apoiada por Tecnologia (AAT, do inglês *TEL – Technology Enhanced Learning*) se beneficiou com a utilização desses sistemas (DRACHSLER et al., 2015).

Na AAT, é identificada a aplicação de SRs para variados tipos de itens. Os destacados na presente proposta são os Objetos de Aprendizagem (OAs), cuja recomendação predomina na literatura acadêmica. As técnicas e estratégias em SRs atualmente utilizadas na educação são diversas. Entre elas, encontra-se a recomendação de itens com base nas competências a serem construídas por estudantes. Por se tratar de uma técnica que relaciona o conhecimento a respeito dos interesses e necessidades do aluno com os recursos ou informações a serem recomendados, entende-se que sistemas baseados em competências podem ser auxiliados pela utilização de ontologias como modelos organizadores e estruturantes de conhecimento. Dessa forma, o emprego de ontologias para o domínio de competências em SRs na educação será discutido neste capítulo.

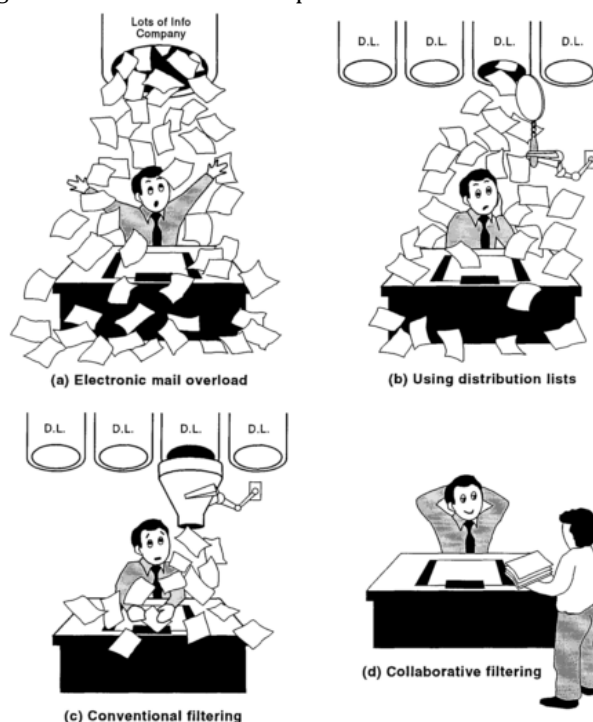
As seguintes seções apresentam: um breve histórico e a definição do conceito de SR; a aplicação desses sistemas para a recomendação de itens na educação; a utilização de SRs para a recomendação de OAs; SRs baseados em competências; e por fim ontologias para o domínio de competências aplicadas a SRs.

4.1 SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO: HISTÓRICO E CONCEITUALIZAÇÃO

Os primeiros SRs são apresentados na literatura acadêmica na década de 1990. O estudo de revisão de Resnick e Varian (1997) analisa cinco SRs existentes até o momento. O primeiro desenvolvido e analisado, o *Tapestry* (GOLDBERG et al., 1992), objetivava controlar o crescente e excessivo fluxo de mensagens provenientes de listas de e-mails através de técnicas de filtragem por conteúdo e colaborativa, abordadas nesta seção.

A Figura 29 ilustra o problema de sobrecarga de e-mails em uma companhia e três abordagens diferentes: a utilização de listas de distribuição, para organização das mensagens; a utilização de filtros convencionais para filtrar os e-mails provenientes dessas listas; e a utilização da filtragem colaborativa. Conforme indicado pela figura, a última abordagem é a defendida no artigo como a mais adequada para a solução do problema.

Figura 29 – Sobrecarga de e-mails em uma companhia e três diferentes abordagens do problema



Fonte: Goldberg et al. (1992).

O sistema utilizado no *Tapestry*, descrito por Goldberg et al. (1992), é referenciado como um sistema de filtragem colaborativa. Resnick e Varian (1997), entretanto, defendem que o termo Sistema de Recomendação é mais adequado,

mesmo que outros autores na época já utilizassem a expressão filtragem colaborativa. Para Resnick e Varian, a utilização do termo SR seria mais apropriada, visto que nem todos os recomendadores fazem uso da colaboração entre diferentes usuários e porque recomendadores devem sugerir itens de interesse em particular além de determinar quais itens devem ser retirados no processo de filtragem.

Um segundo SR analisado no estudo de revisão que se destaca entre os pioneiros, sendo citado em variados estudos, é o *GroupLens* (RESNICK et al., 1994). Esse sistema buscava auxiliar usuários na procura de artigos em sistemas massivos de grupos de compartilhamento de artigos através de técnicas de filtragem colaborativa e conteúdo. Após a coleta de avaliações de artigos lidos por outros usuários, recomendações sobre os artigos melhor avaliados poderiam ser realizadas. Segundo Aggarwal (2016), os algoritmos desenvolvidos no projeto *GroupLens* se popularizaram e foram também aplicados a outros projetos, como para a recomendação de livros, o *Booklens*, e de filmes, o *MovieLens*.

Estudos recentes definem SRs como sistemas compostos por ferramentas e técnicas de software focadas em recomendar itens com alta probabilidade de interesse a um determinado usuário (RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2015). Dessa forma, a proposta básica de um SR consiste em utilizar variadas fontes de informação para inferir o interesse de um usuário por certos itens específicos (AGGARWAL, 2016). O desafio de tal proposta está na definição da adequada relação de interesses entre as expectativas dos seus usuários e os itens a eles recomendados (CAZELLA et al., 2014).

Para Aggarwal (2016), a análise em uma recomendação geralmente está relacionada a interações prévias entre o usuário do sistema e itens a serem recomendados. Nessa perspectiva, as interações e propensões são consideradas importantes indicadores de escolhas futuras de usuários. Entretanto, o autor ressalta a exceção feita a SRs baseados em conhecimento, que realizam suas recomendações atribuindo maior relevância a requisitos previamente estabelecidos pelos usuários do que o seu histórico de interações e propensões. Estratégias de recomendação baseadas em conhecimento cumprem importante papel em SRs na educação, conforme discutido na seção seguinte.

Diferentes técnicas de recomendação com metodologias específicas podem compor um SR. Tal variabilidade pode ser identificada na revisão da literatura

realizada por Tarus, Niu e Mustafa (2017), que classifica dez principais técnicas diferentes de recomendação. Além dessas técnicas principais, os autores incluem a recomendação baseada em ontologias, como integrante da técnica baseada em conhecimento, e a abordagem híbrida, que consiste na utilização de duas ou mais dessas técnicas em um mesmo sistema. Essas técnicas se diferenciam pelos elementos que tomam como base:

- a) **filtragem colaborativa** - recomenda itens a um certo usuário que, no passado, usuários com interesses similares já aprovaram;
- b) **conteúdo** - recomenda itens que são similares em termos de conteúdo a itens que foram aprovados pelo usuário no passado, dependendo assim da utilização prévia do sistema pelo usuário;
- c) **conhecimento** - recomenda itens baseado no domínio de conhecimento relacionado aos interesses do usuário e ao item a ser recomendado, sem depender da utilização prévia do sistema pelo usuário;
- d) **ontologia** - parte integrante das estratégias baseadas em conhecimento, nessa estratégia são utilizadas ontologias para representar os domínios do conhecimento a respeito do usuário e dos itens a serem recomendados;
- e) **demografia** - busca caracterizar o usuário com base em seus atributos, realizando a recomendação através de classes demográficas pré-estabelecidas;
- f) **utilidade** - recomendação realizada através do cálculo da utilidade de cada item ao usuário;
- g) **contexto** - considerando o contexto como qualquer informação que possa ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade, considera essas informações para filtrar um conjunto de itens antes da aplicação de outras técnicas de recomendação;
- h) **confiança** - recomenda itens através de opiniões conhecidas e relacionamentos confiáveis entre diferentes usuários;

- i) **informações obtidas em redes sociais** – recomenda itens através das informações do perfil do usuários e dos relacionamentos entre diferentes usuários em redes sociais;
- j) **lógica fuzzy** – recomenda itens com base em informações incertas ou vagas;
- k) **grupos** – recomenda itens com foco em grupos de usuários, ao invés de priorizar um usuário em específico;
- l) **híbrida** – recomenda itens através da utilização de duas ou mais técnicas de recomendação;

O planejamento de um SR, o que inclui as definições sobre as técnicas de recomendação a serem utilizadas pelo mesmo, deve levar em conta o domínio de aplicação previsto para o sistema (RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2015). Os autores classificam seis domínios de aplicações mais comuns onde são utilizados SRs:

- a) entretenimento, com recomendações de filmes, música, jogos e IPTV (televisão por IP²²);
- b) conteúdo, com jornais personalizados, recomendações de documentos, sites, aplicações para AAT e filtros de e-mails;
- c) serviços, com recomendações de serviços de viagens, especialistas em consultoria, aluguel de imóveis, serviços de encontros e relacionamentos;
- d) social, com recomendação de pessoas em redes sociais, conteúdos em mídias sociais, como tweets, postagens no Facebook, atualizações no LinkedIn, entre outros.

Ricci, Rokach e Shapira (2015) consideram que essa lista não é exaustiva, visto que, com a popularidade crescente dos SRs, novas e diversas aplicações surgem com frequência. Assim, a lista inclui apenas uma descrição inicial de variados domínios possíveis para recomendação. Destacam-se, neste estudo, as aplicações na educação, especificamente na AAT. Segundo Drachsler et al. (2015), há

²² Do inglês *Internet Protocol*, um protocolo para a troca de informações entre sistemas digitais em redes de comunicação digital. Disponível em <https://tools.ietf.org/html/rfc791>. Acesso em 06/07/2017.

profundo e crescente interesse na utilização de SRs na AAT, conforme discutido na seção a seguir.

4.2 SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Na educação, os SRs se aplicam a área da Aprendizagem Apoiada por Tecnologia. Essa área, nos dias de hoje em língua inglesa, é comumente intitulada *Technology-Enhanced Learning* (TEL), podendo ser referenciada ainda por termos similares como *e-learning*, *educational technology* ou *cyber-learning* (DUVAL; SHARPLES; SUTHERLAND, 2017).

Para Duval, Sharples e Sutherland (2017), apesar da tecnologia já influenciar o aprendizado pelo menos desde as pinturas pré-históricas, os sistemas digitais atuais se diferem dos recursos disponíveis até então por seu potencial de interatividade. Esse potencial torna computadores e dispositivos móveis capazes de prover materiais digitais de ensino através de variadas mídias e interagir com o estudante a partir da conexão entre páginas da web, reação a consultas, e da apresentação de jogos e simulações. Segundo os autores, em proveito de tal potencial de interatividade, a AAT é capaz de oferecer apoio aos conteúdos e à forma como os estudantes aprendem e como os profissionais da docência ensinam.

O objetivo da Aprendizagem Apoiada por Tecnologia (AAT), segundo Drachsler et al. (2015), consiste no planejamento, desenvolvimento e avaliação de inovações sociotécnicas em várias formas de ensino e aprendizado, envolvendo alunos individualmente e em grupos e processos de gestão do conhecimento. Trata-se, para os autores, de um domínio que geralmente cobre tecnologias em apoio a todos os tipos de atividades de ensino e aprendizado.

Entre a diversidade da área, os autores destacam a pesquisa em tecnologias para a personalização do aprendizado como um tópico robusto, que se beneficia com uma grande quantidade de bolsas de pesquisa financiadas por instituições internacionais. Drachsler et al. (2015) associam a importância do tópico com o crescimento do uso de ambientes digitais de aprendizagem como: repositórios de objetos de aprendizagem; sistemas de gestão do aprendizado; ambientes de aprendizado personalizado; e cenários de aprendizagem para dispositivos móveis adaptados às necessidades do aluno.

Apresentando esse contexto, Drachsler et al. (2015) justificam o extremo interesse pela utilização de SRs que tem sido identificado na AAT. Tarus, Niu e Mustafa (2017) complementam que a recomendação de recursos educacionais mais relevantes e em acordo com perfil e interesses personalizados de estudantes indica o potencial da utilização de SR na AAT. Em estudo prévio, Manouselis et al. (2013) afirmam que existe um significativo crescimento de SRs aplicados a AAT em decorrência da digitalização do aprendizado e do crescimento dos dados educacionais.

Uma revisão da literatura acadêmica que analisou 82 SRs desenvolvidos em 35 países durante quinze anos de pesquisas sobre recomendadores na AAT, entre os anos de 2000 a 2014 é apresentada por Drachsler et al. (2015). Esse estudo consiste na extensão da revisão realizada por Manouselis et al. (2013), que avaliou 42 SRs. A distribuição dos países onde foram desenvolvidos os SRs analisados por Drachsler et al. é apresentada na Figura 30.

Figura 30 – 82 SRs para o domínio da AAT desenvolvidos em 35 diferentes países entre 2000 e 2014



Fonte: Drachsler et al. (2015).

O trabalho de Drachsler et al. (2015) sintetiza novos conhecimentos e tendências para a evolução desse campo de pesquisas. Os autores classificaram os SRs avaliados em sete grupos com base nas contribuições que cada sistema oferece para a AAT:

- a) recomendadores baseados em filtragem colaborativa como em outros domínios que não a educação (sete SRs são identificados);

- b) recomendadores que propõem melhorias na abordagem da filtragem colaborativa que levam em consideração particularidades do domínio da AAT, (treze SRs são identificados);
- c) recomendadores que consideram o conhecimento educacional como fonte de informações, objetivando recomendações que melhor atendam aos objetivos educacionais na AAT, contando com definições claras como regras, ontologias, mapas conceituais, relações semânticas e outras (dezesseis SRs são identificados);
- d) recomendações que exploram técnicas específicas, não-colaborativas, para o contexto da AAT (catorze SRs são identificados);
- e) recomendações baseadas em informações do contexto educacional (treze SRs são identificados);
- f) recomendações cuja avaliação é realizada através de critérios técnicos e educacionais, considerando o impacto dos sistemas em cenários educacionais (doze SRs são identificados);
- g) recomendações de cursos, ao invés de recursos educacionais, considerando informações de currículo e geralmente focadas em estudantes em seus estágios iniciais em instituições de ensino (sete SRs são identificados);

Além da categorização dos SRs que agrupam as suas contribuições na AAT, Drachsler et al. (2015) também os categorizam em uma estrutura proposta por Manouselis et al. (2013). Nessa estrutura, específico para a AAT, os SRs são classificados quanto às tarefas suportadas, à abordagem, com foco na modelagem do usuário, do domínio ou na personalização, e na operação, diferenciando-os por sua arquitetura, localização e o modo como a recomendação é solicitada. Tal estrutura pode ser descrita da seguinte forma:

- a) **tarefas suportadas** – se referem a dimensão que distingue os SRs de acordo com as tarefas voltadas ao usuário que o sistema suporta:
 - recomendação de recursos relevantes, apresentando ao usuário itens que possuam conteúdo novo ou controverso em um tópico abordado;

- recomendação de colegas com interesses relevantes ou que participem das mesmas atividades de ensino objetivando a criação de redes de aprendizado;
 - recomendação de caminhos de aprendizagem alternativos através dos mesmos recursos educacionais para o cumprimento de um objetivo educacional;
 - predição do desempenho de um estudante através de técnicas de mineração de dados;
- b) **abordagem**, que inclui três diferentes perspectivas, baseadas nos componentes do sistema que a pesquisa descreve:
- modelagem do usuário, ou do seu perfil, se refere à forma como as suas características são representadas, armazenadas e atualizadas em um SR;
 - modelagem do domínio, que de forma similar a categoria da modelagem do usuário, representa as propriedades dos itens que serão recomendados;
 - personalização, que se refere à dimensão que descreve a forma como o sistema fornece suas recomendações, em termos de método, tipo de algoritmo, técnicas utilizadas nos algoritmos e a forma como o SR apresenta os itens recomendados;
- c) **operação**, que inclui três diferentes perspectivas com as dimensões relacionadas a implementação do SR:
- arquitetura do SR, geralmente classificada entre centralizada, quando o sistema se encontra em um local específico, ou distribuída, quando os componentes do sistema encontram-se distribuídos em diferentes locais;
 - localização do SR, que pode ser classificada por localizar-se na própria fonte de informações, externamente à fonte de informações, como em um servidor de recomendação, ou em conjunto do seu usuário, com recomendações produzidas localmente, como em um sistema de filtragem de e-mails;
 - modo de inicialização da recomendação, se ela é forçada, quando o usuário não está interagindo com o sistema, se ela é produzida

previamente, mas apenas exibida ao usuário quando esse a solicita, ou se ela é produzida e exibida durante a interação do usuário com o sistema, solicitando-a.

Sobre a avaliação das 82 pesquisas que apresentam o desenvolvimento e utilização de SRs realizada por Drachsler et al. (2015) a partir da estrutura descrita, os autores concluem que na categoria:

- a) **tarefas suportadas**, a recomendação de recursos relevantes é a tarefa mais aplicada, embora a recomendação de caminhos de aprendizagem e de colegas para redes de aprendizado desempenhem importante papel na comunidade da AAT;
- b) **modelagem de usuário** não há uma clara tendência para as técnicas a serem utilizadas, consistindo esse um campo com grande adaptabilidade a novas ideias e técnicas oriundas das diversas pesquisas em AAT;
- c) **modelagem de domínio**, as pesquisas apresentam comportamento similar ao identificado na modelagem de usuário, percebendo-se aqui predominância da utilização de índices ou listas e ontologias nos primeiros anos de pesquisas, que atualmente dividem o seu espaço com técnicas de mineração de dados;
- d) **personalização** é identificada a utilização de técnicas de recomendação baseadas em contexto e híbridas a partir de 2008, cuja popularidade cresce até os dias de hoje, dividindo espaço com o recente interesse em técnicas baseadas grafos e conhecimento;
- e) **operação**, é sugerido que a maior parte das recomendações são apresentadas ao usuário de forma passiva, produzidas e exibidas mediante a sua solicitação, com arquiteturas centralizadas em sistemas de recomendação, e identifica-se, em 2013, crescimento da recomendação de Objetos de Aprendizagem (OAs).

Nesta pesquisa é interessante destacar o crescimento da recomendação de Objetos de Aprendizagem (OAs) identificado no ano de 2013 na revisão de Drachsler et al. (2015). O estudo de revisão realizado por Tarus, Niu e Mustafa (2017) e

apresentado na seção 3.3.2, analisando SRs baseados em ontologias na AAT em 36 publicações acadêmicas, também apresentam resultado similar. Os autores identificam variados itens recomendados: OAs; cursos, currículos e aulas; testes, questões e respostas; colegas próximos; informações para alunos; objetivos de aprendizado; padrões de aprendizado; e roteiros de aprendizado. Em seus dados, apresentados na Figura 23, entretanto, a recomendação de OAs está presente em mais de 75% das publicações avaliadas. A relevância da recomendação de OAs na AAT justifica a opção neste projeto de dissertação pela utilização, como estudo de caso, de um SR de OAs baseado em competências, a ser discutido em seções seguintes.

4.2.1 Sistemas de Recomendação de Objetos de Aprendizagem

A definição de OA adotada neste estudo é a de Wiley (2011), dada a sua experiência e contribuições acadêmicas para a área. Em seus trabalhos mais recentes sobre o tema, o autor considera que um OA é entendido como um recurso digital que pode ser reutilizado para mediar o aprendizado. Wiley ainda diferencia o OA pequeno, que consiste em um elemento de apenas uma mídia, isolado, como uma imagem em formato *jpg*, do OA amplo, composto por diversos elementos de mídia combinados, como uma página web, que possui textos, imagens e animações.

A versatilidade de aplicações na educação, aliada ao potencial de reusabilidade de um OA explicam a sua popularidade. A reusabilidade de OAs consiste em uma característica relacionada ao seu potencial para utilização em diferentes atividades de ensino, com diferentes grupos de alunos e de adaptação de sua estrutura em diferentes contextos. Entretanto, para Behar et al. (2015), o grau de diversidade de oferta de OAs na web atual muitas vezes torna exaustiva a busca manual por recursos relevantes às necessidades do professor ou do aluno. Os autores citam a criação de repositórios de OAs como alternativa para facilitar o processo de seleção de objetos das diferentes áreas do conhecimento, temas, e tipos de mídias que os compõem. Esses repositórios atuam como bancos de dados onde OAs são armazenados e indexados através do uso de metadados, o que facilita o seu posterior acesso e recuperação.

A criação de repositórios para agregação de OAs, ainda assim, não resolve o problema do excesso de informação, pois, ao serem consultados, podem retornar aos usuários grande quantidade de conteúdo irrelevante aos seus interesses educacionais. Para Behar et al. (2015), as dificuldades no acesso e recuperação de OAs relevantes em seus repositórios podem ser contornadas através da utilização de Sistemas de Recomendação (SRs) de OAs.

O crescimento pelo interesse na recomendação de OAs, em âmbito nacional, é apontada pelo estudo de Luz et al. (2015). Os autores realizam uma revisão sistemática dos artigos publicados no principal evento brasileiro de informática na educação, o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), nos anos de 2013 e 2014, buscando delimitar e definir as pesquisas nacionais atuais sobre OAs. Utilizando a palavra-chave Objeto de Aprendizagem presente nos títulos e resumos dos trabalhos das duas edições avaliadas do SBIE, os autores recuperam 21 artigos.

A análise desses artigos permitiu aos autores categorizar sete vertentes de pesquisa envolvendo OAs nos anos de 2013 e 2014. As definições para cada vertente, bem como a distribuição dos trabalhos avaliados entre elas, são apresentadas na Figura 31. Percebe-se que a quantidade de trabalhos publicados na vertente de mais destaque, a da recomendação de OAs, foi superior ao dobro da quantidade de trabalhos publicados nas vertentes de destaque subsequente. Assim, os dados obtidos pelo estudo de Luz et al. (2015) se somam as justificativas da relevância do emprego de SRs para a recomendação de OAs.

Figura 31 – Vertentes de pesquisas nacionais envolvendo OAs em 2013 e 2014

Vertentes	Definição	% Artigos
Métodos e Técnicas para Construção de OA	Aborda estudos acerca das metodologias e técnicas sequenciais para desenvolvimento e construção de OA. São normatizadas e parametrizadas geralmente obedecendo um ciclo ou ordem de ações/fatores.	13,6% (3)
Padrões de OA	Estuda os padrões para modelagem de OA, que envolvem principalmente a garantia de suas principais características. Estes padrões são responsáveis, em sua maioria, pela catalogação dos OAs através de seus metadados, além de outros fatores como sequenciamento, navegabilidade e execução.	9,1% (2)
Ferramentas de Autoria	São abordados e estudados softwares editores de OA. Nesta linha se enquadram as ferramentas responsáveis pela criação efetiva do OA em seu contexto técnico.	13,6% (3)
Repositórios e Acessibilidade	Nesta vertente são enquadradas as pesquisas que abordam os repositórios digitais de OA e as suas formas de acesso e reutilização. Estão ligadas diretamente com as pesquisas relacionadas aos padrões de catalogação dos OA.	9,1% (2)
Recomendação de OA	São as pesquisas que envolvem a indicação de recursos úteis aos usuários ou grupos, através de uma avaliação que procura determinar o quão útil uma determinada indicação é para o usuário.	31,8% (7)
Estudo de caso / relato de experiência	São as pesquisas que envolvem a utilização de OAs em experiências comumente exitosas.	13,6% (3)
Avaliação e Usabilidade	Envolvem aspectos de testes e simulações em OA específicos, bem como critérios de usabilidade por públicos alvo distintos. Abordam também questões relacionadas a validação dos OAs em iniciativas pontuais. Se diferem de estudo de caso por abordarem questões técnicas que envolvem diretamente a construção do próprio OA.	9,1% (2)

Fonte: Luz (2015).

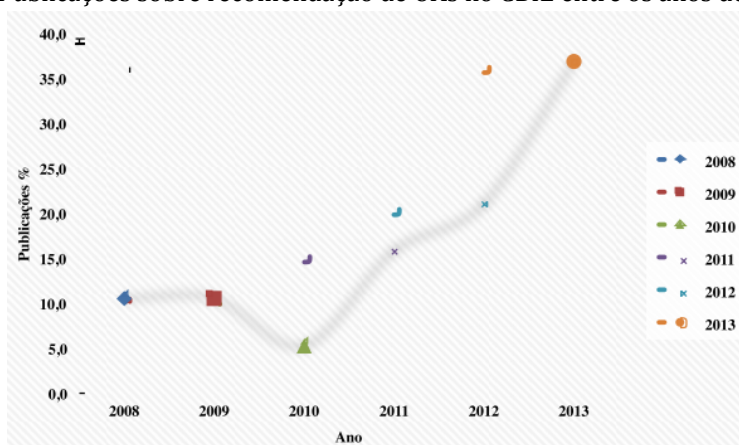
Ainda no contexto nacional, o trabalho de Pontes et al. (2014) apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre recomendação de OAs publicada nos anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE). Buscando uma visão geral da área, os autores avaliaram, entre os anos de 2008 e 2013, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, dezenove publicações.

Os autores constataram que, em cada ano avaliado, os artigos que tratavam da recomendação de OAs consistiam em pelo menos 10% do total de artigos publicados no ano, à exceção de 2010. A Figura 32 apresenta esses dados, indicando um comportamento crescente na quantidade de publicações referentes à recomendação de OAs no CBIE entre os anos avaliados. Foram ainda observados, entre os dezenove artigos avaliados, estratégias de recomendação baseadas:

- a) em modelos de alunos, considerando seu desempenho escolar, estado de desenvolvimento e dificuldades de aprendizagem;
- b) em modelos de conteúdo a ser abordado, utilizando-se ontologias para o domínio de teorias de aprendizagem;

- c) em técnicas híbridas, utilizando-se filtragem colaborativa, conteúdo, contexto, dados demográficos e competências;
- d) em conteúdo, relacionando o currículo lattes dos usuários e metadados de documentos digitais;
- e) filtragem colaborativa não-personalizada, que sugere itens levando em consideração a avaliação do itens, desconsiderando o perfil do usuário;
- f) em conteúdo e contexto, utilizando ontologias para a descrição de peças e contexto estático e dinâmico do usuário;
- g) em conteúdo considerando os estilos de aprendizagem do aluno;
- h) em contexto, utilizando algoritmos genéticos.

Figura 32 – Publicações sobre recomendação de OAs no CBIE entre os anos de 2008 e 2013



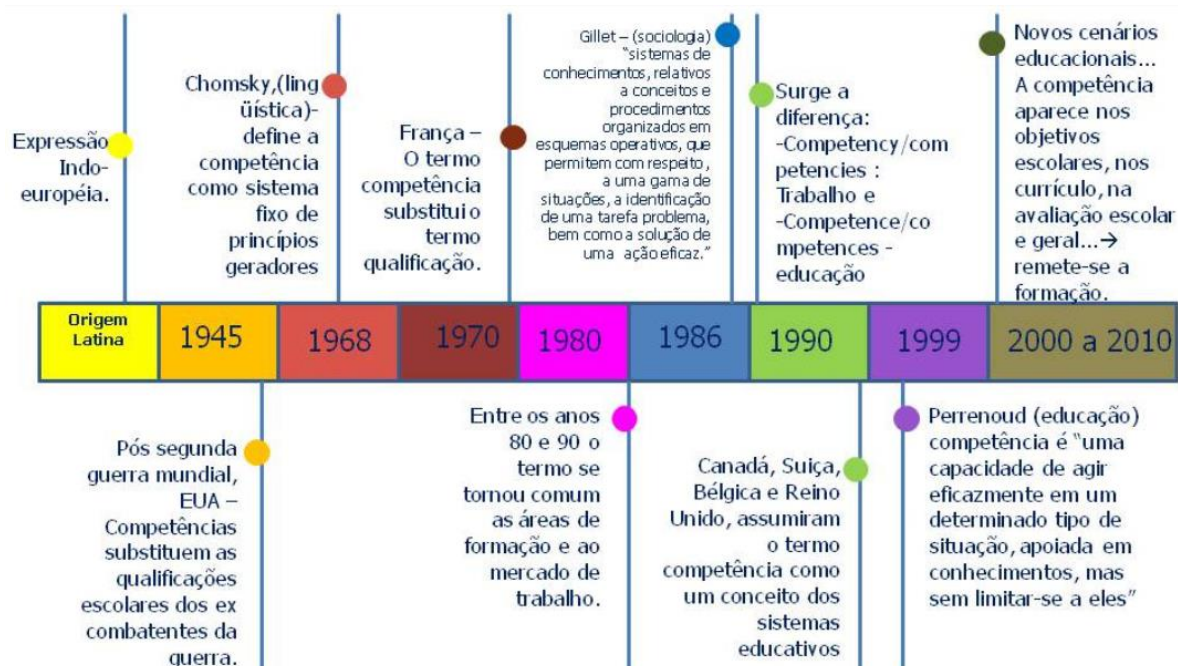
Fonte: Pontes et al. (2014).

Em dois dos dezenove artigos avaliados por Pontes et al. (2014) é encontrada a utilização do conceito de competências como parte integrante das estratégias de recomendação de OAs. Na revisão da literatura realizada por Drachsler et al. (2015) anteriormente apresentada, é citado um SR de OAs que utiliza um mecanismo de filtragem colaborativa baseada nas competências dos estudantes (CAZELLA; REATEGUI; BEHAR, 2010). Proposta similar e ampliada é apresentada em Behar et al. (2015), que também desenvolvem um SR de OAs baseado em competências. A recomendação de OAs baseada em competências é discutida na seção seguinte.

4.2.2 Sistemas de Recomendação baseados em competências

Para Behar et al. (2015), a origem do termo competência é encontrada no contexto jurídico, relacionado à competência de julgar algo. Segundo os autores o termo passou a ser empregado em áreas como a administração e a educação profissional. Em seguida, fazendo-se presente em reformas educacionais realizadas em diversos países, a partir de uma perspectiva, geralmente, behaviorista. Entre o final da década de 1990 e início dos anos 2000, afirmam Behar et al., o termo passou também a ser abordado através de uma perspectiva construtivista, especialmente pelo trabalho de Philippe Perrenoud (PERRENOUD, 1999, 2004). A Figura 33 exibe um histórico da utilização do termo competência no cenário educacional, com o seu emprego sendo progressivamente estendido para uma perspectiva mais ampla que a sua adoção inicial na educação profissional.

Figura 33 – Histórico do termo competência na educação



Fonte: Silva (2012).

Em seu livro, Behar et al. (2013) defendem que as competências abordadas pela perspectiva construtivista surgem como uma possibilidade na educação para a formação integral do indivíduo na sociedade atual, marcada pelos pilares da informação, conhecimento e aprendizagem. As autoras entendem o conceito como um conjunto de Conhecimentos, Habilidades e Atitudes, referenciados também pela sigla CHA. Assim, associam os conhecimentos ao "saber", as habilidades ao "saber fazer" e as atitudes ao "saber ser", bases necessárias às competências do sujeito.

Behar et al. (2013) consideram que a solução de um problema ou a interação com uma situação nova ocorre através da combinação dos elementos presentes no CHA. Segundo as autoras, essa estruturação demanda do sujeito o uso da reflexão, uma vez que as "habilidades" consistem em esquemas construídos e aplicados a situações já experienciadas e habituais. A ação, comportamento e postura na competência se realizam através das "atitudes", que possibilitam a utilização das "habilidades" e dos "conhecimentos". A Figura 34 apresenta as competências e os seus elementos constituintes, o CHA.

Figura 34 – Conjunto formador das competências



Fonte: Autor (2020), com base em Behar et al. (2013).

Behar et al. (2013) destacam que o seu entendimento a respeito do conceito de competências consiste em um modelo, ou seja, um recorte da realidade, escolhido entre outros existentes por apresentar maior afinidade com as ideias que defendem na educação. As autoras optam por utilizar o termo competências no plural por considerarem que uma competência não se encontra no sujeito isoladamente, mas em conjunto, já construídas e em desenvolvimento.

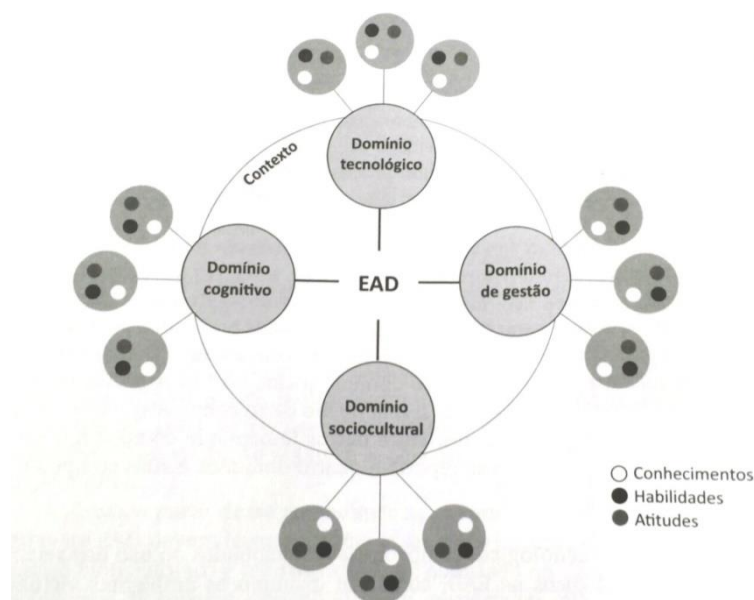
Após a discussão a respeito do conceito de competências na educação, Behar et al. (2013) se dedicam especificamente a sua aplicação na educação a distância (EAD). No Brasil, a EAD é entendida como a modalidade de ensino em que as atividades educacionais se dão com diversidade de tempos e lugares entre os estudantes e os profissionais da educação, através do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) (BRASIL, 2017). Para Behar et al. (2013), as modalidades de ensino presencial e a distância possuem características próprias que não permitam a aplicação direta de práticas pedagógicas entre si sem as devidas adaptações teóricas e práticas. Caso a aplicação ocorra sem essas adaptações, possibilidades e recursos tecnológicos sofrem limitações. Segundo as autoras, o potencial das TIC em apoio a aprendizagem na EAD demanda teorias adequadas a metodologia de trabalho a ser empregada.

Behar et al. (2013) caracterizam certos domínios necessários à construção de competências na educação a distância através da interação em um contexto tecnológico. Por domínio, no âmbito da arte ou da ciência, entendem uma esfera de ação. As autoras identificam diversas áreas de ação, categorizando quatro domínios e suas competências:

- a) **domínio tecnológico** – ligadas à utilização das TIC na EAD, como AVAs, OAs, SRs e outras;
- b) **domínio sociocultural** – relacionadas aos aspectos sociais e culturais em que o sujeito se insere;
- c) **domínio cognitivo** – que dizem respeito à aprendizagem do sujeito, abordando aspectos como a sua construção de conhecimento, coordenação de ações e organização pessoal;
- d) **domínio de gestão** – aplicadas a atividades administrativas e acadêmicas, como a organização do tempo dos sujeitos e o planejamento das práticas pedagógicas.

Essa categorização, também apresentada na Figura 35, não considera exclusiva uma competência a um domínio na EAD, conforme salientam Behar et al. (2013). Citando o caso da comunicação, as autoras exemplificam o compartilhamento de competências entre diferentes domínios, que interagem para atender as necessidades e demandas do contexto da EAD.

Figura 35 – Competências e a formação de domínios

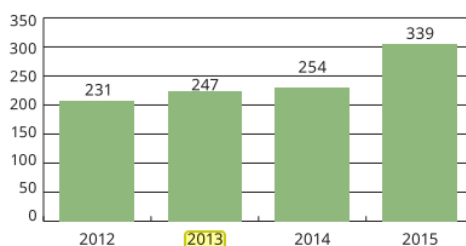


Fonte: Behar et al. (2013).

Segundo o censo da educação a distância no Brasil de 2015 realizado pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED, 2016), a EAD é uma área em expansão. O crescimento da quantidade de instituições formadoras participantes do

censo em 2015 em relação ao ano anterior foi o maior entre os quatro últimos anos avaliados. Conforme observado na Figura 36, houve um aumento de mais de 33% na quantidade de instituições formadoras de 2014 a 2015. Entretanto, as taxas de evasão dos alunos na EAD são alarmantes, superiores as dos cursos presenciais. Segundo o censo, na modalidade a distância, foram registrados índices de evasão de 26% a 50%.

Figura 36 – Número de instituições formadoras participantes no censo da EAD nos últimos quatro anos



Fonte: ABED (2016).

No contexto de crescimento da popularização da EAD, bem como dos índices de evasão nessa modalidade de ensino, Silva e Behar (2016) atentam às dificuldades que o estudante brasileiro enfrenta ao utilizar a tecnologia para a mediação do seu aprendizado. As autoras justificam assim a importância da construção de competências digitais pelos estudantes de forma que possam se beneficiar dos avanços tecnológicos na educação. Tais competências são entendidas por Silva (2018) como as que mobilizam elementos do CHA, num dado contexto, com o apoio de recursos digitais e ferramentas tecnológicas. Assim, a autora explora o mapeamento de competências digitais, já discutido em Silva e Behar (2016).

Nesta pesquisa, utiliza-se como base o modelo de competências e a categorização dos quatro domínios apresentados por Behar et al. (2013) e a classificação de competências entre gerais e específicas presente em Silva (2018). Cada domínio agrupa competências gerais, que agrupam diferentes competências específicas e a cada uma destas últimas é associado um conjunto de elementos que compõem o seu CHA. A ontologia para o domínio de competências modelada é descrita no capítulo 7.

Na literatura acadêmica estão presentes referências à utilização do conceito de competências em diferentes sistemas de recomendação de recursos educacionais

como os OAs. Alguns desses sistemas, por também fazerem uso do conceito de ontologia, serão aqui apresentados de forma breve e melhor abordados na seção seguinte.

Dolog e Nejdl (2007) descrevem modelos de usuários voltados a sistemas adaptativos, que permitem a recomendação de recursos em ambientes educacionais. Nesse modelo, a informação *performance* indica o desempenho do usuário através da sua experiência com certos conceitos. O aprendizado do usuário sobre um conceito é indicado pela propriedade *learningCompetency*. Dessa forma, competência, para os autores, consiste apenas em uma propriedade da informação *performance* que liga a informação de desempenho de um usuário a um determinado conceito. Não é explorado um modelo para a compreensão do conceito de competência e o mesmo é tido apenas como uma conexão entre dois outros conceitos relacionados também não explorados, relacionados ao desempenho do usuário e certos conhecimentos.

Musa e Oliveira (2007) também descrevem um modelo de aluno a ser utilizado em sistemas adaptativos e sistemas de recomendação. Seu objetivo consiste em garantir a representação universal dos dados de um modelo baseado em especificações e padronizações de dados sobre o contexto e perfil do aluno presentes na literatura internacional. As duas especificações consideradas foram a PAPI (Personal and Private Information), da IEEE Learning Technology Standards Committee (PAPI, 2001), e a IMS LIP (Instructional Management Systems Learning Information Package), da IMS Global Learning Consortium (LIP, 2001). Entretanto, apesar de ambas especificações utilizarem informações referentes às competências do aluno, no modelo Musa e Oliveira essa informação é substituída por uma informação que indica os objetivos de aprendizado do estudante.

Rezende et al. (2015) trabalham com a modelagem do perfil e do contexto do aluno em um ambiente de educação a distância voltada ao processo de recomendação de OAs. Em seu modelo as competências são associadas a uma categoria de desempenho do aluno, em conjunto com outras informações como experiência e nota. O conceito de competência não é discutido ou explorado, aparecendo no modelo como uma definição, uma informação textual, apenas. Sua inserção está baseada nas especificações de dados educacionais PAPI, IMS LIP e a ULF (Universal Learning Format) (SABA, 2000).

Bremgartner e Netto (2015) descrevem uma estrutura que consiste em um conjunto de estratégias que permitem a adaptação de recursos para estudantes em AVAs e o seu acompanhamento no decorrer do curso que estiverem cursando. Entre as funções da estrutura, segundo os autores, estão a recomendação e a adaptação de Arquiteturas Pedagógicas contendo propostas de atividades construtivistas para a abordagem do conteúdo de algum curso específico. Porém, a referência que os autores fazem à teoria construtivista de Jean Piaget como a base para a adaptação de recursos e o acompanhamento dos estudantes em seu curso não é explicitada, sem demonstrar como a teoria é realmente aplicada.

O trabalho de Focking, Vieira e Rocha Neto (2016) apresenta uma metodologia para a construção de treinamentos teórico e prático de operadores de sistemas elétricos, em ambientes para a AAT. A metodologia apresenta informações necessárias à escolha de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequadas à elaboração de cenários de treinamento, gerando recomendações para a montagem de módulos de aprendizagem, que podem ser entendido como OAs.

O conceito de competência aparece no trabalho dos autores de forma indireta. As técnicas e estratégias utilizadas são justificadas por serem aquelas que, segundo a literatura apresentada pelos autores, contribuem satisfatoriamente para que os estudantes construam competências e desenvolvam habilidades ou modifiquem suas atitudes durante os treinamentos. O trabalho, porém, não apresenta informações sobre algum modelo de competências considerado ou mesmo relacionadas às competências, habilidades ou atitudes.

Belizário Júnior e Dorça (2016) propõem uma abordagem para a recomendação de OAs e recursos web para o seu desenvolvimento em cursos online em larga escala adaptáveis aos estilos cognitivos e de aprendizagem de estudantes. O artigo descreve a abordagem proposta, mas não a sua implementação. O mapeamento dos conceitos citados, segundo Belizário Júnior e Dorça em sua introdução, leva em consideração as competências e os estilos de aprendizagem e cognitivos dos estudantes com base na revisão da literatura realizada. Entretanto, ao longo do texto são citados estudos que consideram os estilos de aprendizagem e cognitivos dos estudantes, mas não são realizadas menções ao tratamento das suas competências.

Os estudos citados nesta seção fazem referência às competências em seus processos de recomendação na AAT, o que sugere certa valorização da presença do conceito na área. Ainda assim, não é verificada uma preocupação com a abordagem das competências nos processos de recomendação ou com a discussão de teorias pedagógicas que ofereçam apoio à utilização de algum modelo teórico de competências. Por esse motivo, não foi dedicado espaço a detalhes a respeito das estratégias de recomendação utilizadas em seus sistemas. Três projetos, contudo, se diferem nesse quesito, explorando o conceito de competências sustentado por autores da educação e descrevendo a forma como o modelo de competências escolhido é utilizado em seus sistemas.

A pesquisa de Cazella, Reategui e Behar (2010) descreve um SR de OAs baseado em competências específico para recomendação de artigos científicos. São utilizados mecanismos de filtragem colaborativa que recomendam OAs para os estudantes baseados em seus interesses e nas competências que os mesmos precisam construir. O conceito de competências é abordado pelos autores através de teóricos que se dedicam ao tema (FLEURY; FLEURY, 2000; PERRENOUD, 1999),

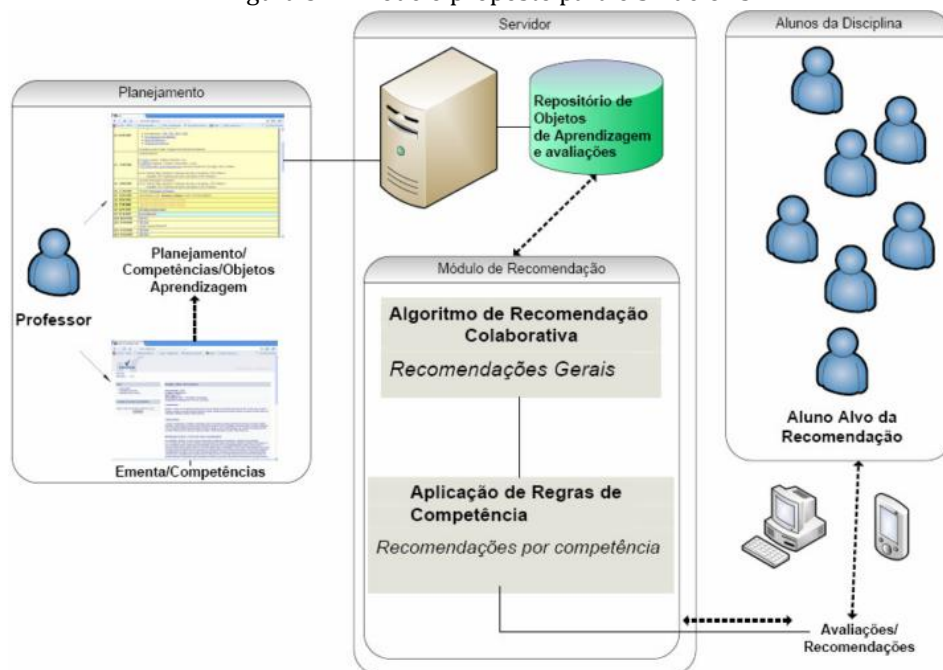
Cazella, Reategui e Behar (2010) consideram as competências como constituídas pelos elementos do CHA. O SR desenvolvido, todavia, utiliza o conceito sem o desmembrar através de conhecimentos, habilidades e atitudes. No modelo de recomendação proposto, apresentado na Figura 37, o sistema é utilizado da seguinte maneira:

- a) o professor planeja as suas aulas com base nas competências a serem construídas pelos alunos, presentes na descrição do seu curso, e lista OAs que podem ser utilizados no processo de construção;
- b) um algoritmo calcula e registra o grau de similaridade, através do coeficiente de Pearson²³, entre todos os usuários registrados;
- c) em seguida calcula os valores de predição para todos os OAs registrados, com base nas avaliações dos usuários;

²³ Segundo Cazella, Reategui e Behar (2010) o coeficiente de Pearson mede o nível de correlação entre duas variáveis, indicando, através de uma faixa gradual, se as mesmas são fortemente correlacionadas ou se não possuem correlação alguma.

- d) após o cálculo dos graus de similaridade e dos valores de predição, o sistema filtra os OAs para uma dada competência a serem recomendados a um determinado usuário com base nas avaliações que esses OAs receberam de usuários com grau elevado de similaridade.

Figura 37 – Modelo proposto para o SR de OAs



Fonte: Cazella et al. (2009).

No SR de Cazella, Reategui e Behar (2010) os professores cadastram as competências através de uma frase que as define, sem considerar uma estrutura interna de elementos que compoem o conceito. Já o SR apresentado por Behar et al. (2015) explora a utilização de competências em conjunto com seus elementos do CHA, com base no modelo apresentado por Behar et al. (2013).

Em seu trabalho, Behar et al. (2015) descrevem um SR de OAs baseado em competências intitulado RecOAComp. No sistema o perfil do usuário é descrito através do conceito de competências, de modo a realizar recomendações ao aluno segundo as competências que este necessita construir e/ou aprimorar. Os OAs são recomendados mediante a participação do estudante em alguma atividade de ensino cadastrada no sistema.

Seguindo a classificação apresentada por Tarus, Niu e Mustafa (2017), o RecOAComp utiliza uma estratégia híbrida de recomendação, utilizando a técnica de

filtragem colaborativa e a baseada em conhecimento. A partir da descrição de Behar et al. (2015), a utilização do SR pode ser definida pelos seguintes passos:

- a) a cada atividade de ensino que um professor cria, deve informar as competências a serem construídas pelo aluno que a cursa;
- b) a cada OA inserido, o professor deve informar as competências as quais o recurso se destina, classificando em seguida o grau de apoio que o OA oferece ao processo de construção da competência;
- c) o estudante, por sua vez, ao se cadastrar em uma atividade de ensino, avalia o grau que julga já possuir construída cada competência associada a ela;
- d) quando o aluno solicitar uma recomendação de OAs para alguma das atividades de ensino que estiver cursando, o sistema relacionará as competências associadas a essa atividade com o grau em que o aluno julgou possuí-las construídas, e realizará a recomendação de OAs associados a essas competências em acordo com os graus informados pelo aluno;
- e) no processo de recomendação, o SR utiliza a técnica baseada em conhecimento para comparar as informações relacionadas a autoavaliação das competências do usuário e a avaliação que o professores realizou sobre os OAs para essas competências;
- f) em seguida o SR utiliza a filtragem colaborativa para obter informações sobre OAs avaliados positivamente por estudantes com graus de competências autoavaliadas similares ao do aluno em questão;
- g) o RecOAComp integra os resultados obtidos com a técnica baseada em conhecimento e a filtragem colaborativa para realizar a recomendação de OAs ao estudante;
- h) após a utilização de cada OA recomendado, o aluno avaliará o seu nível de satisfação com a OA.

O terceiro projeto que se diferencia por sua abordagem do conceito de competências é o de Paquette (2015). Em seu trabalho, o autor realiza uma síntese do papel de modelos de competência em ambientes inteligentes de aprendizagem.

Paquette apresenta um método para a comparação de competências para agentes assistivos na personalização do ensino e SRs. A discussão que o autor realiza na apresentação do modelo de competências que adota aborda autores como Le Boterf²⁴, Vygotsky²⁵, Leontiev²⁶, organizações como a IMS Global²⁷, já citada neste projeto de dissertação, o modelo europeu de competências chave²⁸ (do inglês *Key Competences for Life Long Learning*), o modelo americano Padrões de Competência em Alfabetização de Informação para Ensino Superior²⁹ (do inglês *Information Literacy Competency Standards for Higher Education*) e outras fontes.

Paquette (2015) assume um modelo que define o conceito de competências como aptidões aplicadas com um nível de performance em algum conhecimento identificado em ontologias de domínio. Esse modelo também é apresentado através de uma ontologia, a ser discutida na seção seguinte. Identificam-se assim três elementos básicos que compõem uma competência:

- a) conhecimento, que consiste em uma referência selecionada em uma ontologia de domínio particular;
- b) aptidão genérica, que consiste em um processo intelectual aplicado a um conhecimento, podendo ser classificado entre o domínio cognitivo, afetivo, social ou psicomotor;
- c) performance, como um elemento para a especialização de qualquer aptidão genérica, utilizando-se indicadores de performance como frequência, escopo, autonomia, complexidade e, ou, contexto de uso.

Paquette (2015) reforça que, em geral, a ontologia de competências atuará como uma extensão da ontologia do domínio de onde o conhecimento foi selecionado. Exemplifica o autor que em um perfil de competências para uma

²⁴ Le Boterf, G. (1999). *L'ingénierie des compétences* (2nd ed.). Paris, France: Éditions d'Organisation.

²⁵ Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological functions*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

²⁶ Leontiev, A. N. (1976). *Le développement du psychisme* (3rd ed.). Paris, France: Éditions Sociales.

²⁷ IMS-RDCEO. (2002). Reusable definition of competency and educational objective. <http://www.imsglobal.org/>

²⁸ EC. (2006). Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal L 394 of 30.12.2006.

²⁹ ACRL. (2009). Information literacy competency standards for higher education. <http://www.ala.org/ala/mgrps/divs/acrl/standards/informationliteracycompetency.cfm>

profissão como a enfermagem, o conhecimento será selecionado em fatos, conceitos, procedimentos ou princípios dos cuidados em saúde.

O processo de recomendação personalizada a estudantes ocorre de forma similar à técnica baseada em conhecimento relatada em Behar et al. (2015), através da comparação de competências. Em Paquette (2015), entretanto, o conhecimento a respeito dos interesses do usuário e do item a ser recomendando é modelado por ontologias. Assim, a técnica utilizada por Paquette é a da recomendação baseada em ontologias, definida por Tarus, Niu e Mustafa (2017), apresentada na seção 4.1.

Os itens que Paquette (2015) descreve como passíveis de recomendação aos estudantes mediante o conhecimento sobre as competências podem ser: atividades de ensino, OAs, tarefas a realizar; e cenários de aprendizagem. Para cada item a ser recomendado deve ser associado um conjunto de competências como pré-requisito para a sua utilização e um conjunto de competências alvo, como objetivos de aprendizagem. Dessa forma, o SR consegue comparar as competências do aluno com as competências pré-requisito e alvo dos itens e realizar a recomendação.

Os sistemas baseados em competências discutidos em Cazella, Reategui e Behar (2010), Behar et al. (2015) e Paquette (2015) dependem da associação do conceito de competências a itens e perfis de estudantes. No entanto, o processo de vinculação de competências a conteúdos, atividades de ensino (disciplinas, cursos, etc.) e OAs é uma tarefa complexa, requerendo algum conhecimento sobre o assunto. Segundo Behar et al. (2013), com frequência, nesses sistemas, as competências podem ser vinculadas a OAs que, na realidade, não as abordam ou a atividades de ensino em que essas não chegam a ser trabalhadas. Ademais, entre os profissionais da educação que compreendem o conceito de competências, costumam haver divergências sobre esse entendimento. Polêmicas, resistências ao seu uso e críticas podem estar relacionadas à indevida associação direta do termo com a palavra competição, visto ambos possuírem a mesma origem etimológica (BEHAR et al., 2013).

Verifica-se, desse modo, a necessidade de auxiliar os usuários de SRs baseados em competências na correta vinculação dos seus conceitos em cada aplicação. Uma possibilidade de auxílio, identificada da literatura acadêmica apresentada nesta pesquisa, consiste na utilização de ontologias de domínio para a representação de modelos de competências. Tal proposta baseia-se no potencial das

ontologias em representar domínios de conhecimento, de forma a estruturá-los e organizá-los, permitindo o compartilhamento de informações sobre os mesmos. A seção seguinte apresenta ontologias para o domínio de competências aplicadas a sistemas de recomendação na educação. A ontologia discutida em Paquette (2015) será apresentada em conjunto com as diferenças entre o modelo de competências assumido pelo autor e o modelo descrito por Behar et al. (2013).

4.2.3 Ontologias para o domínio de competências aplicadas a Sistemas de Recomendação na Educação

A utilização de técnicas de recomendação baseada em conhecimento, segundo Tarus, Niu e Mustafa (2017), é muito popular na área da Aprendizagem Apoiada por Tecnologia. Conforme apresentado na seção 4.1, esse tipo de técnica não apresenta complicações com novos usuários como as recomendações baseadas em conteúdo e por filtragem colaborativa, uma vez que não depende de itens já aprovados anteriormente por seus usuários. É ainda uma estratégia bastante apropriada a ser utilizada de forma híbrida com outras técnicas. Os autores ressaltam, entretanto, que o seu inconveniente é a necessidade de aptidões em engenharia do conhecimento.

Em apoio a técnicas de recomendação baseadas em conhecimento, Tarus, Niu e Mustafa (2017) discutem a utilização de ontologias para a modelagem do conhecimento a respeito do usuário, do item e da relação entre o usuário e o item. Tal uso configura a chamada recomendação baseada em ontologias. Nesta pesquisa, a modelagem e aplicação de ontologias para o domínio de competências é estudada como estratégia de apoio a SRs baseados em competências. Os projetos apresentados a seguir propõem ontologias para a representação de competências a serem utilizadas em SRs na educação.

Dolog e Nejdl (2007) apresentam especificações de ontologias para modelos de usuários voltadas a sistemas adaptativos, que permitem a recomendação de recursos em ambientes educacionais. O exemplo de ontologia dos autores utiliza uma classe *performance*, que indica o desempenho do usuário através da sua experiência com certos conceitos. O aprendizado do usuário sobre um conceito é indicado pela propriedade *learningCompetency*. Competência, para os autores,

consiste apenas em uma propriedade da classe *performance* que liga a informação de desempenho de um usuário a um determinado conceito.

A Ontolearner, de Musa e Oliveira (2007), consiste em uma ontologia para o modelo de aluno a ser utilizada em sistemas adaptativos e sistemas de recomendação. Seu objetivo consiste em garantir a representação universal dos dados de um modelo baseado em especificações e padronizações de dados sobre o contexto e perfil do aluno presentes na literatura internacional. As duas especificações consideradas foram a PAPI (Personal and Private Information), da IEEE Learning Technology Standards Committee (PAPI, 2001), e a IMS LIP (Instructional Management Systems Learning Information Package), da IMS Global Learning Consortium (LIP, 2001). Entretanto, apesar de ambas especificações considerarem as competências do aluno, a Ontolearner substitui essa informação por uma classe referente aos objetivos do estudante.

Rezende et al. (2015) descrevem uma ontologia denominada PERSONNA para a modelagem do perfil e do contexto do aluno em um ambiente de educação a distância voltada ao processo de recomendação de OAs. Na PERSONNA as competências são associadas a uma categoria de desempenho do aluno, em conjunto com outras informações como experiência e nota. O conceito de competência não é discutido ou explorado, aparecendo na ontologia como uma definição, uma expressão textual, apenas. Sua inserção está baseada nas especificações de dados educacionais PAPI, IMS LIP e a ULF (Universal Learning Format) (SABA, 2000).

Bremgartner e Netto (2015) descrevem o arcabouço, ou estrutura, AMAPARA (sigla em língua inglesa que significa Arquiteturas Pedagógicas Multiagente Adaptativas para Recursos e Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem). Essa estrutura consiste em uma estratégia que permite a adaptação de recursos para estudantes em AVAs e o seu acompanhamento no decorrer do curso que estiverem cursando. No AMPARA a construção do conhecimento do estudante é apoiada através de uma tecnologia de sistema multiagente que manipula uma ontologia de modelo aberto de aluno.

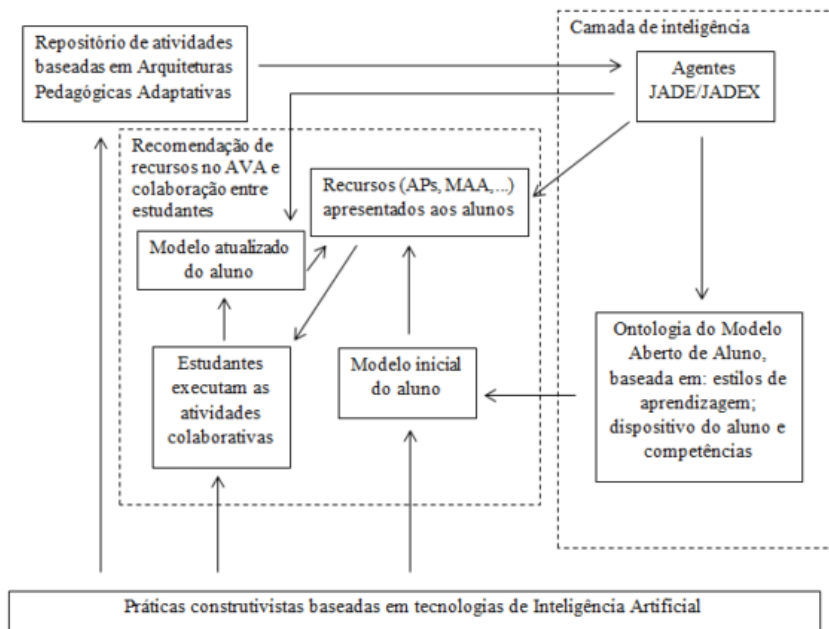
Entre as funções do arcabouço, segundo os autores, estão a recomendação e a adaptação de Arquiteturas Pedagógicas contendo propostas de atividades construtivistas para a abordagem do conteúdo de algum curso específico. Entretanto, a referência que os autores fazem à teoria construtivista de Jean Piaget

como a base para a adaptação de recursos e o acompanhamento dos estudantes em seu curso não é explicitada, sem demonstrar como a teoria é realmente aplicada.

O modelo aberto de aluno é baseado na especificação IMS LIP, que é estendida, de forma a considerar as seguintes informações dos estudantes: suas competências, habilidades, equipamentos que utilizada, desempenho em suas atividades, frequência e estilos de aprendizagem. Sendo aberto, o modelo do aluno possui caráter dinâmico. Sua estrutura é modificada através das interações do estudante com o AVA. A visualização do modelo também é disponibilizada ao estudante, proporcionando o seu autoconhecimento e a oportunidade da autorregulação do processo de aprendizagem. Os autores buscam alcançar, com a estrutura desse modelo, o objetivo melhorar a aprendizagem e a autonomia do estudante.

Cada competência no modelo aberto de aluno é expressa por um conjunto de habilidades. Na ontologia que representa o modelo aberto de aluno, a classe competência descreve o nível de habilidade de cada estudante. Esses níveis são atualizados através de agentes, que consideram o desempenho dos estudantes em avaliações formativas frequentes de suas atividades. A Figura 38 ilustra o modelo conceitual do AMPARA, descrevendo em detalhes o processo de personalização de atividades colaborativas baseadas em Arquiteturas Pedagógicas, fazendo uso do sistema multiagente. Em suas conclusões, Bremgartner e Netto consideram que os testes realizados indicam que a recomendação de Arquiteturas Pedagógicas pode oferecer apoio na construção do conhecimento do estudante de forma útil e eficaz.

Figura 38 – Modelo conceitual do AMPARA



Fonte: Bremgartner, Netto e Menezes (2015).

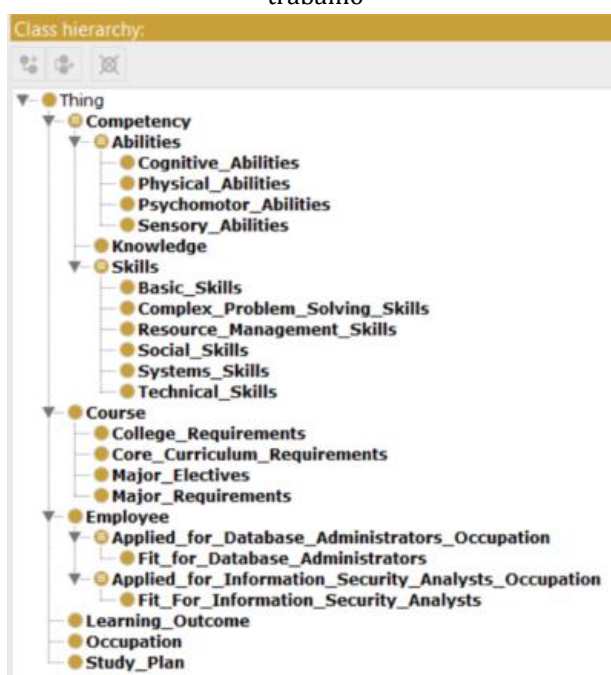
Carvalho et al. (2016) apresentam uma ontologia para o apoio da recomendação personalizada de conteúdo em sistemas adaptativos para a educação considerando os estilos de aprendizagem dos estudantes. Não são consideradas competências nessa ontologia.

Bouras e Zainal (2016) propõem uma ontologia para avaliação de competências necessárias ao mercado de trabalho na área da tecnologia da informação, buscando aproximar empregadores, educadores e estudantes. Os autores descrevem como a ontologia apresentada pode ser utilizada na identificação de usuários e no auxílio para o preenchimento das lacunas que possuem em matéria de competências para uma determinada posição no mercado de trabalho. O modelo de competências utilizado é o de aptidões, habilidades e conhecimentos (do inglês *skills, abilities e knowledge*), adotado pela O*NET³⁰ (Rede de Informação Ocupacional, do inglês Occupational Information Network) do Departamento de Administração do Trabalho, Emprego e Treinamento dos EUA.

³⁰ <https://www.onetonline.org/>, acesso em 22/06/2017.

A Figura 39 apresenta a taxonomia de classes da ontologia proposta pelos autores, dividida em seis classes principais: (1) competência; (2) curso; (3) empregado; (4) resultado de aprendizagem; (5) ocupação; e (6) plano de estudo. Seguindo o modelo de competências mencionado, a classe *Competency* (competência) está dividida de outras três subclasses: *Abilities* (habilidades), *Knowledge* (conhecimento) e *Skills* (aptidões). As classes *Abilities* e *Knowledge* possuem subclasses relativas ao modelo de referência.

Figura 39 – Taxonomia das classes da ontologia das competências necessárias ao mercado de trabalho



Fonte: Bouras e Zainal (2016).

O trabalho de Focking, Vieira e Rocha Neto (2016) apresenta uma metodologia baseada em ontologias para o domínio do treinamento e a sua aplicação na construção de treinamentos teórico e prático de operadores de sistemas elétricos, em ambientes de e-learning. As ontologias modeladas pelos autores representam informações necessárias à escolha de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequadas à elaboração de cenários de treinamento, gerando recomendações para a montagem de módulos de aprendizagem.

O conceito de competência aparece no trabalho dos autores de forma indireta. As técnicas e estratégias utilizadas são justificadas por serem aquelas que,

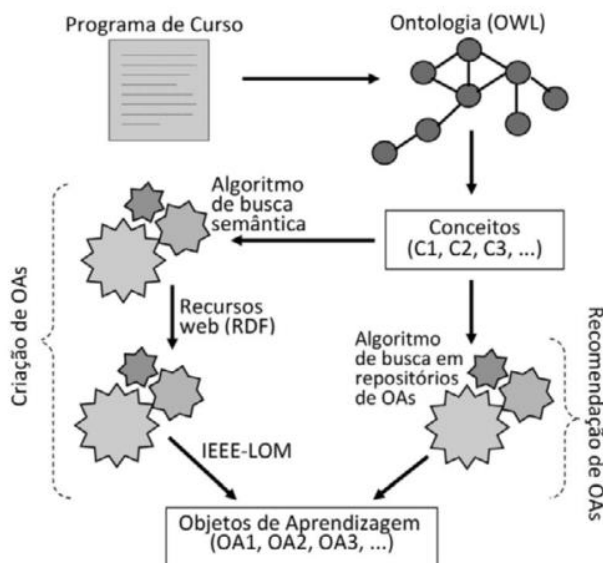
segundo a literatura apresentada pelos autores, contribuiriam satisfatoriamente para que os estudantes construíssem competências e desenvolvessem habilidades ou modificassem suas atitudes durante os treinamentos. O trabalho, entretanto, não apresenta informações sobre algum modelo de competências considerado ou mesmo sobre classes relacionadas a competências, habilidades ou atitudes nas ontologias. É ressaltada constantemente a utilização de termos relacionados às teorias de estilos de aprendizagem, claramente presentes nas classes das ontologias.

Belizário Júnior e Dorça (2016) propõem uma abordagem para a recomendação de OAs e recursos web para o seu desenvolvimento em cursos online em larga escala adaptáveis aos estilos cognitivos e de aprendizagem de estudantes.

Em sua proposta, os conceitos das seções dos programas dos cursos são mapeados automaticamente e descritos em ontologias. O artigo descreve a abordagem proposta, mas não a sua implementação.

O mapeamento dos conceitos citados, segundo Belizário Júnior e Dorça em sua introdução, leva em consideração as competências e os estilos de aprendizagem e cognitivos dos estudantes com base na revisão da literatura realizada. Entretanto, ao longo do texto são citados estudos que consideram os estilos de aprendizagem e cognitivos dos estudantes, mas não são realizadas menções ao tratamento das suas competências. A Figura 40 apresenta um diagrama com a arquitetura que implementará a identificação dos conceitos das seções dos programas de cursos e os modelará em ontologias. Essas ontologias serão utilizadas para a recomendação de OAs relacionados a esses conceitos ou de ferramentas da web a serem utilizadas para a criação desses cursos.

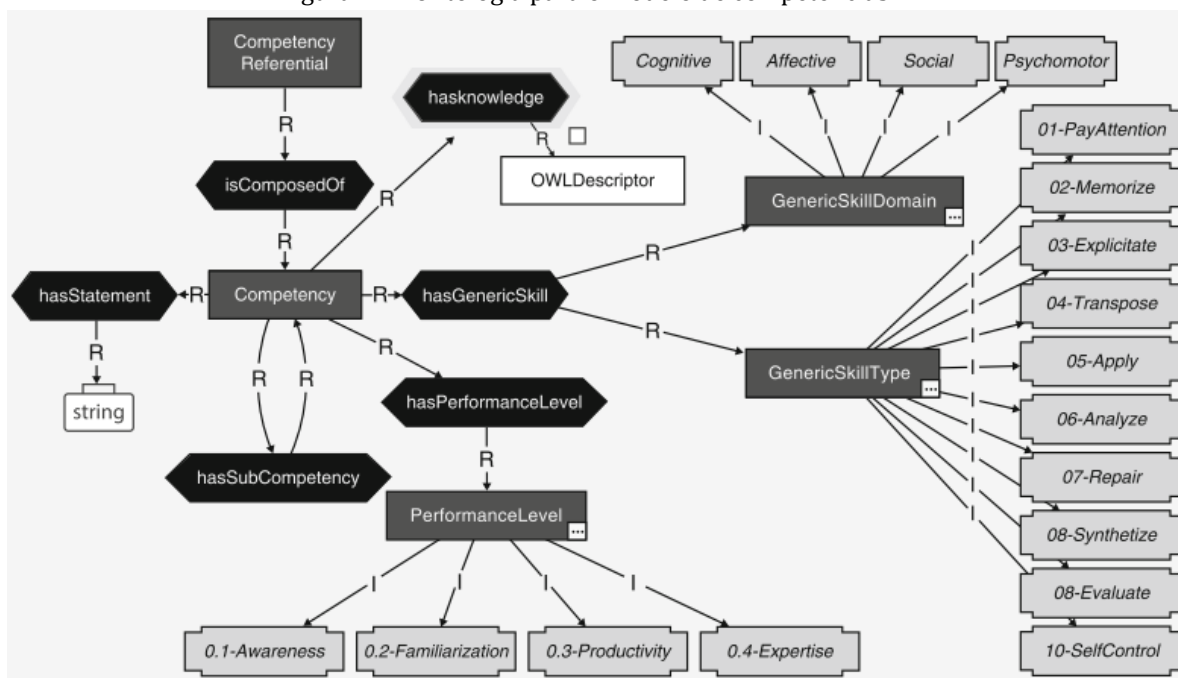
Figura 40 – Modelo para recomendação e criação de OAs através de programas de cursos



Fonte: Belizário Júnior e Dorça (2016).

Por fim, entre os trabalhos que fazem uso de ontologias para a representação de competências analisados, o de Paquette (2015), já discutido na seção 4.2.2, é o mais próximo da proposta deste projeto de defesa. O autor apresenta uma discussão aprofundada e embasada por teorias educacionais a respeito do modelo de competências escolhido. A ontologia para o domínio de competências proposta por Paquette é apresentada na Figura 41.

Figura 41 – Ontologia para o modelo de competências



Fonte: Paquette (2015).

A reutilização da ontologia apresentada em Paquette (2015) neste projeto, entretanto, não se mostra viável. O modelo de competências apresentado pelo autor é diferente do discutido em Behar et al. (2013). O modelo defendido por Behar et al. é considerado o mais adequado para esta pesquisa devido a ser o único estudado que considera os conhecimentos, o “saber”, as habilidades, o “saber fazer” e as atitudes, o “saber ser”, como bases necessárias às competências do sujeito. A ontologia para o domínio de competências modelada nesta dissertação, que se baseia no trabalho de Behar et al. (2013) e de Silva (2018), é apresentada no capítulo 7.

Dos 9 trabalhos citados nesta seção, apenas 6 apresentam ontologias que de fato apresentam informações referentes a competências em seus modelos. Esses seis são apresentados na Tabela 4, que relaciona as referências dos autores com os domínios de suas ontologias

Tabela 4 - Comparação entre diferentes ontologias com informações sobre competências apresentadas nos trabalhos relacionados

Autores	Domínio da Ontologia
Dolog e Nejdí (2007)	Modelo de aluno com competência como característica de uma dimensão
Musa e Oliveira (2007)	Ontolearner - modelo de aluno com competência como classe referente aos objetivos do estudante.
Rezende et al. (2015)	PERSONNA – modelo de perfil e contexto do aluno com competência como característica de uma dimensão
Bremgartner e Netto (2015)	AMAPARA - modelo de aluno com cada competência como um conjunto de habilidades
Bouras e Zainal (2016)	Modelo de competências necessárias ao mercado de trabalho na área da tecnologia da informação, descritas por três elementos: como aptidões, habilidades e conhecimentos (do inglês <i>skills, abilities e knowledge</i>)
Paquette (2015)	Modelo de competências, compostas por três elementos: aptidões, níveis de performance e conhecimentos

5 METODOLOGIAS PARA MODELAGEM DE ONTOLOGIAS

Como enfatizam Noy e Mcguinness (2001), uma ontologia é um modelo cujos conceitos devem representar certa realidade. Sendo assim, a modelagem de ontologias consiste em um processo multidisciplinar que envolve especialistas em, pelo menos, duas áreas de conhecimento: a da engenharia de ontologias³¹ e a do domínio da realidade em questão. Tal processo costuma ser caracterizado na literatura acadêmica como complexo (SURE; STAAB; STUDER, 2009), que demanda tempo de profissionais qualificados e, dessa forma, caro (TARUS; NIU; MUSTAFA, 2017).

Ainda assim, ontologias apresentam elevado potencial semântico e tal versatilidade de aplicações que as situam em posição de destaque entre os demais Sistemas de Organização do Conhecimento (VICKERY, 2012). A sua descrição axiomática favorece o compartilhamento de informações sobre o domínio modelado entre diferentes usuários, sejam eles seres humanos ou sistemas de software, e permite a dedução de novos vínculos entre os conceitos do domínio.

Em apoio aos engenheiros de ontologias³² e especialistas nos domínio de conhecimento a serem modelados, segundo Iqbal et al. (2013), diversas metodologias tem sido propostas. Para os autores, uma metodologia para a modelagem de ontologias deve compreender os aspectos metodológicos do seu desenvolvimento, propondo orientações e atividades para esse fim. Iqbal et al. (2013) salientam que, apesar da variedade de propostas nesse sentido apresentadas nas últimas duas décadas, existe uma lacuna para a ampla aceitação de metodologias específicas. Um dos fatores que estimula essa falta de aceitação, de acordo com os autores, consite na falta de generalidade dessas propostas, ao terem sido desenvolvidas com base em alguma ontologia específica. Nesse contexto, Iqbal et al. realizam uma revisão da literatura avaliando aspectos de metodologias que se destacam na modelagem de ontologias.

³¹ Para Sure, Staab e Studer (2009), a engenharia de ontologias é a disciplina que estuda os princípios, os métodos e as ferramentas para a iniciação, o desenvolvimento e a manutenção de ontologias.

³² Especialistas em engenharia de ontologias.

A modelagem de uma ontologia para o domínio de competências encontra-se entre as propostas desta pesquisa. Essa ontologia deve apoiar a compreensão do conceito, o compartilhamento de informações sobre o mesmo e o desenvolvimento de sistemas que dependam da sua aplicação. O processo de modelagem de ontologias por estudantes e profissionais da área da educação e as metodologias utilizadas para esse fim também são estudadas. Para tanto, foi necessária a seleção, definição e adaptação de uma metodologia de modelagem a ser empregada por estudantes e profissionais da educação que se dediquem a esse tema. Este capítulo se divide em duas seções, apresentando: aspectos de diferentes metodologias empregadas para modelagem de ontologias na literatura acadêmica; e a descrição da metodologia 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001), definida para a modelagem inicial da ontologia proposta nesta pesquisa.

5.1 ANÁLISE DE DIFERENTES METODOLOGIAS

A revisão não sistemática da literatura realizada por Iqbal et al. (2013) avalia quinze metodologias que se destacam em projetos de modelagem de ontologias. Com base nos autores, esta seção apresenta descrição sucinta de cada metodologia:

- a) **Enterprise** (USCHOLD; KING, 1995) - primeira metodologia proposta para a modelagem de ontologias, baseada em uma ontologia para companhias empresariais, mas sem apresentar a descrição precisa de técnicas e atividades;
- b) **TOVE** (GRUNINGER; FOX, 1995)- baseada no domínio dos negócios, foca na captura de descrições informais do domínio, transformadas em seguida em linguagem formal, mas também sem apresentar a descrição precisa de técnicas e atividades;
- c) **METHONTOLOGY** (FERNÁNDEZ-LÓPEZ; GÓMEZ-PÉREZ; JURISTO, 1997) – propõem a modelagem de ontologias de domínio desde o seu princípio, cobrindo técnicas e atividades em detalhes, sendo aplicada em domínio como o da química e suas especificidades no meio ambiente;
- d) **IDEF5** (KBSI, 1994) - inicialmente utiliza uma linguagem esquemática baseada em representações gráficas para a expressão das informações

mais comuns da ontologia; essa representação inicial é então analisada e transformada em uma linguagem estruturada; a metodologia conta também com uma biblioteca para definições e caracterizações da ontologia, mas provê apenas detalhes limitados a respeito das técnicas e atividades a serem realizadas;

- e) **Ontolingua** (FARQUHAR et al., 1995) - é utilizada em conjunto com um servidor que oferece uma biblioteca de ontologias pré-definidas; seus usuários podem reutilizar e remodelar tais ontologias, além de estender a biblioteca adicionando suas novas ontologias; a metodologia apresenta guias para a exploração, desenvolvimento, manutenção e compartilhamento das ontologias registradas no servidor;
- f) **SENSUS** (SWARTOUT et al., 1996) - compreende mais de 50000 conceitos em uma hierarquia de termos para diferentes níveis de abstração, sem cobrir algum domínio específico; a ontologia modelada inclui apenas termos presentes em sua hierarquia, sendo outros termos irrelevantes eliminados; são deixados de lado em sua descrição detalhes de execução e técnicas particulares;
- g) **CYC** (LENAT; GUHA, 1990) - inspirada em uma base de dados de mesmo nome, uma ontologia para conhecimento enciclopédico a fim de prover entendimento em linguagem natural para sistemas, seus especialistas e suas técnicas de aprendizado de máquina; se baseia em três fases, que compreendem a codificação manual dos conceitos, a utilização de ferramentas para essa codificação e na utilização de softwares automatizados que lidam com essas codificações; assim como a SENSUS, deixa a desejar no detalhamento dos seus processos de desenvolvimento;
- h) **Mikrokosmos** (MAHESH, 1996) - atuando também na área do processamento de linguagem natural, é baseada em ontologia aplicada em sistemas automatizados de tradução; algumas diretrizes da metodologia também podem ser aplicadas a outros domínios;
- i) **Plinius** (MARS et al., 1994) - é similar ao projeto Mikrokosmos, orientada a modelagem de ontologias para a tradução de linguagem natural; a sua abordagem se baseia em decisões de modelamento e recomendações de

adoção de análises de custo benefício para a inclusão de conceitos; suas diretrizes se aplicam a outros domínios, mas com restrições;

- j) **Kactus e CommonKads** (SCHREIBER; WIELINGA; JANSWEIJER, 1995) - a CommonKads é uma metodologia amplamente utilizada para o desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento centrados em ontologias; o Kactus é um projeto de extensão ao CommonKads com foco na reutilização de sistemas técnicos complexos e ontologias;
- k) **On-To-Knowledge** (SURE; STAAB; STUDER, 2003) - com foco em soluções empresariais, apresenta uma abordagem que integra método relacionados à solução de problemas por humanos e automatizadas por sistemas de tecnologia da informação;
- l) **ONIONS** (GANGEMI; STEVE; GIACOMELLI, 1996) - aplicada ao domínio de médico, integra fontes heterogêneas de informações para a aquisição de conhecimento a ser representado na ontologia;
- m) **MENELAS** (BOUAUD et al., 1994) - também no domínio médico, é aplicada a sistemas de compreensão de linguagem natural e utiliza gráficos conceituais para a sua formalização; inclui quatro princípios para o desenvolvimento da taxonomia de nomes na ontologia baseados em similaridade, especificidade, oposição e acesso semântico único; por adotar uma visão idealizada de taxonomias a metodologia é incompatível com muitos outros domínios;
- n) **101** (NOY; MCGUINNESS, 2001)- consiste em um guia para o desenvolvimento de ontologias de domínio, com diretrizes iterativas e regras fundamentais para o design de uma ontologia, cobrindo sequencialmente todas as etapas da sua modelagem;
- o) **UPON** (NICOLA; MISSIKOFF; NAVIGLI, 2005) - baseia-se em um sistema unificado de processo (do inglês UP Unified Process) de software e adota a linguagem de modelagem unificada (do inglês UML – Unified Modeling Language); seus processos consistem em ciclos, fases, iterações e fluxo de trabalho, seguindo o paradigma do processo unificado; a metodologia não provê, entretanto, certos detalhes de forma compreensível.

Encerrando uma análise baseada em oito critérios estabelecidos em sua investigação, Iqbal et al. (2013) concluem que nenhuma das metodologias avaliadas está completamente amadurecida. Além disso, a maior parte dessas metodologias não oferece detalhes suficientes a respeito das técnicas e atividades empregadas. Algumas exceções são destacadas, como a METHONTOLOGY, que se aplica a ontologias de domínio de forma geral. Os autores comparam essa metodologia com a 101, desenvolvida com foco em pessoas com pouca experiência em modelagem de ontologias, e a UPON, que se utiliza de estratégias da área de engenharia de software.

Para Iqbal et al. (2013) as três metodologias destacadas, METHONTOLOGY, 101 e UPON, seguem um modelo de prototipação evolutivo, que prevê o refinamento da ontologia ao longo da sua modelagem. São também de aplicação independente de domínio e fornecem detalhes suficientes para a execução das técnicas e atividades previstas em seus processos.

Nesta pesquisa, optou-se pela utilização a metodologia 101 entre as três destacadas devido ao seu aspecto introdutório à modelagem de ontologias. A sua descrição é apresentada na próxima seção e a sua aplicação é descrita no capítulo 7.

5.2 METODOLOGIA 101 – PONTO DE PARTIDA NA MODELAGEM DE ONTOLOGIAS

O objetivo de Noy e Mcguinnes (2001) com a proposta da metodologia 101 é oferecer um ponto de partida para a modelagem de ontologias. As autoras estabelecem que na modelagem são necessárias quatro etapas principais:

- a) definição das **classes** na ontologia;
- b) posicionamento das classes em uma hierarquia taxonômica, com superclasses e subclasses;
- c) definição de **slots**, ou os predicados da ontologia, que as autoras também chamam de propriedades, com a descrição dos valores válidos para esses **slots**, suas **facet**as;
- d) criação das **instâncias** e preenchimento nos valores dos **slots** para **instâncias**.

As superclasses e subclasses dizem respeito, respectivamente, às classes superiores ou inferiores a outras em relação à hierarquia taxonômica estabelecida. O termo *slot* se refere ao que, na definição da ontologia como modelo de conhecimento, é chamado de predicado. Dessa forma um *slot* poderá consistir em uma propriedade, que liga uma classe a um atributo, uma informação, ou em um relacionamento, que liga uma classe a outra classe. As facetas dizem respeito às informações que descrevem os *slots*, indicando quais classes e valores estão ligados a eles e quais relacionamentos são permitidos.

Como Noy e Mcguinnes utilizam o software *Protégé*³³ para a construção de ontologias, consideram o termo *slot* como sinônimo de *propriedade*. Isso ocorre porque no *Protégé* os relacionamentos entre as classes são chamados de propriedades de objeto e as propriedades, que ligam uma classe a um atributo, são chamadas propriedades de dado. Nesta dissertação, os termos *slot* ou *propriedade* são entendidos como o predicado de uma ontologia. Os termos *relacionamento* e *atributo* são considerados como os tipos de slots ou propriedades, conforme já apresentado na definição das ontologias do capítulo 3.

As autoras definem também três orientações fundamentais para a modelagem de uma ontologia:

- a) não há uma maneira correta de modelar um domínio, havendo sempre alternativas viáveis – a melhor solução quase sempre depende da aplicação que se tem em mente e das extensões previstas para a ontologia;
- b) o desenvolvimento da ontologia é necessariamente um processo iterativo, ou seja, é possível retornar a etapas anteriores e modifica-las caso seja necessário durante a modelagem;
- c) os conceitos na ontologia devem estar próximos dos objetos, físicos ou lógicos, e dos relacionamentos no domínio de interesse – os objetos provavelmente serão os substantivos e os relacionamos os verbos nas sentenças que descrevem o domínio.

³³ Disponível em: <http://protege.stanford.edu/>. Acesso em 09/07/2017.

De forma a cumprir com as quatro etapas apresentadas acima e considerando as três regras fundamentais, Noy e Mcguinnes (2001) descrevem sete passos para a modelagem de uma ontologia. Em resumo, tem-se:

- a) **primeiro passo** – determinação do domínio e do escopo da ontologia, realizada através da resposta a questões pré-definidas;
- b) **segundo passo** – análise para reutilização de ontologias, quando são avaliadas as ontologias existentes e a possibilidade da reutilização das mesmas na modelagem da nova ontologia;
- c) **terceiro passo** – enumeração dos termos importantes da ontologia, que auxiliarão na definição das classes e dos *slots*;
- d) **quarto passo** – definição das classes e a sua hierarquia, realizada através das respostas obtidas nos passos anteriores e seguindo-se uma das três abordagens propostas a seguir;
- e) **quinto passo** – definição das características das classes – os *slots*, considerando-se as respostas, principalmente, do terceiro passo;
- f) **sexto passo** – definição das facetadas dos *slots*, descrevendo os seus tipos de valores, a quantidade de valores, e outras regras relativas a elas;
- g) **sétimo passo** – criação das instâncias, considerando-se as instâncias individuais de cada classe na hierarquia.

Cada um dos sete passos é apresentado nessa seção. A sua aplicação através da modelagem da ontologia de domínio de competências na educação se encontra no capítulo 7.

Primeiro passo - determinar o domínio e o escopo da ontologia

As atividades descritas na metodologia 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001) iniciam-se com a resposta do que as autoras chamam de quatro “questões de competência”. Tratam-se de questões que auxiliam na definição do domínio e do escopo da ontologia. Ao respondê-las é necessário que se tenha em mente que a ontologia deve conter informações suficientes para responder esse tipo de pergunta.

Da mesma forma, deve-se considerar também qual o nível de detalhe ou representação de um determinado domínio que as respostas requerem. As quatro perguntas questionam:

- a) qual o domínio que a ontologia irá cobrir;
- b) para o que a ontologia será utilizada;
- c) para quais tipos de perguntas as informações na ontologia devem fornecer respostas;
- d) quem vai usar e manter a ontologia.

Segundo passo - considerar a reutilização de ontologias

A proposta da ontologia como modelo para organização e compartilhamento de conhecimento está associada ao seu potencial de reutilização por diferentes usuários, organizações, projetos e grupos de pesquisa. Sendo assim, é importante que se considere em seu processo de modelagem fatores que facilitem a sua reutilização, tais como: a assimilação, parcial ou integral, de ontologias já modeladas e utilizadas no domínio considerado; a possibilidade da aplicação da sua estrutura em diferentes contextos; a descrição do modelo em mais de um idioma, considerando a importância da presença da língua inglesa; a clareza em sua hierarquia e definições; entre outros. Cabe a esse passo a abordagem desses fatores.

Terceiro passo - enumerar termos importantes da ontologia

Noy e McGuinness (2001) propõem que o terceiro passo para a modelagem de uma ontologia consiste na criação de uma lista com todos os termos que devem possuir definições na ontologia e que devem se explicar aos seus usuários. A listagem desses termos deve considerar questões como: as entidades que a ontologia deve apresentar; as características que essas entidades devem possuir; o que deve ser dito sobre elas. Neste passo não é necessário se preocupar com os relacionamentos entre essas entidades e se um termo deve ser considerado como uma classe ou um *slot*, por exemplo.

Quarto passo - definir as classes e a sua hierarquia

Existem diversas abordagens para a definição da hierarquia taxonômica das classes na ontologia. São citadas aqui três delas:

- a) **cima-baixo** – o processo de cima para baixo começa com a definição dos conceitos mais gerais no domínio e posterior especialização dos conceitos;
- b) **baixo-cima** – o processo de baixo para cima começa com a definição das classes mais específicas, as folhas da hierarquia, com subsequente agrupamento dessas classes em conceitos mais gerais;
- c) **combinação** – nesse processo se realiza uma combinação das abordagens de cima para baixo e de baixo para cima, definindo-se primeiro os conceitos mais expressivos e, em seguida, generalizando e especializando-os adequadamente.

Para Noy e McGuinness (2001) não há uma abordagem superior às outras. A escolha dependerá da forma como usuários da metodologia que realizarem o modelamento da ontologia entendem o domínio do conhecimento relacionado. A abordagem de combinação tende a ser mais simples para muitos desenvolvedores de ontologias, visto que os conceitos do nível médio tendem a ser os mais descritivos do domínio.

Independente da abordagem adotada, a criação da hierarquia taxonômica geralmente inicia-se definindo classes. Da lista criada no terceiro passo, selecionam-se termos que indicam objetos independentes ao invés dos que descrevem esses objetos. Os selecionados consistirão nas classes da ontologia e a sua relevância definirá a hierarquia.

Quinto passo - definir as características das classes – os slots

De forma a responder as perguntas de competência do primeiro passo, além da definição das classes, é necessário descrever a estrutura interna dos conceitos que elas representam. Após a seleção dos termos da lista do terceiro passo

referentes às classes, a maior parte dos termos restantes deve dizer respeito aos atributos e relacionamentos dessas classes.

Cada atributos ou relacionamento contido na lista deve ser associado a uma classe, tornando-se um *slot*. Existem vários tipos de atributos e relacionamentos de objetos que podem compor um *slot*:

- a) intrínsecas – propriedades internas ao objeto que compõe a classe;
- b) extrínsecas – propriedades externas ao objeto que compõe a classe, relacionadas a outros objetos;
- c) partes – se é um objeto estruturado, com diferentes partes, físicas ou abstratas;
- d) relacionamentos – se a classe se relaciona com uma ou mais classes.

Os *slots* de uma classe pertencerão também a todas as subclasses dessa classe. Portanto, deve-se associar o *slot* a classe de mais alta hierarquia que possui essa propriedade. Os resultados obtidos neste passo podem ser apresentados através de uma tabela contendo três colunas: as entidades, representadas por classes, os relacionamentos e os atributos.

Sexto passo - descrever as facetas dos slots

As facetas descrevem os tipos de valores dos *slots*, quais são permitidos, a sua quantidade, e outras regras relativas a eles. Podem ser descritas da seguinte forma:

- a) cardinalidade – define quantos valores um *slot* pode receber;
- b) tipo de valor – indica se o valor que o *slot* receberá é uma string, número, booleano, valores pré-definidos, instâncias de outras classes, entre outros;
- c) variedade e domínio – a variedade consiste nas classes permitidas para um *slot* do tipo instância e o domínio será a classe a qual esse *slot* estará associado.

Neste passo também é interessante a apresentação dos seus resultados em uma tabela. A mesma pode conter cinco colunas para: o *slot*, sendo um relacionamento ou atributos; o tipo de valor que o *slot* deve receber; o domínio, ou sujeito, que consiste nas classes as quais o *slot* está associado; e a variedade, ou objeto, ou seja, a classe a qual um relacionamento realiza uma conexão com as classes no domínio. Neste passo é interessante retomar a definição apresentada na seção 3.1, que considera a ontologia como um conjunto de triplas, formadas cada uma por um sujeito, um predicado e um objeto. O sujeito, nessa tabela, é representado pelas classes do domínio do *slot*. O predicado é o *slot* em si. O objeto diz respeito à classe ou ao valor indicados na coluna variedade.

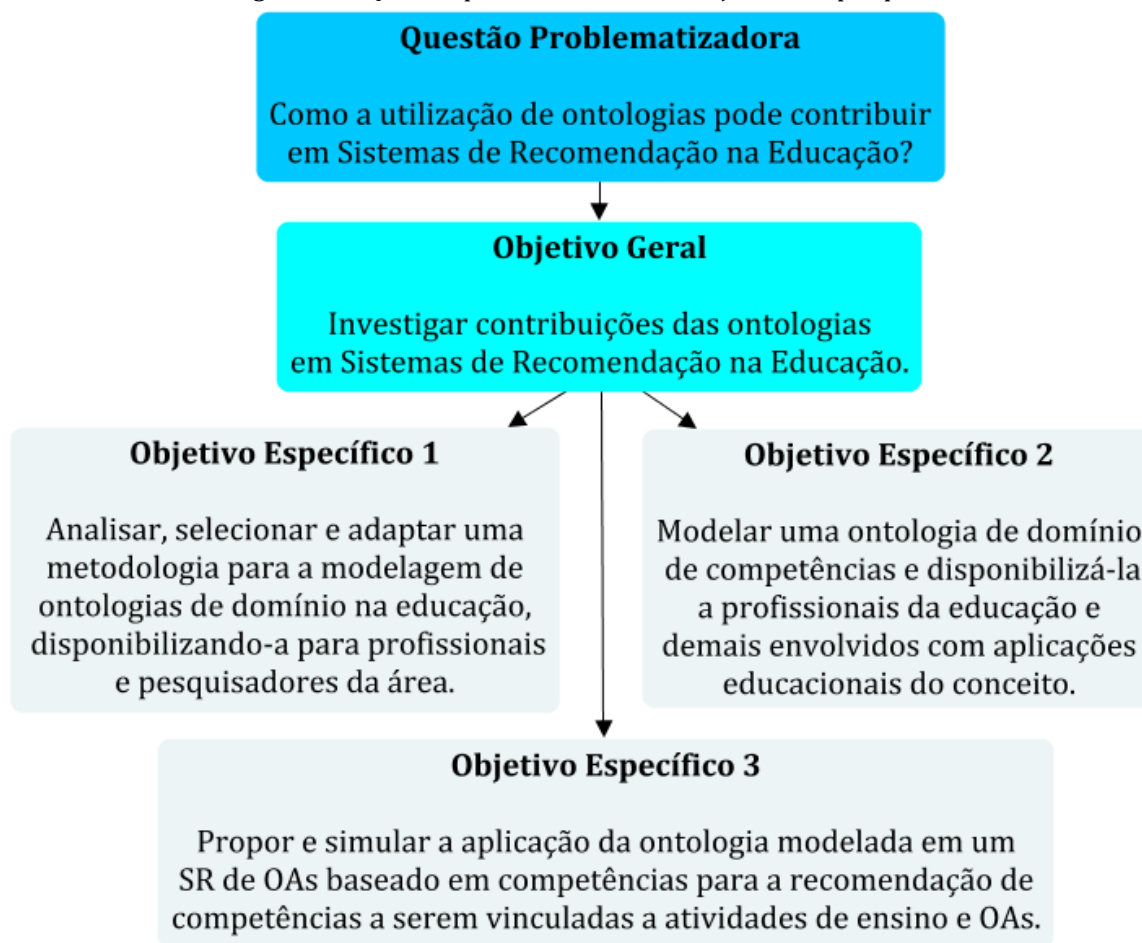
Sétimo passo - criar as instâncias

O último passo consiste na criação das instâncias individuais das classes na hierarquia. Para se definir uma instância de uma classe são necessários três passos: (1) escolher a classe, (2) criar uma instância dessa classe e (3) preencher os valores dos seus *slots*. No *Protégé*, o estabelecimento de instâncias se dá através da criação de indivíduos, que podem posteriormente ser associados a uma ou mais classes e terem os seus *slots* preenchidos.

6 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa empregada nesta dissertação é detalhada neste capítulo. Na Figura 42 é retomada a questão problematizadora que motiva este trabalho e os seus objetivos de pesquisa.

Figura 42 – Questão problematizadora e objetivos de pesquisa



Fonte: O autor (2020).

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

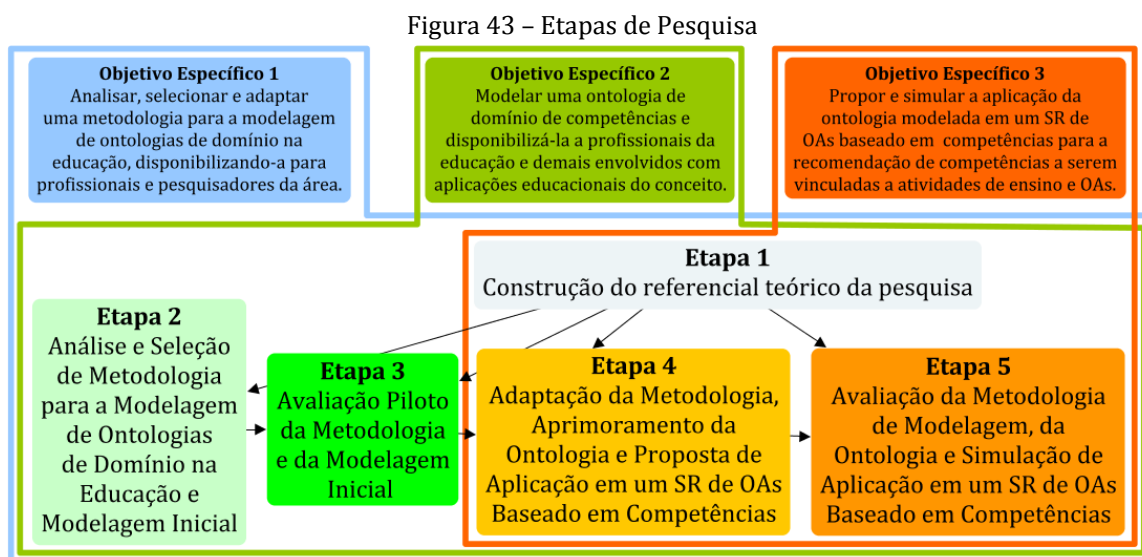
O presente estudo constitui-se em uma pesquisa de natureza aplicada, com uma abordagem qualitativa. Tal abordagem é utilizada na validação das etapas que contemplam os três objetivos específicos apresentados na Figura 42. O seu público alvo se consistiu em professores e profissionais no âmbito educacional, alunos dos programas de Pós-Graduação em Educação e em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os 36 sujeitos participantes estiveram

matriculados em 2 disciplinas de pós-graduação oferecidas nos 2 programas citados, nos anos de 2017 e 2018 e assinaram o Termo de Consentimento Informado, disponível no APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO.

Através do termo de consentimento, todos os participantes do estudo foram informados sobre o projeto em andamento, os seus objetivos pretendidos e a metodologia a ser utilizada, cumprindo assim com as questões éticas da pesquisa. Tal termo proporcionou a possibilidade de escolha sobre participar ou não da pesquisa, ressaltando o caráter privado e sigiloso das informações fornecidas pelos participantes, incluindo as suas identidades. As coletas de dados junto aos sujeitos ocorreram através do preenchimento pelos mesmos de questionários online analisados qualitativamente e das atividades práticas desenvolvidas com os alunos durante as disciplinas.

6.2 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A metodologia proposta para cumprimento dos objetivos geral e específicos desta pesquisa está organizada em cinco etapas, expostas na Figura 43. Abrangendo dois ou mais objetivos específicos, cada etapa é descrita individualmente nesta seção.



Fonte: O autor (2020).

6.2.1 Etapa 1 – Construção do referencial teórico da pesquisa

A revisão da literatura acadêmica realizada apoia o desenvolvimento de cada etapa de pesquisa proposta. Para tanto, o referencial teórico abrangeu os seguintes temas:

- a) as ontologias e o seu papel na educação;
- b) os sistemas de recomendação, suas diferentes técnicas, abordagens baseadas em competências e ontologias e sua aplicação na educação;
- c) metodologias utilizadas para a modelagem de ontologias;
- d) metodologias de pesquisas a serem empregadas neste estudo.

Essa análise contou com a realização de mapeamentos sistemáticos e não sistemáticos da literatura acadêmica. O mapeamento sistemático, por se tratar de um processo rigoroso, seguindo regras de verificação e seleção da literatura acadêmica, exige um investimento de tempo superior em relação ao não sistemático. Portanto, para a análise sistemática foi priorizada a produção de pesquisas recentes, entre 2014 a 2016, até o primeiro ano de desenvolvimento desta dissertação, abordando a utilização de ontologias em âmbito educacional. Essa análise limitou-se ao contexto nacional em virtude da limitação de tempo para a sua execução. As outras áreas relativas a esse referencial teórico foram abordadas de forma não sistemática, paralelamente ao desenvolvimento desta dissertação, priorizando-se trabalhos de revisão da literatura acadêmica realizados por outros autores.

6.2.2 Etapa 2 – Análise e Seleção de Metodologia e Modelagem Inicial

Relacionada ao primeiro e segundo objetivo específico, esta etapa descreve dois procedimentos subsequentes: a análise e a seleção da metodologia para modelagem de ontologias, baseada no estudo da literatura acadêmica apresentado no capítulo 5; a modelagem inicial da ontologia de domínio de competências, a ser avaliada nas etapas seguintes.

O trabalho inicial de análise das metodologias existentes para modelagem de ontologias foi desenvolvido predominantemente com base na revisão da literatura acadêmica realizada por Iqbal et al. (2013). Nessa revisão, foram avaliadas 15 metodologias que se destacam em artigos científicos que tratam de modelagem de ontologias. Para a seleção objetivada, priorizou-se uma metodologia para domínios em geral, passível de ser utilizada no contexto educacional, que abrangesse todas as etapas do processo de modelagem e que fosse adequada a pessoas com pouca experiência em ontologias.

Realizada a análise das metodologias e a seleção da que se adequou aos critérios estabelecidos, foi desenvolvida a modelagem inicial da ontologia de domínio para competências na educação. Como primeira aplicação da ontologia, foi proposta a sua utilização em Sistemas de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseados em competências. Buscou-se atingir dois objetivos com a sua associação a esses sistemas:

- a) apoiar professores e alunos usuários de SRs na compreensão dos elementos que compõem as competências de uma forma geral e de cada competência específica;
- b) auxiliar professores na vinculação de competências a atividades de ensino e OAs aos sistemas.

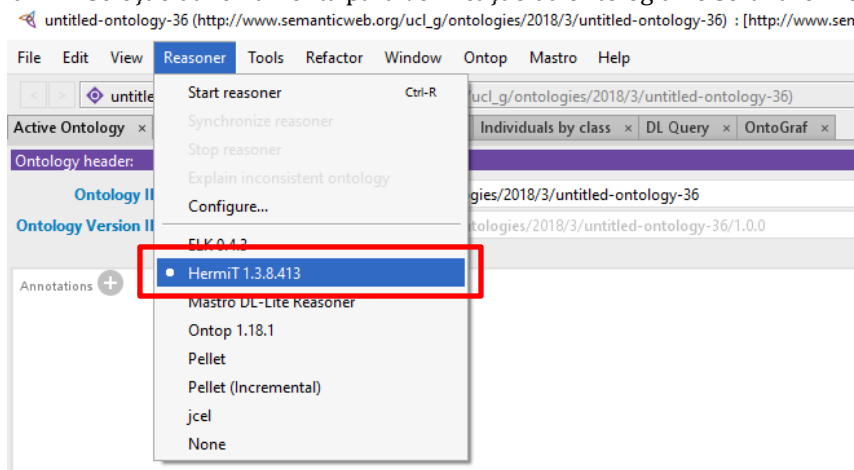
6.2.3 Etapa 3 – Avaliação Piloto da Metodologia e da Modelagem Inicial

As avaliações piloto da metodologia de modelagem selecionada e da ontologia inicialmente modelada apoiam o cumprimento do primeiro e do segundo objetivo específico. A primeira ontologia desenvolvida foi verificada de duas maneiras nesta dissertação: pela utilização de ferramentas fornecidas pelo software editor, o *Protégé*; através dos resultados coletados na primeira turma da disciplina de pós-graduação ministrada. A metodologia de modelagem selecionada também foi avaliada durante as atividades desenvolvidas nessa turma.

Com o *Protégé* foi utilizada uma ferramenta chamada de *reasoner*, ou de inferência. A ferramenta possibilita a busca por erros na estrutura da ontologia e em seus axiomas, além da execução de testes de inferência baseados no conhecimento

modelado. O software oferece diferentes opções de *reasoners*, como as 7 opções apresentadas na Figura 44. A escolha da ferramenta adequada deve ser realizada de acordo com os critérios de utilização e avaliação da ontologia. Para as necessidades desta dissertação, entretanto, a escolha é indiferente.

Figura 44 – Seleção da ferramenta para verificação da ontologia no software *Protégé*



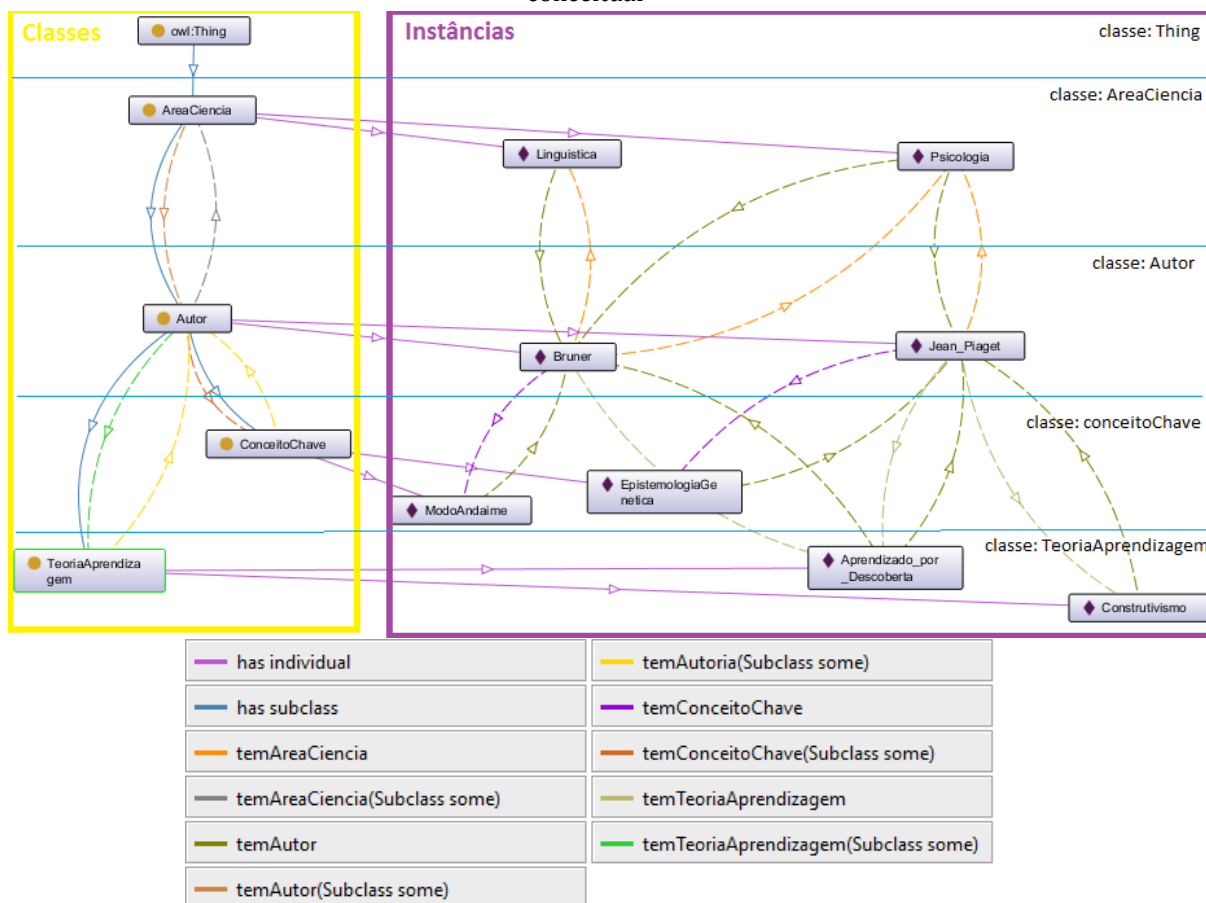
Fonte: O autor (2020).

A segunda forma de avaliação foi realizada através da comparação da modelagem inicial, desenvolvida pelo pesquisador e apresentada na seção 7.2, com as ontologias modeladas pelos participantes da primeira turma da disciplina de pós-graduação ministrada. O objetivo dessa avaliação consistiu na busca por insights para possíveis modificações em sua estrutura e demais características. A disciplina ocorreu no primeiro semestre de 2017, contando com 13 aulas presenciais e 3 a distância³⁴, com frequência semanal e 26 alunos concluintes. Entre essas aulas, 2 presenciais e 1 a distância, foram dedicadas a abordagem das ontologias e sua modelagem. As atividades realizadas contaram com a organização de 6 grupos de 4 a 5 alunos com a finalidade de modelar em conjunto uma ontologia de domínio para competências, utilizando a metodologia definida. Essa metodologia também foi avaliada através da análise dos dados obtidos com os alunos.

Foram dedicadas três aulas para a apresentação e discussão dos conteúdos relativos às ontologias e a sua modelagem, dada a limitação da carga horária da disciplina ministrada. Objetivou-se oferecer aos alunos subsídios necessários e

³⁴ A organização das aulas e dos seus conteúdos pode ser conferida através do seguinte endereço: <https://compdigcurso2017.weebly.com/>. Acesso em 29/06/2018.

Figura 47 – Ontologia de domínio de teorias de aprendizagem inspirada no respectivo mapa conceitual



Fonte: O autor (2020).

Após a atividade de modelagem realizada em grupos, cada aluno, individualmente, preencheu um questionário online com perguntas de múltipla escolha e discursivas. O questionário, disponível no APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO PILOTO, foi projetado e aplicado com o objetivo a obter quatro tipos de informações:

- o perfil acadêmico dos sujeitos participantes;
- a familiaridade dos alunos com o conceito de competências e as dificuldades enfrentadas para a vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs;
- a familiaridade dos sujeitos com o tema das ontologias e as suas percepções em relação ao potencial de apoio que elas podem oferecer à

compreensão do conceito de competências e à sua vinculação a atividades de ensino e OAs;

- d) as impressões dos participantes quanto à utilização da metodologia 101 para modelagem de ontologias.

O objetivo principal com o desenvolvimento do questionário online foi a avaliação piloto com os alunos da metodologia de modelagem selecionada. A definição dos seus quatro tipos de informações, entretanto, permitiu também a avaliação do perfil dos alunos e da sua familiaridade e impressões a respeito dos conceitos apresentados durante as aulas. Tais dados foram considerados úteis para a abordagem do problema de pesquisa desta dissertação. Conforme descrito na Tabela 5, os 4 grupos totalizaram 32 questões, com respostas do tipo dissertativas e de múltipla escolha.

Tabela 5 – Descrição das perguntas do questionário online.

Grupo	Nr.	A ser avaliado com a pergunta	Tipo
Grupo 1 - Perfil dos Sujeitos	1	Consentimento de participação	Dissertativa
	2	Gênero	Múltipla Escolha
	3	Idade	Múltipla Escolha
	4	Nível de estudo	Múltipla Escolha
	5	Formação acadêmica	Dissertativa
	6	Área de atuação	Dissertativa
Grupo 2 - Conceito de competências	7	Familiaridade com o conceito de competências	Múltipla Escolha
	8	Dificuldades na vinculação de competências com CHA a OAs	Múltipla Escolha
	9		Dissertativa
Grupo 3 - Ontologia de competências	10	Familiaridade com o conceito de ontologias	Múltipla Escolha
	11	Apoio das ontologias para a compreensão do conceito de competências e na sua vinculação a atividades de ensino e a OAs	Múltipla Escolha
	12		Dissertativa
	13		Dissertativa
	14	Dificuldade na utilização da metodologia 101	Múltipla Escolha
Grupo 4 - Metodologia 101 para modelagem de ontologias	15	Dificuldades na execução dos passos 1 ao 7 da metodologia 101 e a sua relevância para a modelagem de uma ontologia	Múltipla Escolha
	28	Clareza e adequação da metodologia 101 para a modelagem de ontologias para domínios como o das competências digitais	Múltipla Escolha
	29		Múltipla Escolha
	30	Contribuições da metodologia 101 para a modelagem de ontologias	Múltipla Escolha
	31		Múltipla Escolha
	32	Pontos positivos e negativos da metodologia 101	Dissertativa

Fonte: O autor (2020).

A análise dos dados coletados com o preenchimento do questionário online pelos alunos foi realizada através da descrição dos resultados obtidos com as questões de múltipla escolha e da análise de conteúdo das respostas das questões

dissertativas. Para Gray (2012) a análise de conteúdo consiste em uma poderosa ferramenta para o pesquisador, dada a sua boa relação custo-benefício. Segundo Bardin (2011) a análise de conteúdo consiste em um conjunto de técnicas de análise aplicadas aos mais diversos tipos de comunicação cujos objetivos estão relacionados ao que a autora chama de *superação da incerteza e enriquecimento da leitura*. Por *superação da incerteza* pretende-se abranger o questionamento sobre a validade e a generalização da leitura de uma comunicação, ou seja, da identificação de elementos presentes no material. O *enriquecimento da leitura*, para Bardin, diz respeito ao aumento da produtividade e da pertinência da leitura da comunicação, através da descoberta de conteúdos e de estruturas que apoiem as conclusões obtidas.

No primeiro grupo de perguntas, dada a simplicidade das respostas, tanto as questões de múltipla escolha quanto as dissertativas foram analisadas através da descrição dos dados obtidos. As questões dissertativas dos grupos 2 a 4, especificamente a 9, a 13, a 31 e a 32, foram analisadas através de técnicas de análise de conteúdo. As categorias foram estabelecidas previamente a análise das respostas, diretamente relacionadas ao objetivo de cada pergunta. Foram definidas quatro categorias:

- a) dificuldades na vinculação de competências com CHA a OAs;
- b) apoio das ontologias na compreensão do conceito de competências e na vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs;
- c) pontos negativos da metodologia 101;
- d) pontos positivos da metodologia 101.

A leitura das respostas dos alunos permitiu, então, a identificação de unidades de análise, associadas a cada categoria, e suas frequências nas respostas. As unidades, segundo Moraes (1999), podem consistir em palavras, frases, temas ou documentos e correspondem a elementos unitários de conteúdo utilizados na classificação dos materiais analisados.

6.2.4 Etapa 4 – Adaptação da Metodologia, Aprimoramento e Proposta de Aplicação da Ontologia

Após a análise dos dados obtidos com a terceira etapa, foi possível a obtenção de informações que orientaram modificações e aprimoramentos na ontologia inicialmente modelada pelo pesquisador e na metodologia selecionada para o seu desenvolvimento. Nesta quarta etapa, que apoia o alcance dos três objetivos específicos definidos, além dos aprimoramentos citados, foi proposta a utilização da ontologia em um SR de OAs baseado em competências.

O sistema escolhido para essa proposta foi o RecOAComp, apresentado por Behar et al. (2015) e discutido na seção 4.2.2. Tal escolha foi motivada pelo fato desse SR utilizar o conceito de competências adotado por Behar et al. (2013) e pela participação do autor desta dissertação na equipe que o desenvolve. Uma nova versão do sistema³⁷ encontra-se em construção e a sua tela inicial atual é apresentada na Figura 48.

Figura 48 – Tela inicial do RecOAComp



Fonte: O autor (2020).

Ao recomendador foram propostas duas contribuições que simulam a aplicação da ontologia aprimorada. A primeira, já abordada na modelagem inicial, é citada na seção 6.2.2 e consiste na apresentação visual do conceito de competências adotado e de competências específicas. A segunda contribuição proposta diz respeito à recomendação de competências específicas para a sua vinculação a OAs e atividades de ensino.

³⁷ Versão atual do sistema em desenvolvimento, disponível através do endereço: <http://recoacomp.ufrgs.br/>. Acesso em 29/06/2018.

6.2.5 Etapa 5 – Avaliação da Metodologia de Modelagem, da Ontologia e da sua Simulação de Aplicação

A quinta e última etapa desta dissertação dá suporte à concretização dos três objetivos específicos definidos. As atividades descritas nesta seção dizem respeito a dois tipos de avaliação. Inicialmente, a nova ontologia modelada e a simulação da sua aplicação são testadas em software. Em seguida, a ontologia e a metodologia adaptada são analisadas através dos resultados das atividades com alunos da segunda edição da disciplina de pós-graduação ofertada.

A avaliação da ontologia e a simulação da sua aplicação ocorreram de forma similar a descrita na seção 6.2.3, através de uma ferramenta de inferência do software *Protégé*. Para tanto, além da avaliação da consistência da mesma e da utilização de regras de inferência, foram adicionadas classes e instâncias para a simulação do seu uso no SR definido, o RecOAComp.

A segunda forma de avaliação da nova ontologia foi realizada através da comparação da mesma com as ontologias modeladas pelos participantes da segunda turma da disciplina de pós-graduação ministrada. Essa edição ocorreu no primeiro semestre de 2018, contando com 10 aulas presenciais³⁸ de frequência semanal e 10 alunos concluintes. Entre as atividades realizadas, foram organizados 3 grupos de 3 e 4 alunos com a finalidade de modelar em conjunto uma ontologia de domínio para competências, utilizando a metodologia adaptada, a MetOntoEdu.

Nessa segunda edição, apesar da quantidade reduzida de aulas, foi possível enfatizar melhor o tema das ontologias e dedicar seis aulas para a apresentação e discussão do tema e o acompanhamento do trabalho dos alunos. O exemplo de aplicação de ontologias na educação utilizado em conjunto com a metodologia também foi modificado. Buscou-se trabalhar com um exemplo que tornasse mais clara a aplicação de ontologias e utilizasse regras de inferência com objetivo mais próximo dos tratados em aula. Foi proposta, então, em caráter didático, a modelagem de uma ontologia de domínio para os estágios do desenvolvimento cognitivo do sujeito, com base na Epistemologia Genética de Jean Piaget (PIAGET,

³⁸ A organização das aulas e dos seus conteúdos pode ser conferida através do seguinte endereço: <https://compdigcurso2018.weebly.com/>. Acesso em 29/06/2018.

1956³⁹, 2007). O recorte da teoria de Piaget foi realizado com foco na discussão dos conceitos relacionados a modelagem em si, enfatizando aos alunos que aplicação das informações apresentadas não poderia ser utilizada com outros fins que não os da disciplina. O objetivo da ontologia hipotética consistiria em compartilhar conhecimento sobre características dos estágios e permitir a recomendação de Objetos de Aprendizagem a crianças com base nessas características.

De forma a contextualizar brevemente os alunos em relação ao tema, foram realizados comentários gerais a respeito da Epistemologia Genética e apontamentos sobre características presentes nos estágios de desenvolvimento cognitivo do sujeito, segundo a teoria. Foi fornecido aos alunos um documento com descrições de características presentes nesses estágios e a Tabela 6, com referências a essas características. Apesar de informações sobre idades aparecerem na tabela, esses dados não foram considerados relevantes no desenvolvimento da atividade.

Tabela 6 – Algumas características dos estágios do desenvolvimento cognitivo do sujeito
Estádio, Estádio, Nível ou Período, e faixa de Idade do sujeito próxima em anos

Sensório-motor (0 a 2)	Pré-operatório (2 a 7)	Operatório Concreto (7 a 11)	Operatório Formal (acima de 11)
Coordenação de ações	Representação da realidade	Operações Concretas	Pensamento probabilístico
	Permanência do Objeto	Seriações	Pensamento sistemático com variáveis
	Função simbólica	Classificações	Pensamento hipotético dedutivo
	Regras - Heteronomia	Noção de Número	Pensamento Proporcional
		Pensamento reversível	Pensamento Combinatório
		Conservação de quantidades físicas	
		Regras - Autonomia	
		Múltiplas variáveis concretas	

Fonte: O autor (2020).

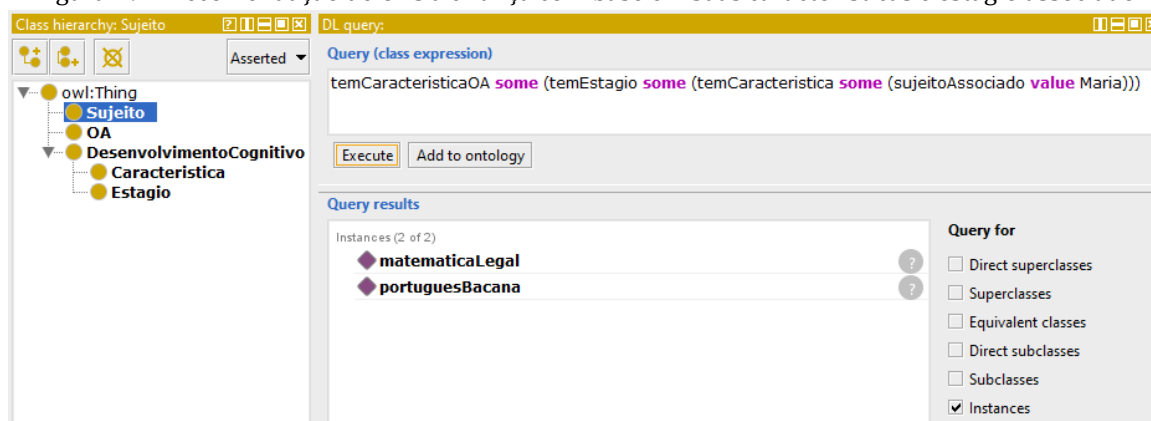
A ontologia modelada em conjunto com os alunos em aula contou com classes referentes aos estágios do desenvolvimento cognitivo e a características presentes nos mesmos. Foram adicionadas ainda classes representando sujeitos e Objetos de Aprendizagem, utilizadas no teste da ontologia através de regras de inferência executadas com o software *Protégé*. A Figura 6 e a Figura 7, apresentadas na seção

³⁹ Texto em francês lido através de tradução para o português ainda não publicada.

3.1, ilustram a estrutura de classes definidas e as instâncias a elas associadas, respectivamente.

A sua proposta de aplicação, a recomendação de OAs com base em características dos estágios do desenvolvimento cognitivo, é representada na Figura 49. Nesse teste, as características do sujeito *Maria* são associadas a um estágio, que possui certas características, e OAs são recomendados por possuírem uma ou mais das características desse estágio. Outros testes também foram realizados na presença dos alunos explorando possibilidades de relacionamento dos elementos da ontologia.

Figura 49 – Recomendação de OAs a criança com base em suas características e estágio associado



Fonte: O autor (2020).

Após essa demonstração, seguindo-se os passos da metodologia adaptada, descrita na seção 7.4.3, foi proposta a modelagem pelos alunos de uma ontologia de domínio. Os 10 alunos foram divididos em 3 grupos, de 3 a 4 integrantes cada, e realizaram a modelagem envolvendo o conceito de competências na educação, estudado em aula, e alguma aplicação relacionada com os seus respectivos interesses de pesquisa.

Ao final da disciplina, cada estudante preencheu o questionário online presente no APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO FINAL desta dissertação, similar ao descrito na seção 6.2.3. O seu objetivo principal consistiu na avaliação da metodologia adaptada pelos alunos. Também dividido em quatro grupos de perguntas, aborda:

- a) o perfil acadêmico dos sujeitos participantes;

- b) o conceito de competências e as dificuldades na vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs;
- c) as ontologias e o seu potencial de apoio à compreensão e vinculação do conceito de competências a atividades de ensino e OAs;
- d) a utilização da metodologia MetOntoEdu para modelagem de ontologias.

Conforme descrito na Tabela 7, os 4 grupos totalizaram 33 questões, com respostas do tipo dissertativas e de múltipla escolha.

Tabela 7 – Descrição das perguntas do questionário online da avaliação final.

Grupo	Nr.	A ser avaliado com a pergunta	Tipo
Grupo 1 - Perfil dos Sujeitos	1	Consentimento de participação	Dissertativa
	2	Gênero	Múltipla Escolha
	3	Idade	Múltipla Escolha
	4	Nível de estudo	Múltipla Escolha
	5	Formação acadêmica	Dissertativa
	6	Área de atuação	Dissertativa
Grupo 2 - Conceito de competências	7	Familiaridade com o conceito de competências	Múltipla Escolha
	8	Dificuldades na vinculação de competências com CHA a OAs	Múltipla Escolha
	9		Dissertativa
Grupo 3 - Ontologia de competências	10	Familiaridade com o conceito de ontologias	Múltipla Escolha
	11	Apoio das ontologias para a compreensão do conceito de	Múltipla Escolha
	12	competências e na sua vinculação a atividades de ensino e a	
	13	OAs	Dissertativa
	14	Avaliação do nome da metodologia adaptada: MetOntoEdu	Dissertativa
	15	Dificuldade na utilização da metodologia 101	Múltipla Escolha
	16	Dificuldades na execução dos passos 1 ao 6 da MetOntoEdu e a	Múltipla Escolha
27	sua relevância para a modelagem de uma ontologia		
Grupo 4 - Metodologia 101 para modelagem de ontologias	28	Clareza e adequação da metodologia 101 para a modelagem de ontologias para domínios como o das competências digitais	Múltipla Escolha
	29	Contribuições da metodologia 101 para a modelagem de ontologias	Múltipla Escolha
	30	Pontos positivos e negativos da metodologia 101	Dissertativa
	31		
	32	Auxílio da atividade de modelagem no processo de aprendizagem dos conceitos representados pela ontologia	Dissertativa
	33	Percepção da atividade de modelagem como prática pedagógica de apoio a compreensão de conceitos na educação	Dissertativa

Fonte: O autor (2020).

Seguindo-se com os mesmos procedimentos descritos na seção 6.2.3, a análise dos dados coletados foi realizada através da descrição dos resultados obtidos e da análise de conteúdo, segundo Bardin (2011) e Moraes (1999). As categorias para a análise das respostas, estabelecidas previamente, foram cinco:

- a) dificuldades na vinculação de competências com CHA a OAs;

- b) apoio das ontologias na compreensão do conceito de competências e na vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs;
- c) pontos negativos da MetOntoEdu;
- d) pontos positivos da MetOntoEdu;
- e) Modelagem de ontologias como prática pedagógica.

As unidades de análise associadas a cada categoria, decorrentes da leitura das respostas dos alunos, são analisadas na seção 7.5.2. O capítulo seguinte apresenta a análise e a discussão dos resultados obtidos a partir do desenvolvimento de cada uma das cinco etapas desta dissertação.

7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos em cada etapa da pesquisa, bem como suas análises e discussões, são apresentados neste capítulo. A Tabela 8 retoma essas etapas detalhadas no capítulo 6.

Tabela 8 – Etapas de Pesquisa

Etapa	Descrição
Etapa 1	Construção do referencial teórico da pesquisa
Etapa 2	Análise e Seleção de Metodologia para a Modelagem de Ontologias de Domínio na Educação e Modelagem Inicial
Etapa 3	Avaliação Piloto da Metodologia e da Modelagem Inicial
Etapa 4	Adaptação da Metodologia, Aprimoramento da Ontologia e Proposta de Aplicação em um SR de OAs Baseado em Competências
Etapa 5	Avaliação da Metodologia de Modelagem, da Ontologia e Simulação de aplicação em um SR de OAs Baseado em Competências

Fonte: O autor (2020).

7.1 RESULTADOS DA ETAPA 1

A construção do referencial teórico desta pesquisa apoiou a construção dos capítulos 3, 4, 5 e 6. Os temas abordados nestes podem ser resumidos da seguinte forma:

- a) **ontologias** – o histórico e a conceitualização do termo, a sua aplicação nas diferentes ciências e o papel que as ontologias desempenham na educação;
- b) **sistemas de recomendação** – a origem do conceito e o desenvolvimento dos primeiros sistemas, os diferentes tipos de sistemas existentes e suas aplicações;
- c) **sistemas de recomendação na educação** – a importância dos SRs na educação, na Aprendizagem Apoiada por Tecnologia, os SRs baseados em competências e a utilização de ontologias em SRs para a representação de modelos de competências;
- d) **metodologias para modelagem de ontologias** – o papel de uma metodologia na modelagem de ontologias, diferenças entre metodologias

propostas na literatura consultada, a metodologia 101 e a utilização do software *Protégé* para a modelagem de ontologias;

- e) **metodologias de pesquisa** – a importância da adoção de metodologias específicas para a coleta e análise qualitativa de dados.

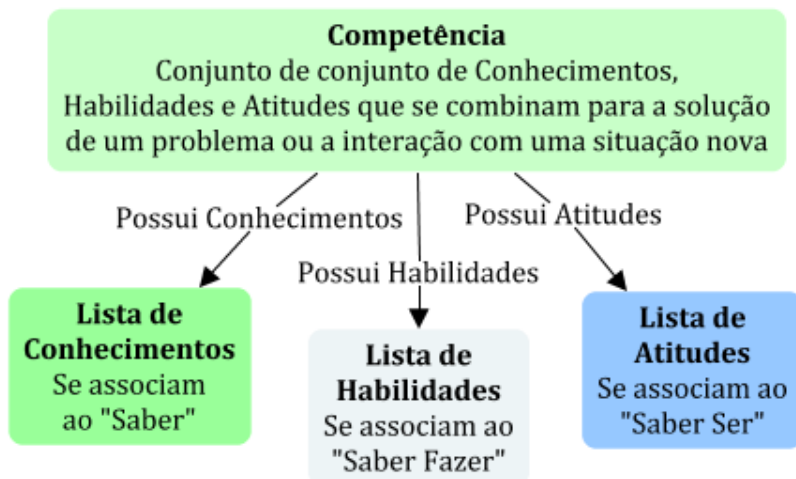
As informações obtidas com o estudo de tais temas permitiram o desenvolvimento das atividades presentes nas outras quatro etapas desta pesquisa.

7.2 RESULTADOS DA ETAPA 2

A análise de diferentes metodologias para modelagem de ontologias descritas na literatura acadêmica bem como a descrição da seleção realizada foram apresentadas no capítulo 5. Os critérios utilizados para a escolha priorizaram a possibilidade de aplicação no contexto educacional, a abrangência de todas as etapas do processo de modelagem e a adequação a pessoas com pouca experiência em modelagem de ontologias. Definiu-se assim a metodologia 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001) para a modelagem de ontologias de domínio na educação.

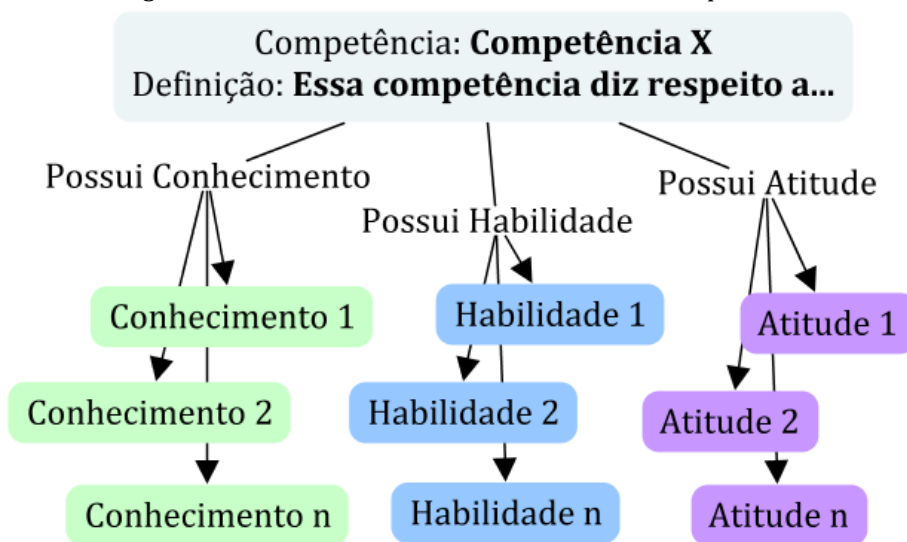
Na proposta do modelamento inicial decidiu-se que o apoio a professores e alunos usuários de SRs seria oferecido através da representação visual dos conceitos relacionados às competências e os seus CHAs. Com base nas informações inseridas na ontologia, a apresentação da estrutura das competências em geral é exemplificada na Figura 50. Já o exemplo com os conceitos associados a um caso específico é apresentado na Figura 51. A utilização da ontologia para o fornecimento de tais informações aos algoritmos de um dado sistema é demonstrada na Figura 52.

Figura 50 – Conceitos relacionados às competências em geral



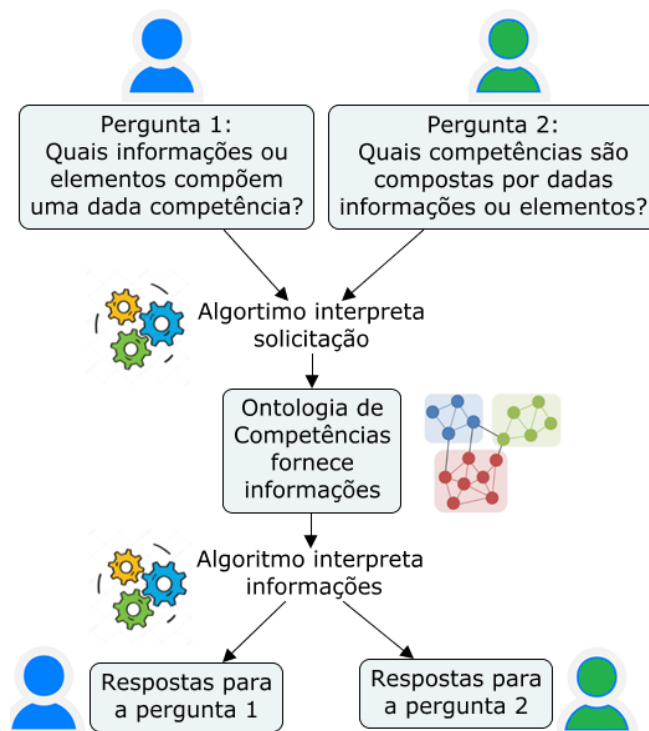
Fonte: O autor (2020).

Figura 51 – Conceitos relacionados a uma dada competência



Fonte: O autor (2020).

Figura 52 – Utilização da ontologia pelos algoritmos de um dado sistema



Fonte: O autor (2020).

O segundo objetivo da modelagem, que consiste no auxílio a professores na vinculação de competências a atividades de ensino e OAs em SRs na educação, também foi associado, inicialmente, à representação visual dos conceitos relacionados às competências. O software editor de ontologias utilizado foi o *Protégé*, citado na seção 5.2.

A modelagem inicial da ontologia de domínio para competências na educação, baseada na proposta ilustrada na Figura 50, Figura 51 e Figura 52 é apresentada em sete subseções. Cada subseção diz respeito a um dos sete passos descritos pela metodologia 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001). Cabe ainda ressaltar que a primeira versão da metodologia utilizada nesta dissertação, com a tradução direta dos termos do inglês para o português, fez uso dos termos *slot* e *faceta*. Com isso, o termo *propriedade* foi utilizado com o mesmo significado de *atributo*. Em resumo, nesta seção, um *slot* pode significar um relacionamento ou uma propriedade.

7.2.1 Primeiro passo - determinar o domínio e o escopo da ontologia

Como primeiro passo para a modelagem de ontologias, são respondidas as questões chamadas de competência, que norteiam a definição do domínio e do escopo da ontologia.

Primeira pergunta: qual é o domínio que a ontologia irá cobrir?

A ontologia modelada deve cobrir o domínio de competências de acordo com o modelo proposto por Behar et al. (2013). Seguindo esse modelo, a ontologia deve apresentar potencial para a representação de qualquer competência específica.

Segunda pergunta: para o que a ontologia será utilizada?

A ontologia modelada inicialmente foi proposta para a representação do conceito de competências adotado nesta dissertação e das competências específicas a serem utilizadas nos SRs. A representação visual possibilitada pela ontologia atinge dois objetivos relacionados a questão problematizadora desta pesquisa: apoiar professores e alunos usuários de SRs na compreensão a respeito dos elementos que compõem as competências de uma forma geral e cada competência específica; auxiliar professores na vinculação de competências a atividades de ensino e Objetos de Aprendizagem no sistema.

Terceira pergunta: para quais tipos de perguntas as informações na ontologia devem fornecer respostas?

As perguntas que a ontologia inicialmente modelada deve ser capaz de responder são essencialmente duas, dizendo respeito a: quais competências específicas que se relacionam a certos elementos fornecidos; quais elementos que estão presentes em uma dada competência.

Quarta pergunta: quem vai usar e manter a ontologia?

A sua utilização e manutenção será realizada pelos pesquisadores associados à pesquisa descrita neste projeto de dissertação. A ontologia é disponibilizada

publicamente, possibilitando que outras pessoas e grupos de pesquisa a utilizem em seus projetos, ampliando-a ou adaptando-a a sua reutilização.

7.2.2 Segundo passo - analisar a reutilização de ontologias

Para modelagem inicial foi realizada a pesquisa em publicações acadêmicas buscando ontologias para o domínio de competências. Tais trabalhos foram discutidos na seção 4.2.3. Aproximam-se desta proposta os trabalhos de Paquette (2015) e de Bouras e Zainal (2016). Entretanto, devido às diferenças no modelo de competências utilizado e a necessidade de alterações nas classes em decorrência dessas diferenças, não se mostrou prático a reutilização dessas ontologias.

7.2.3 Terceiro passo - enumerar os termos importantes da ontologia

Conforme exposto na seção 4.2.2, a ontologia inicial possui como base o modelo de competências descrito por Behar et al. (2013). Dessa forma, os domínios, as competências gerais e específicas e os elementos que compõem o CHA se relacionam através de predicados da ontologia. Possuem ainda atributos que dizem respeito ao seu nome de apresentação e a sua definição.

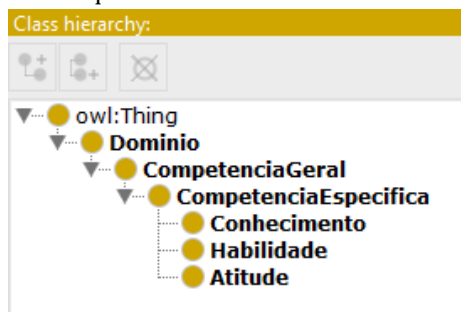
Os termos que dizem respeito apenas a uma ou outra competência específica não farão parte da estrutura desta ontologia, podendo fazerem-se presentes como instâncias das classes definidas nos passos seguintes. Os termos adotados são: domínio, competência geral, competência específica, conhecimento, habilidade, atitude; nome; definição.

7.2.4 Quarto passo - definir as classes e a sua hierarquia

Foi utilizada a abordagem cima-baixo, que consiste na definição dos conceitos mais gerais do domínio e na sua especialização através da criação de subclasses. Na Figura 53 é apresentada a hierarquia taxonômica de classes, construída através do software *Protégé*. A primeira classe da hierarquia é a *owl:Thing*, uma classe genérica comum às ontologias modeladas utilizando-se a

linguagem OWL⁴⁰. Todas as outras classes consistem assim em subclasses da *owl:Thing*.

Figura 53 – Hierarquia de classes construída através do *Protégé*



Fonte: O autor (2020).

Seguindo a ordem hierárquica, têm-se as classes: *Dominio*; *CompetenciaGeral*, *CompetenciaEspecificica*; e as três classes irmãs *Conhecimento*, *Habilidade* e *Atitude*. É importante salientar que a identificação das classes é realizada no singular, pois representa diretamente o conceito, e não as diferentes instâncias que serão associadas a ele. Cada instância criada no passo sete consiste em um representante desse conceito.

7.2.5 Quinto passo – definir as características das classes – os slots

Neste passo foram definidos os *slots* que descrevem os conceitos relacionados às competências. Além das propriedades, associadas aos valores que cada classe pode possuir, foram estabelecidos relacionamentos que ligam uma classe às suas superclasses, de nível superior, e subclasses, de nível inferior, quando existirem. Essa estratégia visa facilitar a resposta às duas perguntas apresentadas na seção 7.2.1: quais competências digitais que se relacionam a certos elementos fornecidos; e quais elementos que estão presentes em uma dada competência.

A Tabela 9 apresenta os *slots* associados a cada classe da ontologia. É possível diferenciar uma entidade, ou classe, uma propriedade e um relacionamento através

⁴⁰ A OWL (do inglês *Web Ontology Language*) consiste em uma linguagem utilizada para descrever ontologias na web, utilizada no software *Protégé*. Disponível em <https://www.w3.org/OWL/>. Acesso em 26/07/2017.

do termo que os identificam. A identificação das entidades inicia-se com letra maiúscula. Para os relacionamentos, optou-se pela utilização do prefixo “tem” para a conexão com subclasses e do prefixo “eh” com o sufixo “De” para superclasses. As propriedades não receberam prefixos ou sufixos. A nomenclatura e a estrutura desses elementos são baseadas em indicações de boas práticas presentes na produção acadêmica consultada, como o artigo de Noy e Mcguinnes (2001) e as diretrizes do projeto *Open Semantic Framework*⁴¹.

Tabela 9 – Definição das características das classes – os *slots*

Classe	Propriedade	Relacionamento
Dominio	nome, definicao	temCompetenciaGeral,
CompetenciaGeral	nome, definicao	ehCompetenciaGeralDe, temCompetenciaEspecificada,
CompetenciaEspecificada	nome, definicao	ehCompetenciaEspecificadaDe, temConhecimento, temHabilidade, temAtitude
Conhecimento	nome	ehConhecimentoDe
Habilidade	Nome	ehHabilidadeDe
Atitude	Nome	ehAtitudeDe

Fonte: O autor (2020).

Todas as entidades possuem uma propriedade “nome”, que indica o nome com o qual cada uma de suas instâncias é apresentada aos usuários da ontologia. Possuem uma propriedade extra, “definicao”, que permite ao sistema que utilizar a ontologia recuperar um texto explicativo que define a instância. As três classes “Conhecimento”, “Habilidade” e “Atitude” não possuem essa propriedade devido à consideração de que o nome de cada uma de suas instâncias deve representar o conceito como um todo.

7.2.6 Sexto passo – descrever as facetas dos slots

Após a definição das características das classes, com o estabelecimento dos *slots* que cada uma deve possuir, é necessário descrevê-los em detalhes. As

⁴¹ http://wiki.opensemanticframework.org/index.php/Ontology_Best_Practices. Acesso em 27/07/2017.

informações apresentadas na seção 7.2.5 são expandidas na Tabela 10 sob a perspectiva dos *slots* utilizados neste projeto, detalhados em cinco colunas. Cada uma apresenta, respectivamente: o nome do *slot*; o tipo de valor que deve receber; o domínio, que indica uma ou mais classes a qual esse *slot* pode estar associado; e a variedade de valores ou classes que os *slots* podem ser associados. O tipo de valor dos slots pode consistir em diferentes formatos de dados, quando propriedades, ou instâncias de classes, quando relacionamentos.

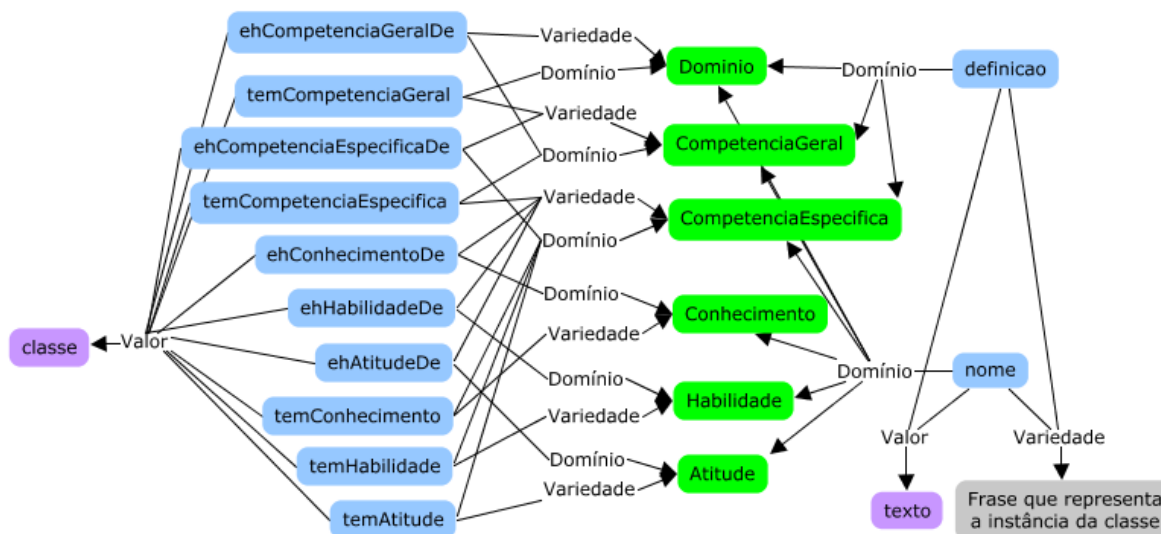
Tabela 10 – Descrição das facetas dos *slots*

<i>Slot</i> – Propriedade ou Relacionamento (predicado)	Tipo de Valor	Domínio (sujeito)	Variedade (objeto)
Nome	texto	Domínio, CompetenciaGeral, CompetenciaEspecifica, Conhecimento, Habilidade, Atitude	<i>frase que representa a instância da classe</i>
definicao	texto	Domínio, CompetenciaGeral, CompetenciaEspecifica	<i>frase que descreve a instância da classe</i>
ehCompetenciaGeralDe	classe	CompetenciaGeral	Domínio
temCompetenciaGeral	classe	Domínio	CompetenciaGeral
ehCompetenciaEspecificaDe	classe	CompetenciaEspecifica	CompetenciaGeral
temCompetenciaEspecifica	classe	CompetenciaGeral	CompetenciaEspecifica
ehConhecimentoDe	classe	Conhecimento	CompetenciaEspecifica
temConhecimento	classe	CompetenciaEspecifica	Conhecimento
ehHabilidadeDe	classe	Habilidade	CompetenciaEspecifica
temHabilidade	classe	CompetenciaEspecifica	Habilidade
ehAtitudeDe	classe	Atitude	CompetenciaEspecifica
temAtitude	classe	CompetenciaEspecifica	Atitude

Fonte: O autor (2020).

Os resultados obtidos com o quinto e o sexto passo são apresentados em detalhes na Figura 54. As caixas azuis representam as propriedades e os relacionamentos e, as roxas, o tipo de valor que essas propriedades ou relacionamentos devem receber. Já as caixas verdes indicam as classes e, as cinzas, determinam a variedade de informações que podem ser associadas a essas últimas.

Figura 54 – Descrição das propriedades e dos relacionamentos.



Fonte: O autor (2020).

Entre os relacionamentos definidos, foram ainda determinados cinco pares inversos. Cada par garante que as instâncias associadas ao sujeito e ao objeto de um relacionamento se tornem, respectivamente, objeto e sujeito do outro. Essa propriedade facilita o preenchimento de instâncias na ontologia. Como exemplo pode ser considerada a associação de sete instâncias da classe “competenciaEspecificade” a uma instância da classe “competenciaGeral” através do relacionamento “ehCompetenciaEspecificade”. Utilizando a propriedade inversa não se faz necessário efetuar as sete associações contrárias através do relacionamento “temCompetenciaEspecificade” se eles forem pares, já que um mecanismo de inferência utilizado no software *Protégé* as realizará automaticamente. A Tabela 11 apresenta os cinco pares de relacionamentos inversos.

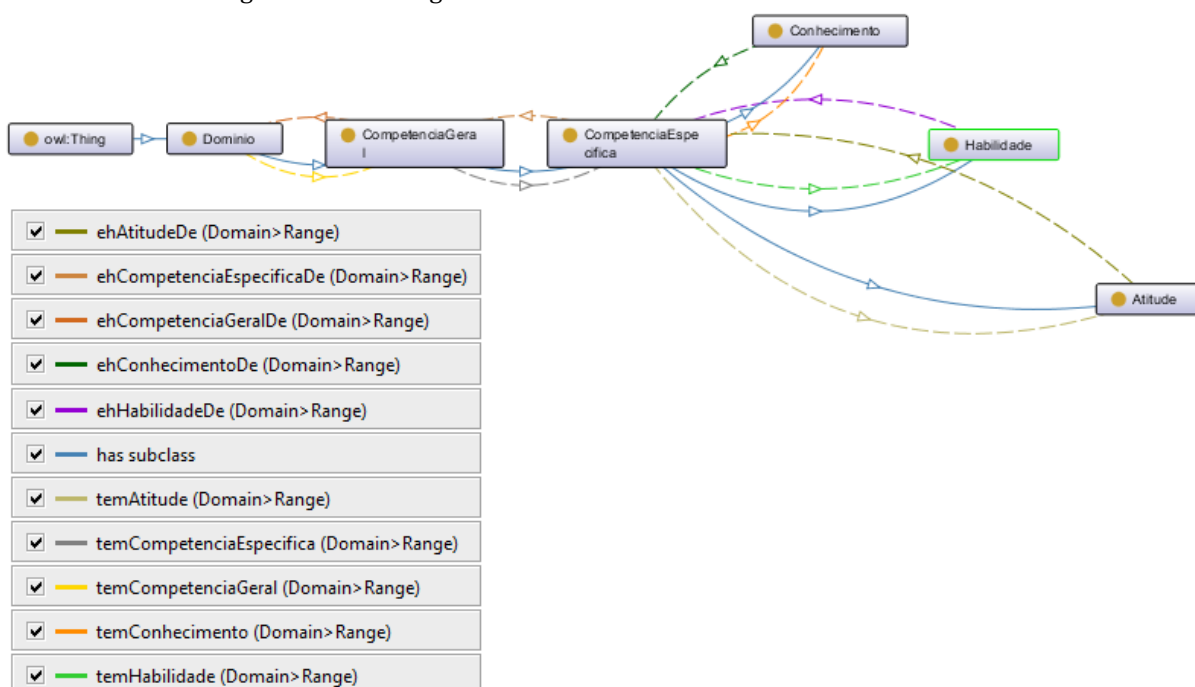
Tabela 11 – Relacionamentos inversos

A ser preenchido	A ser inferido
ehCompetenciaGeralDe	temCompetenciaGeral
ehCompetenciaEspecificade	temCompetenciaEspecificade
ehConhecimentoDe	temConhecimento
ehHabilidadeDe	temHabilidade
ehAtitudeDe	temAtitude

Fonte: O autor (2020).

Com a Figura 55 é possível visualizar a representação gráfica da ontologia modelada. Cada retângulo representa uma entidade e cada seta conectando os diferentes retângulos consiste em um *slot* do tipo relacionamento. A legenda associando cada relacionamento a sua respectiva cor também se faz presente. As propriedades não são exibidas na figura devido a uma limitação da ferramenta *OntoGraf*⁴², utilizada para geração desta representação gráfica associada a versão 5.2 do *Protégé*. Outras ferramentas de representação testadas possuíam limitações superiores a essa.

Figura 55 – Ontologia com relacionamento entre as suas classes



Fonte: O autor (2020).

A verificação da consistência e da ausência de erros na ontologia foi realizada através de uma ferramenta comum a softwares para edição de ontologias como o *Protégé*, chamada de *reasoner*, ou sistema de inferência. Após a correção de erros ou inconsistências indicadas pelo sistema de inferência utilizado, seguiu-se para o último passo desta metodologia, a criação das instâncias para as competências digitais.

⁴² <https://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoGraf>

7.2.7 Sétimo passo – criar as instâncias

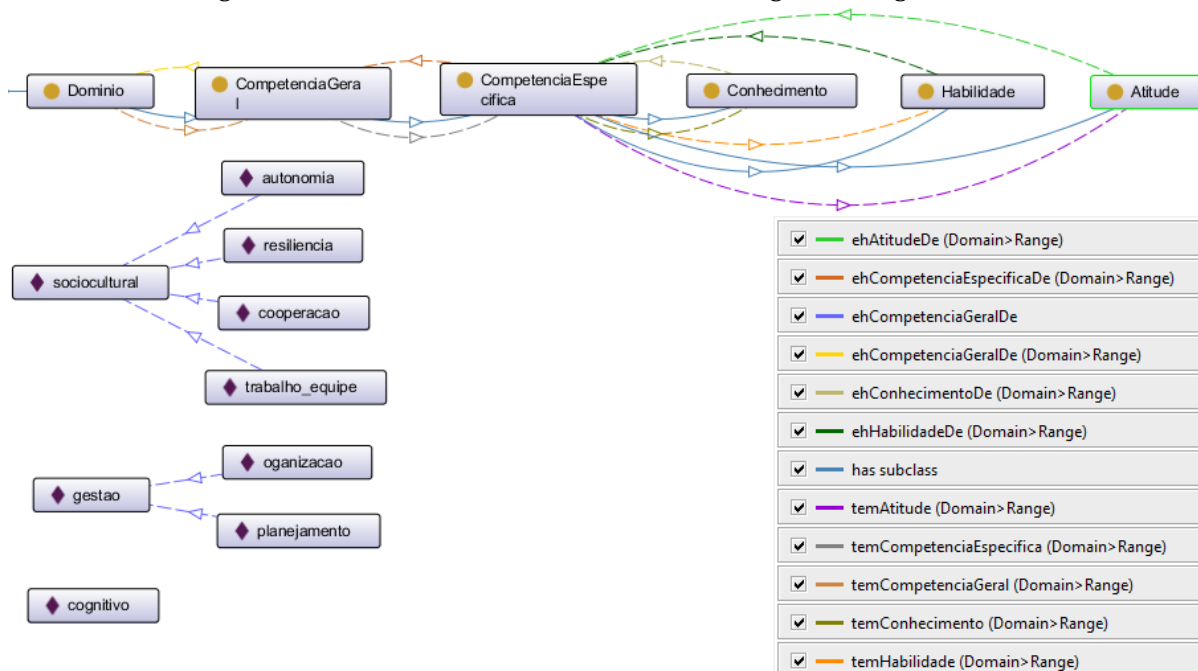
A definição das classes e dos seus *slots*, nesta ontologia, foi realizada como base no modelo proposto por Behar et al. (2013), sem restrição a domínios específicos de competências. As instâncias adicionadas neste passo, entretanto, são baseadas no trabalho de Silva (2018), que mapeia as competências digitais, definidas na seção 4.2.2. Em certa etapa do seu trabalho, Silva mapeia dezenove competências específicas pertencentes a sete gerais, no domínio tecnológico. Os outros três domínios previstos por Behar et al. (2013), sociocultural, de gestão e cognitivo, possuem ainda competências que oferecem apoio às digitais. Esse suporte consistiria, segundo Silva (2018), nas competências de organização e planejamento, do domínio de gestão, e trabalho em equipe, cooperação, resiliência e autonomia, do domínio sociocultural.

A cada instância criada foi definida a classe a qual ela pertence e preenchidos os respectivos *slots*. No caso dos cinco relacionamentos pares, apenas o relacionamento que liga a instância a sua superclasse foi preenchido, sendo o outro do par inferido. Certas instâncias nesta ontologia podem pertencer a mais de uma classe, como é o caso dos elementos do CHA.

Para o teste da ontologia modelada foram inseridas as instâncias relativas aos 4 domínios e às 13 competências gerais e 19 competências específicas mapeadas em certa etapa do trabalho de Silva (2018). As instâncias das classes “Conhecimento”, “Habilidade” e “Atitude” foram inseridas para uma competência específica apenas. Procedeu-se dessa forma devido a esse único conjunto de CHA ter resultado em 21 instâncias, consideradas suficientes para a análise da ontologia através do uso de regras de inferências.

O mapeamento realizado por Silva (2018) associa as competências digitais ao domínio tecnológico. Entretanto, ressalta que elas são apoiadas também pelos domínios sociocultural, de gestão e cognitivo. Desses a autora identifica seis competências gerais que se relacionam com as digitais pertencentes aos domínios sociocultural e de gestão. A Figura 56 apresenta as instâncias relativas a esses elementos. Não são associadas outras competências gerais ou específicas a esses domínios uma vez que não fizeram parte do foco do mapeamento proposto por Silva.

Figura 56 – Instâncias dos domínios sociocultural, gestão e cognitivo



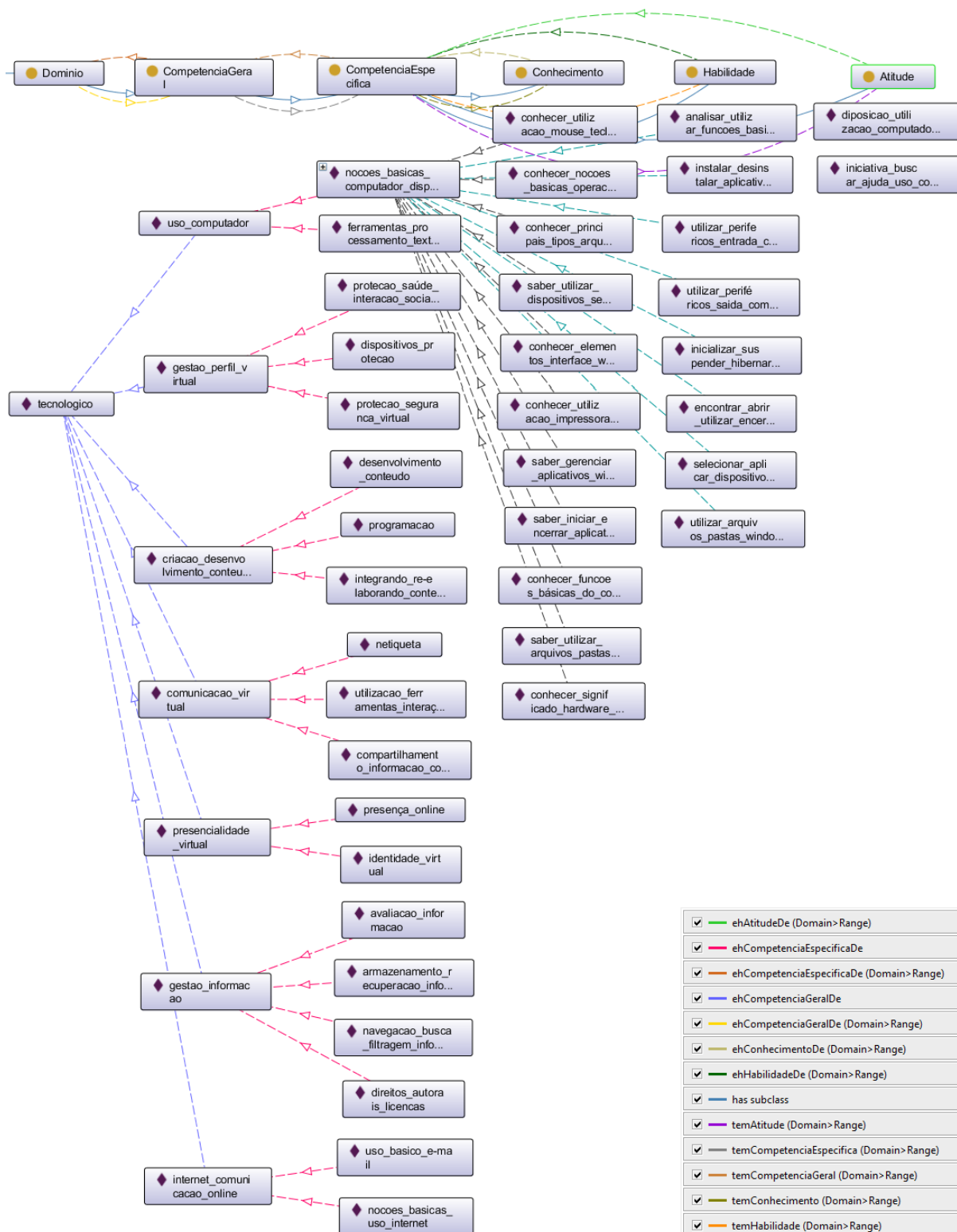
Fonte: O autor (2020).

As instâncias do domínio tecnológico, que compreende entre as suas competências gerais as digitais, são apresentadas na Figura 57. Estão presentes no domínio instâncias para sete competências gerais. A cada geral estão associadas entre duas e quatro instâncias para competências específicas. A instância de nome “Noções básicas do computador e seus dispositivos”, cujo identificar é “nocoas_basicas_computador_dispositivos” é associada a 11 instâncias de conhecimentos, 8 de habilidades e 2 de atitudes. Os relacionamentos entre as classes e as instâncias são indicados através de uma legenda que os relaciona a cada cor de seta.

A descrição completa de todas as instâncias inseridas na ontologia para cada classe é apresentada nos seguintes apêndices:

- a) APÊNDICE D – INSTÂNCIAS DA CLASSE DOMINIO DAS ONTOLOGIAS INICIAL E NOVA
- b) APÊNDICE E – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAGERAL;
- c) APÊNDICE F – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAESPECIFICA;
- d) APÊNDICE G – INSTÂNCIAS DA CLASSE CONHECIMENTO;
- e) APÊNDICE H – INSTÂNCIAS DAS CLASSES HABILIDADE E ATITUDE.

Figura 57 – Instâncias do domínio tecnológico



Fonte: O autor (2020).

As informações relativas à quantidade total de classes, relacionamentos, propriedades, indivíduos e axiomas lógicos que relacionam as instâncias a esses elementos da ontologia são apresentadas na Tabela 12. Já na Tabela 13 são descritos os axiomas definidos para a ontologia. Os três grupos de axiomas dizem

respeito à modelagem da sua estrutura, sendo alterados apenas se a sua estrutura for alterada. Já o quarto grupo está associado a cada indivíduo adicionado à ontologia e cresce em conjunto com o crescimento da quantidade de indivíduos adicionados.

Tabela 12 – Indicadores gerais da ontologia modelada

Indicador	Qtd
Axiomas	306
Axiomas lógicos	231
Axiomas de declaração	75
Classes	6
Relacionamentos	10
Propriedades	2
Indivíduos	57

Fonte: O autor (2020).

Tabela 13 – Axiomas utilizados na modelagem da ontologia

Axiomas de Classes	Qtd	Axiomas de Relacionamentos	Qtd	Axiomas de Propriedades	Qtd	Axiomas de Indivíduos	Qtd
Subclasses	5	Inversos	5	Domínios	2	Definições de classes	57
Classes disjuntas	1	Domínios	10	Variedades	2	Definições de relacionamentos	53
		Variedades	10			Definições de propriedades	86

Fonte: O autor (2020).

Nesta segunda etapa da pesquisa foram analisadas diferentes metodologias para modelagem de ontologias, selecionada aquela que cumprisse com os pré-requisitos estabelecidos nesta dissertação e realizada a modelagem inicial. À etapa seguinte cabe a execução das avaliações piloto descritas, que resultaram em informações importantes para as adaptações e novas propostas tanto para a metodologia selecionada quanto para modelagem da ontologia.

7.3 RESULTADOS DA ETAPA 3

Os resultados obtidos na terceira etapa de pesquisa se segmentam na avaliação de três itens:

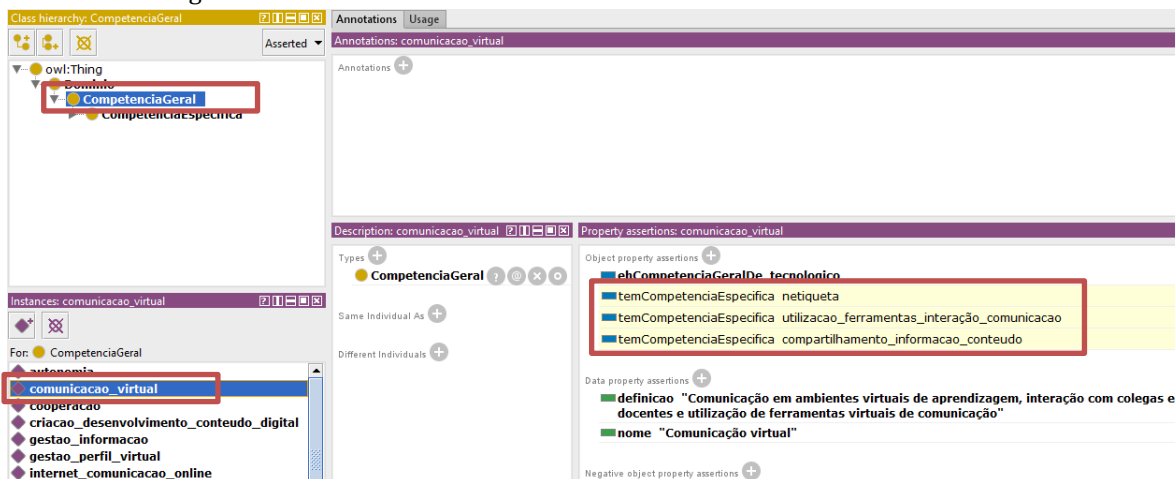
- a) a ontologia inicial com o seu software de desenvolvimento;
- b) a metodologia selecionada para a modelagem com alunos da disciplina de pós-graduação;
- c) a comparação da ontologia piloto com as desenvolvidas por esses estudantes.

Inicialmente são descritos os testes da ontologia modelada pelo pesquisador através do software utilizado em seu desenvolvimento, o *Protégé*. Em seguida a experiência de utilização da metodologia de modelagem pelos alunos da disciplina de pós-graduação do primeiro semestre de 2017 é apresentada através da análise dos questionários online preenchidos pelos mesmos. Por fim, a ontologia apresentada na seção anterior é avaliada novamente através da sua comparação com os trabalhos desenvolvidos em grupo pelos estudantes.

7.3.1 Testes da Ontologia Modelada em Software

Através da utilização do sistema de inferência, referido na seção 7.2.6, foi possível verificar se os axiomas utilizados na modelagem inicial da ontologia foram corretamente definidos em relação às instancias adicionadas. Os pares de relacionamentos inversos, explicados também na seção 7.2.6, por exemplo, foram definidos através de axiomas. O sistema de inferência, ao interpretá-los, foi capaz de inferir que cada instância associada a dado relacionamento deveria ser associada também ao seu relacionamento par. A Figura 58 exibe o exemplo da instância “comunicacao_virtual” da classe “CompetenciaGeral”. A essa instância foi definido o relacionamento “ehComeptenciaGeralDe”, conectando-a ao domínio tecnológico. As suas competências específicas, porém, não foram definidas manualmente. Esses relacionamentos foram inferidos e adicionados a essa instância pelo sistema de inferência, através das informações contidas nas três competências específicas indicadas no bloco destacado em vermelho à direita na figura.

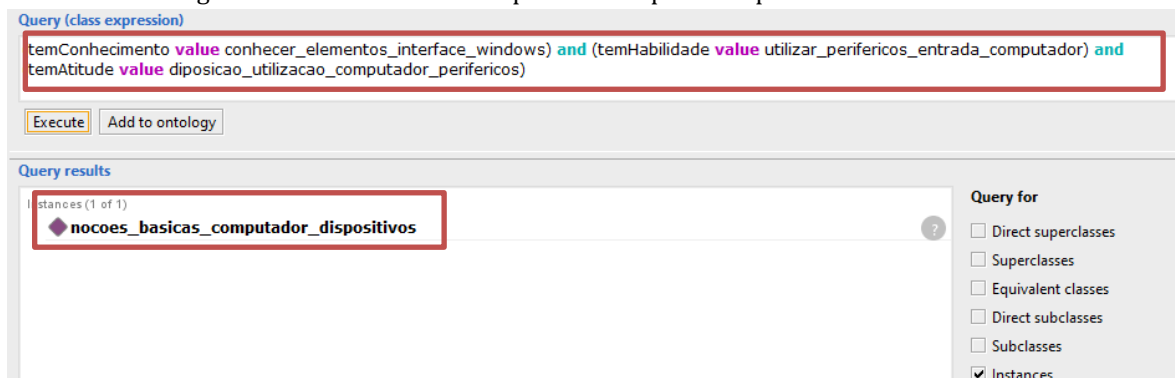
Figura 58 – Inferência de relacionamentos entre os indivíduos das classes



Fonte: O autor (2020).

Assim como no exemplo citado na Figura 58, o sistema de inferência foi capaz de inferir corretamente todos cinco pares de relacionamentos inversos para todas as instâncias adicionadas. As perguntas para as quais a ontologia foi modelada para responder, indicadas na seção 7.2.1, também foram averiguadas a partir do sistema de inferência. A capacidade da ontologia de responder a primeira pergunta, relativa às competências específicas que estariam relacionadas a certos elementos fornecidos é exemplificada na Figura 59. São fornecidas três instâncias, das classes “Conhecimento”, “Habilidade” e “Atitude”, respectivamente, e o sistema é capaz de identificar qual instância possui relacionamentos que a liga a esses três elementos.

Figura 59 – Inferência de competências específicas por dados elementos



Fonte: O autor (2020).

A capacidade de resposta da segunda pergunta, relacionada aos elementos que compõem uma dada competência específica, é apresentada na Figura 60. São solicitadas todas as instâncias que possuem os relacionamentos

“ehConhecimentoDe”, “ehHabilidadeDe” ou “ehAtitudeDe” cujo objeto consiste em uma dada instância da classe “CompetenciaEspecificica”. Dessa forma são obtidos todos os 21 elementos do CHA dessa competência.

Figura 60 – Inferência dos elementos de uma competência específica

The screenshot displays a query interface with the following components:

- Query (class expression):** A text box containing the query: `(ehConhecimentoDe value nocoas_basicas_computador_dispositivos) or (ehHabilidadeDe value nocoas_basicas_computador_dispositivos) or (ehAtitudeDe value nocoas_basicas_computador_dispositivos)`.
- Buttons:** "Execute" and "Add to ontology".
- Query results:** A list of 21 instances, each with a diamond icon and a question mark icon to its right. The instances are:
 - analisar_utilizar_funcoes_basicas_windows
 - conhecer_elementos_interface_windows
 - conhecer_funcoes_basicas_do_computador_ligar_desligar
 - conhecer_nocoas_basicas_operacao_windows
 - conhecer_principais_tipos_arquivos_pastas_windows
 - conhecer_significado_hardware_software
 - conhecer_utilizacao_impressora_monitor_caixas_de_som_fones_de_ouvido
 - conhecer_utilizacao_mouse_teclado
 - diposicao_utilizacao_computador_perifericos
 - encontrar_abrir_utilizar_encerrar_aplicativos_windows
 - inicializar_suspender_hibernar_desligar_computador
 - iniciativa_buscar_ajuda_uso_computador_perifericos
 - instalar_desinstalar_aplicativos_windows
 - saber_gerenciar_aplicativos_windows
 - saber_iniciar_encerrar_aplicativos_windows
 - saber_utilizar_arquivos_pastas_computador
 - saber_utilizar_dispositivos_servicos_armazenamento_dados
 - selecionar_aplicar_dispositivos_internos_externos_servicos_online_armazenamento_dados
 - utilizar_arquivos_pastas_windows
- Query for:** A sidebar with checkboxes for:
 - Direct superclasses
 - Superclasses
 - Equivalent classes
 - Direct subclasses
 - Subclasses
 - Instances (checked)
- Result filters:** A section with a "Name contains" input field and two checkboxes:
 - Display owl:Thing (in superclass results)
 - Display owl:Nothing (in subclass results)

Fonte: O autor (2020).

Os testes descritos nesta seção são considerados suficientes para a análise das funcionalidades inicialmente propostas para esta ontologia. A seção 7.3.3 explora a comparação realizada entre essa ontologia e os resultados das atividades de modelagem desenvolvidas pelos alunos da disciplina de pós-graduação do primeiro semestre de 2017.

7.3.2 Análise das Respostas do Questionário Online

O questionário online aplicado aos alunos da primeira disciplina de pós-graduação ministrada é apresentado no APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO PILOTO desta dissertação e descrito na seção 6.2.3. O mesmo possui 32 questões que podem ser categorizadas em 4 grupos, tratando dos seguintes temas:

- a) o perfil acadêmico dos sujeitos participantes;
- b) o conceito de competências e as dificuldades na vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs;
- c) as ontologias e o seu potencial de apoio à compreensão e vinculação do conceito de competências a atividades de ensino e OAs;
- d) a utilização da metodologia 101 para modelagem de ontologias.

A seguir, a análise dos resultados obtidos com o preenchimento do questionário online pelos alunos é apresentada por grupo de questões. Após a análise do quarto grupo, são sintetizadas as conclusões obtidas em cada grupo.

Grupo 1 - Perfil dos Sujeitos

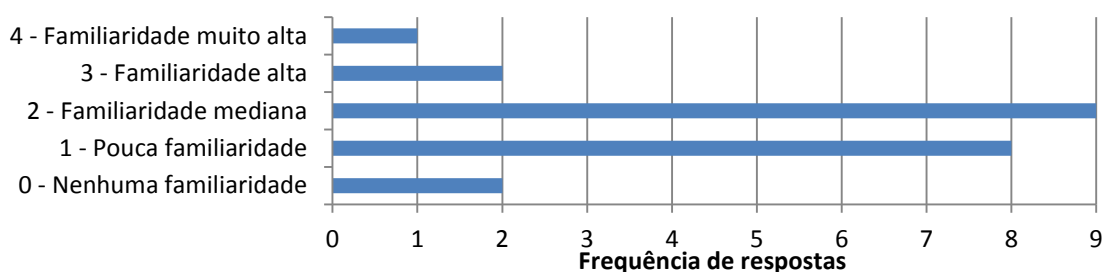
As respostas das questões um a seis descrevem o perfil dos alunos que o responderam o questionário. Em um total de 22 respondentes, predominou o gênero feminino, com 77% dos questionados. A faixa etária estendeu-se dos 21 aos 60 anos, com maior frequência de respostas entre 31 e 40 anos (55% dos respondentes). A sua formação acadêmica variou entre a graduação completa até o doutorado completo. A resposta mais frequente para a maior formação acadêmica foi o mestrado completo, com 59% das ocorrências.

As áreas de formação dos alunos foram: informática, matemática, educação ou pedagogia, biblioteconomia, letras, enfermagem, engenharia elétrica, relações internacionais, design, sociologia e física. Os resultados mais frequentes foram para a área da informática, com 32% das respostas, da pedagogia ou educação, e da matemática, ambas com 14% das respostas cada. Já na área de atuação foram identificadas as seguintes opções: ensino universitário, educação básica, biblioteconomia, ciência da computação, educação a distância, design, design instrucional, enfermagem, relações internacionais, sociologia e tecnologias para educação. Predominaram as respostas para o ensino superior e a educação básica, com 27% e 18% das respostas, respectivamente.

Grupo 2 – Conceito e vinculação de competências

O grupo 2 abrange as questões 7 a 9 do questionário. São avaliadas a familiaridade e as dificuldades dos respondentes com o conceito de competências e com a sua vinculação a OAs no SR utilizado, o Recoacomp. Inicialmente, a questão sete busca verificar o grau de familiaridade dos alunos com o conceito de competências antes de cursar a disciplina. Os seus resultados são apresentados no Gráfico 1.

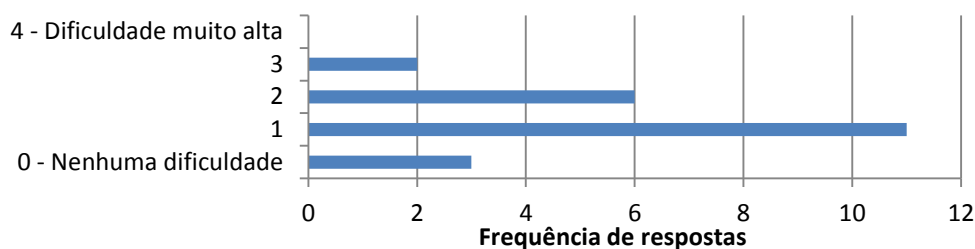
Gráfico 1 – Respostas para a pergunta 7: “Como era a sua familiaridade com o conceito de competências antes de cursar a disciplina?”



Fonte: O autor (2020).

A familiaridade mediana foi a mais frequente entre os respondentes, totalizando 41% das respostas. Entretanto, a pouca familiaridade apresentou valores bastante próximos, com 36% das ocorrências. Esses valores baixos de familiaridade com o conceito de competência podem ser comparados com as respostas à questão oito, que trata das dificuldades na vinculação de competências com seus CHAs a OAs no Recoacomp, apresentadas no Gráfico 2. Metade dos alunos relataram baixo grau de dificuldade na vinculação. Entretanto, mesmo em uma turma com alto grau de escolaridade, a segunda resposta mais frequente foi para o grau mediano de dificuldade, em 27% dos casos.

Gráfico 2 – Respostas para a pergunta 8: “Sentiu alguma dificuldade ao vincular competências com os seus respectivos CHAs ao Objeto de Aprendizagem cadastrado no RecOAComp?”



Fonte: O autor (2020).

As informações obtidas com as respostas das questões 7 e 8 são complementadas pela análise das respostas dissertativas da questão 9. Para essa questão foi definida a categoria *Dificuldades na vinculação de competências com CHA a OAs*, identificada pelo código C1. A essa categoria foram associadas as unidades de análise apresentadas na Tabela 14, identificadas nas respostas dos alunos. A primeira unidade de análise, identificada pelo código C1.1, ocorreu em 36% das respostas e trata da complexidade para a diferenciação dos elementos do CHA no processo de vinculação de uma competência a um OA. Essa unidade, em conjunto com as menos frequentes C1.5 e C1.6, diz respeito a dificuldades relacionadas ao domínio do conceito de competências pelos alunos. Também ocorrendo em 36% das respostas, a unidade C1.2 se associa aos casos em que pouca ou nenhuma dificuldade foram relatadas. São relacionadas a dificuldades com o SR (C1.3) e incapacidade em responder a questão (C1.4).

Tabela 14 – Análise da pergunta 9: “Caso tenha sentido alguma dificuldade na vinculação de competências e seus respectivos CHAs ao Objeto de Aprendizagem cadastrado, poderia descrever essas dificuldades com mais detalhes? Quais aspectos estão relacionados a elas?”

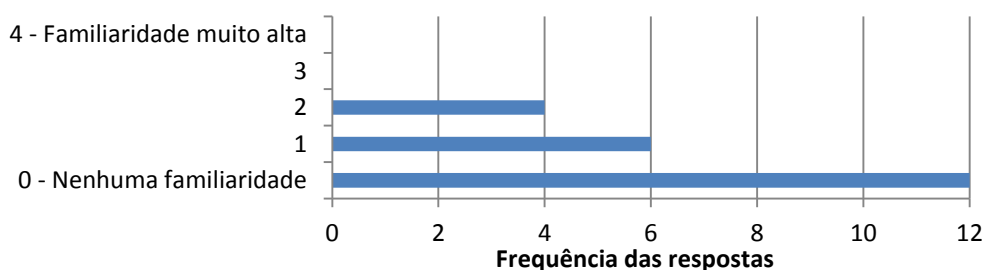
Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
9	C1 - Dificuldades na vinculação de competências com CHA a OAs	Identificar e diferenciar elementos do CHA	C1.1	8
		Dificuldades não expressivas	C1.2	8
		Dificuldades com o SR	C1.3	2
		Incapacidade de responder a questão	C1.4	2
		Diferenciar competências específicas	C1.5	1
		Falta de conhecimento sobre o conceito	C1.6	1

Fonte: O autor (2020).

Grupo 3 - Ontologias na Educação

O terceiro grupo apresenta 4 questões, sendo 3 delas de múltipla escolha e 1 dissertativa. Estão relacionadas à familiaridade dos alunos com as ontologias e as suas percepções em relação ao potencial de apoio que elas podem oferecer à compreensão do conceito de competências e à sua vinculação a atividades de ensino e OAs. A questão 10 aborda a familiaridade com o conceito de ontologia antes de cursar a disciplina, cujas respostas são apresentadas no Gráfico 3. A sua análise indica que o tema é pouco familiar, ainda que os alunos apresentem elevado grau de instrução, oriundos de áreas diversas relacionadas à educação. Mais da metade dos respondentes (55%) não possuíam nenhuma familiaridade com o tema, sendo que o grupo com maior familiaridade, em grau mediano, consistiu em apenas 18% dos alunos.

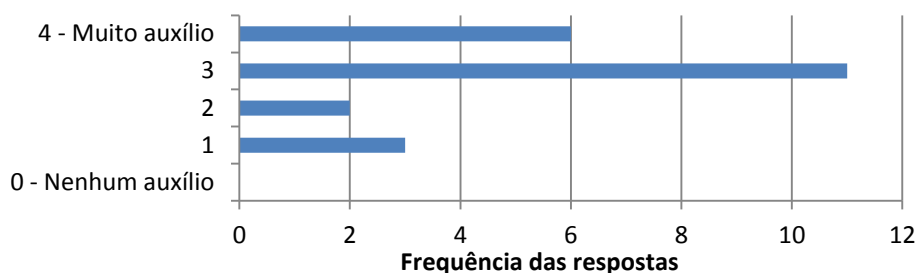
Gráfico 3 – Respostas para a pergunta 10: “Como era a sua familiaridade com o conceito de ontologia antes de cursar a disciplina?”



Fonte: O autor (2020).

As respostas da questão 11, que avalia a percepção dos alunos sobre o apoio que as ontologias podem oferecer na compreensão do conceito de competências, são apresentadas no Gráfico 4. Metade dos alunos respondentes avaliou que as ontologias podem oferecer elevado apoio. Logo em seguida, 27% dos alunos considerou que a ontologia pode oferecer auxílio muito elevado. Nenhum aluno considerou que as ontologias não são capazes de oferecer auxílio.

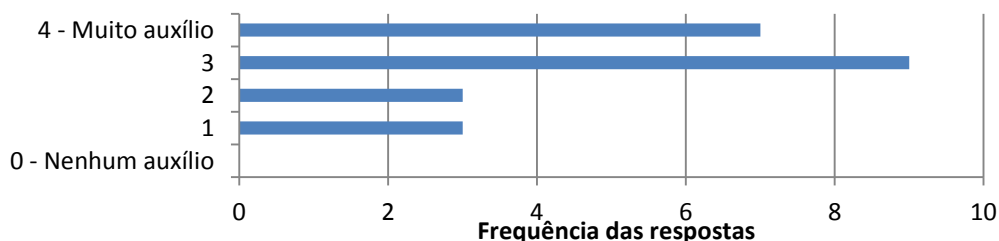
Gráfico 4 – Respostas para a pergunta 11: “Você julga que a utilização de ontologias pode oferecer auxílio a estudantes e profissionais da educação na compreensão do conceito de competências?”



Fonte: O autor (2020).

A questão 12 especifica o tema do grupo 3 ao perguntar sobre o apoio que as ontologias podem oferecer a vinculação do conceito de competências a atividades de ensino e OAs em SRs. As suas respostas são exibidas no Gráfico 5. A sua análise indica um padrão de respostas similar ao da questão 11. Entretanto, tratando-se do auxílio específico aqui abordado, o grupo que considera que as ontologias podem oferecer apoio muito elevado cresceu para 32% das respostas. Já o grupo que considera que esse tipo de modelo pode oferecer auxílio médio superior retraiu para 41% das respostas.

Gráfico 5 – Respostas para a pergunta 12: “Você julga que a utilização de ontologias pode oferecer auxílio a professores na vinculação de competências a atividades de ensino e Objeto de Aprendizagem em Sistemas de Recomendação na Educação?”



Fonte: O autor (2020).

A questão 13, do tipo dissertativa, expande as respostas obtidas no terceiro grupo de perguntas, oferecendo a possibilidade dos alunos comentarem sobre as suas impressões a respeito. A partir do objetivo da pergunta é definida a segunda categoria de análise, *Apoio das ontologias para a compreensão do conceito de competências e a vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs*, com o código C2. Das respostas dessa pergunta são definidas as unidades de análise apresentadas na Tabela 15.

Das 7 unidades identificadas, a mais frequente nos comentários dos alunos é a C2.1, ocorrendo em 36% das respostas, relacionada possibilidade de auxílio e a

incapacidade de defini-lo. A segunda unidade mais frequente, a C2.2, ocorre em 23% das respostas e indica a possibilidade de auxílio considerando a ontologia como um modelo útil para o compartilhamento de conhecimento sobre competências. Seis unidades representam a possibilidade de auxílio das ontologias tratada nas questões anteriores enquanto que apenas uma, a C2.3, ocorrendo em 14% das respostas, representa elementos nas falas dos alunos que não entendem como as ontologias podem ser utilizadas como auxílio para os fins propostos.

Tabela 15 – Análise da pergunta 13: “Caso julgue que a utilização de ontologias pode oferecer auxílio à aplicação específica da questão 12 ou geral da questão 11, comente a respeito do seu entendimento sobre como esse auxílio poderia se dar.”

Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
13	C2 - Apoio das ontologias para a compreensão do conceito de competências e a vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs	Possibilidade de auxílio, mas função indefinida	C2.1	8
		Como modelo de compartilhamento de conhecimento sobre competências	C2.2	5
		Não entende como as ontologias podem ser utilizadas para esse fim	C2.3	3
		Contribuir com a utilização de informações no sistema e a busca dessas informações	C2.4	3
		Na aquisição de dados de um perfil (aluno, OA ou atividade de ensino) para a seleção de competências	C2.5	1
		Ferramenta para controle de clareza e profundidade nas definição de competências e CHAs pelos usuários	C2.6	1
		Como representação de vocabulário de algum domínio ou sobre usuários para a recomendação de itens	C2.7	1

Fonte: O autor (2020).

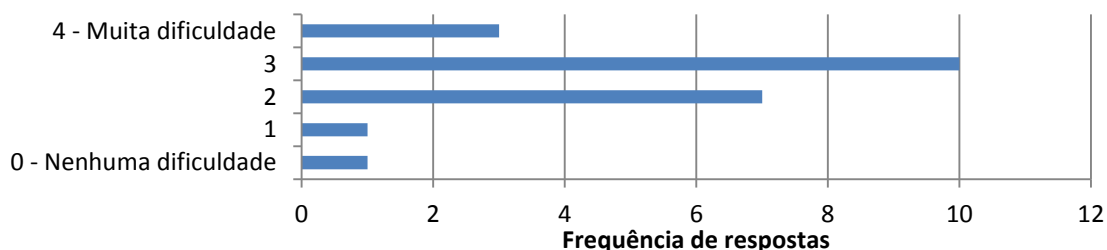
Grupo 4 - Metodologia 101 para modelagem de ontologias

O último grupo de questões propõe aos alunos a avaliação da metodologia 101 para modelagem de ontologias e os pontos positivos e negativos em relação a sua utilização. A primeira questão, a 14, trata das dificuldades de utilização da metodologia de modelagem como um todo, enquanto que as questões 15 a 28 abordam seus passos em específico. A questão 29 solicita uma opinião sobre a

utilidade dos passos da metodologia em geral e a questão 30 pede que seja avaliada a experiência de utilização da metodologia com o grupo de alunos em que o respondente participou ao modelar a ontologia. As questões 31 e 32 são as únicas dissertativas no grupo 4 e avaliam os pontos negativos e positivos em relação a metodologia 101.

As respostas para a questão 14 são apresentadas no Gráfico 6. A sua análise acusa um índice elevado de dificuldades em relação a utilização da metodologia 101. A resposta mais frequente, relativa a um grau elevado de dificuldade, ocorreu em 45% das respostas. Logo em seguida, as respostas relativas a um grau mediano de dificuldade ocorrem em 32% das respostas. Os alunos que acusaram muita dificuldade (14%) são ainda superiores aos que acusaram pouca ou nenhuma dificuldade (9%). A análise desses dados, entretanto, é complementada pela sua comparação com as questões seguintes, que explorarão benefícios e pontos negativos da metodologia.

Gráfico 6 – Respostas para a pergunta 14: “Você sentiu alguma dificuldade na utilização da metodologia 101, sugerida para a modelagem de ontologias para competências digitais?”



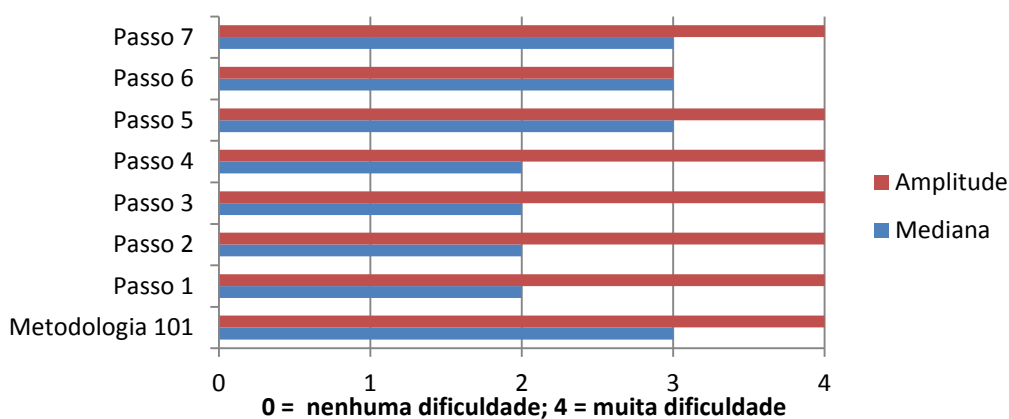
Fonte: O autor (2020).

As respostas das questões 15 a 28 serão analisadas a partir do Gráfico 7 e do Gráfico 8, que as condensam, apresentando valores das medianas em conjunto com as amplitudes das respostas de cada pergunta. O Gráfico 7 apresenta também a mediana e a amplitude dos resultados da questão 14 inclusive, como termo de comparação com as outras 7 respostas.

A mediana, valor de resposta situado na divisão entre duas partes iguais das respostas de uma questão ordenadas em série, é apresentada nos gráficos em cor azul. A amplitude, indicador geralmente apresentado em conjunto com a mediana, representa a diferença entre a resposta de maior valor encontrada e a resposta de menor valor. Como a escala de Likert utilizada para as respostas possui valores

entre 4 e 0, 4 é o maior valor possível de amplitude nas questões avaliadas. Esse indicador encontra-se em cor vermelha nos gráficos.

Gráfico 7 – Mediana e amplitude das respostas das perguntas 14, 15, 17, 19, 21, 23, 25 e 27, quanto às dificuldades encontradas na utilização da metodologia 101 e dos seus passos



Fonte: O autor (2020).

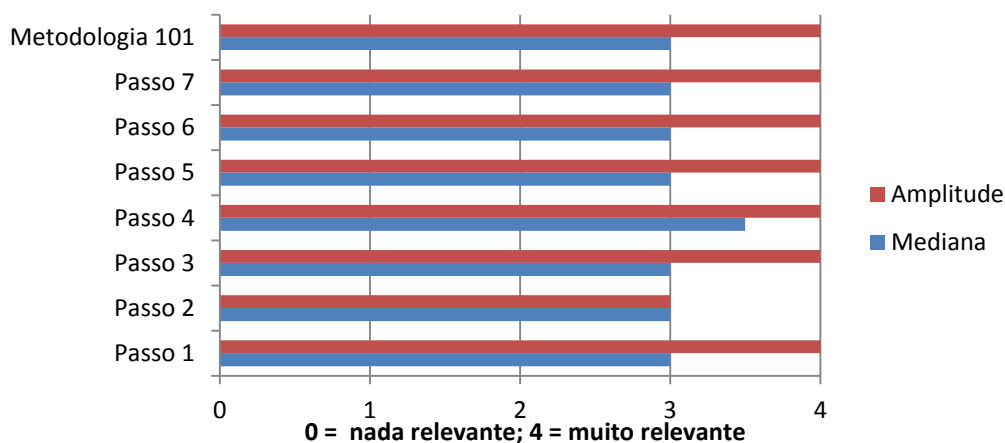
A análise das informações apresentadas no Gráfico 7 clarifica o entendimento dos dados obtidos com a questão 14, visualizados em detalhes no Gráfico 6. A resposta mais frequente sobre a utilização da metodologia 101 indicou elevado grau de dificuldade apontado pelos alunos. Entretanto, quando a dificuldade em cada passo é analisada individualmente, percebe-se que três passos em específico são responsáveis por essa impressão.

Os quatro primeiros passos da metodologia apresentam sua mediana no grau médio de dificuldade, enquanto que nos três últimos a mediana está no grau elevado. Essas informações são reafirmadas pela análise das questões 31 e 32, a seguir. Sobre a amplitude dos dados, percebe-se que os alunos apresentaram

respostas em todos os graus, à exceção do sexto passo, em que não houve nenhuma resposta acusando nenhuma dificuldade.

Os graus medianos e superiores de dificuldade de utilização da metodologia 101 apontados pelos alunos e indicados no Gráfico 6 e no Gráfico 7 se contrastam com as informações contidas no Gráfico 8. Apesar dessa dificuldade, mais concentrada nos passos finais da metodologia, a opinião dos alunos sobre a sua relevância é alta. No Gráfico 8, através da mediana das respostas dos 22 participantes para cada pergunta, percebe-se que tanto a metodologia em si quanto os seus passos são considerados relevantes em um grau elevado. O quarto passo, inclusive, apresenta a sua mediana entre o grau elevado e muito elevado de relevância. O segundo passo, ainda, é o único em que a amplitude possui valor 3 e não 4, visto nenhuma resposta ter considerado esse passo nada relevante.

Gráfico 8 – Mediana e amplitude das respostas das perguntas 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 e 30, quanto à relevância da metodologia 101 e dos seus passos para a modelagem de uma ontologia



Fonte: O autor (2020).

Os graus médio e elevado de dificuldade de utilização da metodologia 101 e os graus elevados de relevância indicados pelos alunos são melhor explorados através da análise de conteúdo apresentada para as questões 31 e 32. A questão 31 aborda os pontos negativos em relação à metodologia indicados através de respostas dissertativas. O objetivo dessa questão orientou a criação da categoria de código C3, *Pontos negativos da metodologia 101*. Para essa categoria foram associadas oito unidades de análise, extraídas das respostas dissertativas.

A pergunta 31 resultou no grupo de respostas mais homogêneo deste questionário, cuja análise é apresentada na Tabela 16. A unidade de análise mais

frequente identificada nas respostas, de código C3.1, representa a não identificação de pontos negativos na metodologia 101. Essa unidade se fez presente em 68% das respostas e indica que, apesar dos alunos relatarem dificuldades em relação a sua utilização, em sua maioria não apresentam clareza ou consenso quanto a pontos específicos que poderiam ser alterados na metodologia. Outras unidades de análise trazem sugestões interessantes para alterações, entretanto, cada uma das unidades C3.2 a C3.8 ocorreu apenas uma vez nas respostas. As unidades C3.2, C3.3 e C3.4 estão em sintonia com Gráfico 6 e o Gráfico 7, indicando alto grau de complexidade dos 3 últimos passos da metodologia. Não houve reclamações quanto aos passos iniciais, a exceção da unidade C3.5, que indica que o passo 3 foi mal introduzido, e da unidade C3.8, que representa problemas com a complexidade de todos os passos. Problemas com o nome da metodologia e nomenclatura utilizada em seus passos aparecem nas unidades C3.6 e C3.7.

Tabela 16 – Análise da pergunta 31: “Quais os pontos negativos que você considera na metodologia 101?”

Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
31	C3 - Pontos negativos da metodologia 101	Sem identificação de pontos negativos	C3.1	15
		Introdução dos slots, no passo 6, é confusa	C3.2	1
		Repetições entre os passos 5 e 6	C3.3	1
		Passos 5, 6 e 7 são muito complexos	C3.4	1
		Passo 3 mal introduzido	C3.5	1
		Nomenclatura confusa	C3.6	1
		Nome da metodologia pouco apropriado	C3.7	1
		Complexidade dos passos	C3.8	1

Fonte: O autor (2020).

A questão 32 é a última do questionário online utilizado e a sua categoria e unidades de análise resultantes são apresentadas na Tabela 17. Com base no objetivo da pergunta foi definida a categoria *Pontos positivos da metodologia 101*, de código C4. Para essa categoria foram associadas a maior quantidade de unidades, 12, com os códigos C4.1 a C4.12.

Não se percebe na Tabela 17 a homogeneidade encontrada nas respostas à pergunta 31, entretanto pode-se concluir que identificar pontos positivos da metodologia 101 foi mais fácil para os alunos que identificar os negativos. Essa afirmação é suportada também pelo fato da unidade C4.2, a não identificação de

pontos positivos, ocorre apenas em 18% das respostas, em contraste com a alta frequência (68%) da unidade C3.1 na Tabela 16, a não identificação de pontos negativos.

A observação mais frequente, representada pela unidade C4.1, considera que os seus passos facilitam o processo de modelagem de uma ontologia, ocorrendo em 23% das respostas. As unidades C4.1, C4.5, C4.8, C4.9 e C4.11 valorizam características positivas dos passos da metodologia em geral, como facilitação da modelagem, passo intuitivos e eficientes, metodologia simples e que auxilia no processo de aprendizagem da modelagem. As unidades C4.3, C4.6, C4.7 e C4.12 lançam luz a fatores que podem ser destacados a fim de simplificar a sua utilização. Estas unidades tratam de pontos positivos nos passos 5, 6 e 7, considerados mais complexos nas análises anteriores, no passo 2, sobre a reutilização de ontologias, e do fato do software *Protégé* ter sido utilizado após o processo de modelagem da ontologia. A unidade C4.10, que representa a valorização da não exigência da utilização de um software para o processo de modelagem ocorre em uma única resposta e aparenta apresentar conflito com a unidade C4.7, que ocorre duas vezes e valoriza o software utilizado após o processo de modelagem.

Tabela 17 – Análise da pergunta 32: “Quais os pontos positivos que você considera na metodologia 101?”

Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
32	C4 - Pontos positivos da metodologia 101	Passos facilitam a modelagem	C4.1	5
		Sem identificação de pontos positivos	C4.2	4
		Passo 7	C4.3	2
		Passos iniciais	C4.4	2
		Passos intuitivos	C4.5	2
		Prevê a reutilização de ontologias	C4.6	2
		Utilização do software em conjunto com a metodologia	C4.7	2
		Auxílio na aprendizagem do processo de modelagem	C4.8	1
		Metodologia simples	C4.9	1
		Não exige utilização de ferramentas	C4.10	1
		Passos eficientes	C4.11	1
		Tabelas dos passos 5 e 6	C4.12	1

Fonte: O autor (2020).

As informações obtidas com a análise de conteúdo realizada com as respostas da pergunta 32, apresentada na Tabela 17, oferece uma perspectiva positiva sobre a utilização da metodologia 101, principalmente quando comparada com análises anteriores. As dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de modelagem de uma ontologia estão mais ligadas à falta de familiaridade em relação ao conceito de ontologia como modelo de conhecimento e de competências, mesmo amparados pela utilização de uma metodologia como a 101. Essa conclusão está em sintonia com a literatura acadêmica sobre o processo de modelagem de uma ontologia, que é complexo e exige especialistas do domínio a ser modelado e do processo de modelagem em si.

Em resumo, as conclusões apresentadas aqui devem levar em consideração o perfil de alunos de uma disciplina de pós-graduação da área de tecnologias digitais na educação, com predomínio da formação acadêmica em nível de mestrado completo e da faixa etária de 31 a 40. Mesmo alunos com esse perfil apresentaram familiaridade pequena ou mediana com o conceito de competências. Ao utilizarem um SR de OAs baseado no conceito, o RecOAComp, relataram baixa e média dificuldade para a vinculação de competências e seus respectivos CHA a OAs. As principais dificuldades explicitadas pelos alunos quanto ao processo de vinculação diziam respeito à identificação e diferenciação dos elementos do CHA em uma competência específica.

Durante as aulas da disciplina, os alunos foram apresentados ao conceito de ontologias como modelos de conhecimento empregados atualmente em variadas áreas da ciência e a aplicações específicas do mesmo em projetos na educação. Diferentemente do identificado em relação ao conceito de competências, a maior parte dos alunos não possuía familiaridade inicial alguma com o conceito de ontologia. Nenhum deles considerou possuir familiaridade elevada ou muito elevada, inclusive.

Após o contato com as aulas expositivas e práticas abordando o conceito de ontologias e o seu processo de modelagem, os alunos consideram que esse tipo de modelo de conhecimento pode oferecer auxílio tanto na compreensão do conceito de competências como na sua vinculação a OAs em SRs. Como aplicações possíveis das ontologias para essa finalidade, o elemento mais presente nas respostas dos alunos é o uso da ontologia como modelo de compartilhamento e visualização de

conhecimentos sobre competências. Essa aplicação está diretamente relacionada à principal dificuldade identificada pelos alunos para a vinculação de competências a OAs, a diferenciação entre os elementos do CHA. Além disso, se associa a proposta de utilização da primeira ontologia modelada nesta dissertação e descrita na 7.2, o apoio à visualização do conceito e das competências específicas utilizadas em SRs.

A versão do RecOAComp utilizada pelos alunos ainda não contava com as contribuições da aplicação da ontologia inicialmente modelada. Entretanto, os resultados obtidos após a análise desse questionário permitiram a melhor compreensão das dificuldades enfrentadas pelos alunos tanto em relação à compreensão dos conceitos abordados quanto à manipulação dos mesmos. Esses resultados estão em sintonia com as dificuldades apontadas na justificativa que apoia a questão problematizadora desta dissertação.

As respostas dos alunos também forneceram insights para melhorias inclusas na nova ontologia modelada e sugestões objetivas para modificações na metodologia 101. Essas modificações são descritas na seção 7.4. Os processos de validação das mesmas foram também realizados durante as aulas ministradas à segunda turma de pós-graduação e são apresentados na seção 7.5.

7.3.3 Comparação entre as Diferentes Modelagens

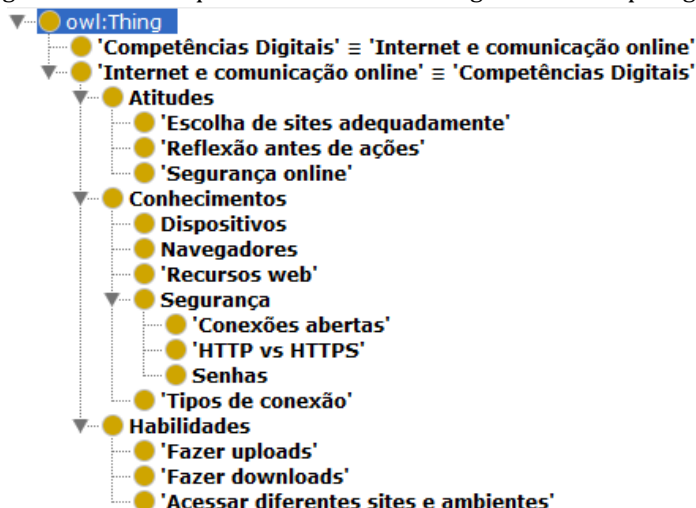
As ontologias modeladas pelos seis grupos de alunos participantes da primeira disciplina oferecida são comparadas nesta seção com a proposta apresentado na seção 7.2. Essa comparação é realizada após a descrição da modelagem de cada grupo. Do conjunto dos trabalhos analisados julgou-se suficiente a descrição do domínio, da aplicação e da hierarquia de classes definida em cada proposta.

Grupo de alunos 1

O grupo 1 decidiu abordar uma das competências digitais apresentadas durante as aulas da disciplina. A sua modelagem cobriu o domínio da competência específica “Noções básicas sobre o uso da internet”, relacionada à navegação, acesso à internet e comunicação on-line necessária para executar as tarefas de um curso em

EAD. A sua proposta de aplicação consiste na definição dos elementos presentes nessa competência, voltada aos estudantes da EAD em nível de alfabetização digital. Entre eles, o grupo especifica: acessar devidamente a internet; fazer buscas adequadamente; identificar a veracidade e relevância das informações; comunicar-se on-line; verificar os tipos de conexões para desenvolver seu curso de forma satisfatória. A hierarquia de classes construída é apresentada na Figura 61.

Figura 61 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 1

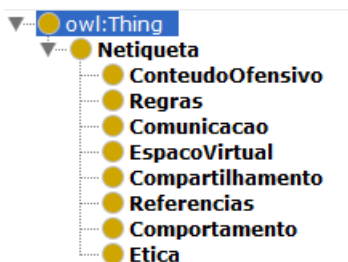


Fonte: O autor (2020).

Grupo de alunos 2

O grupo 2 abordou o domínio da competência digital específica “Netiqueta”, relacionada a regras de etiqueta no uso da internet. A aplicação proposta é a explicitação de conceitos relacionados à “Netiqueta” e aos aspectos envolvidos na construção dessa competência por alunos da EAD. A hierarquia de classes construída é apresentada na Figura 62.

Figura 62 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 2

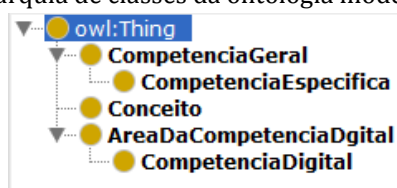


Fonte: O autor (2020).

Grupo de alunos 3

O domínio escolhido pelo grupo 3 foi o das competências digitais. A sua proposta de aplicação diz respeito à descrição do que o grupo chamou de níveis de competências digitais, conceitos relacionados, competências gerais, competências específicas e níveis de proficiência. A hierarquia de classes construída é apresentada na Figura 63.

Figura 63 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 3

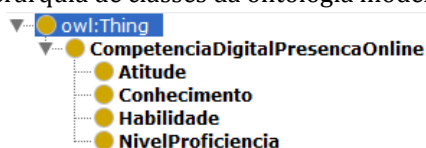


Fonte: O autor (2020).

Grupo de alunos 4

O grupo 4 optou por cobrir o domínio da competência digital “Presença online”. A ontologia modelada foi proposta para a apresentação dos elementos que compõem essas competências e dos níveis de desenvolvimento que podem ser alcançados pelos alunos. A hierarquia de classes construída é apresentada na Figura 64.

Figura 64 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 4

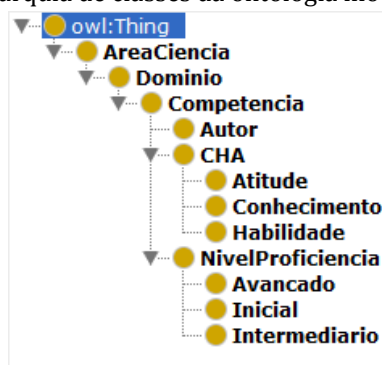


Fonte: O autor (2020).

Grupo de alunos 5

O domínio escolhido pelo grupo 5 foi o da competência específica “Proteção e segurança virtual”, pertencente à competência geral “Fluência digital”. A aplicação proposta consiste na explicitação dos elementos que compõem essa competência. A hierarquia de classes construída é apresentada na Figura 65.

Figura 65 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 5

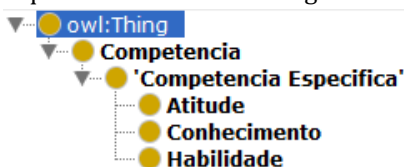


Fonte: O autor (2020).

Grupo de alunos 6

O sexto e último grupo definiu como domínio de sua ontologia as competências. Como aplicação optou-se pela representação de diferentes competências e os seus elementos do CHA. A hierarquia de classes construída é apresentada na Figura 66.

Figura 66 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 6



Fonte: O autor (2020).

Análise geral das propostas de ontologias dos grupos

As hierarquias de classes propostas pelos grupos 1, 2 e 4 apresentam aspecto específico a uma dada competência. Já o grupo 5 também possui uma proposta de domínio específica, entretanto suas classes são mais generalistas, deixando às instâncias o papel de especificar a competência pretendida. Os grupos 3 e 6 não se focam em alguma competência específica mas, enquanto o primeiro pretende abordar um conjunto delas, o das digitais, o segundo compreende todas as competências.

A sexta proposta é a que mais se aproxima com a ontologia inicialmente modelada nesta dissertação, para o domínio de competências na educação. A sua hierarquia de classes, apresentada na Figura 53, se assemelha as dos grupos 5 e 6. Não estão presentes na modelagem inicial referências a níveis de domínio e proficiência, entendendo-se que essas informações dizem mais ao perfil dos alunos, OAs e atividades de ensino, e não da competência em si. Entretanto, também são considerados domínios e competências gerais na descrição das específicas.

7.4 RESULTADOS DA ETAPA 4

Esta seção apresenta os resultados da etapa 4 em 3 subdivisões que tratam dos seguintes itens:

- a) a metodologia de modelagem, aprimorada com base na avaliação apresentada na seção 7.3.2;
- b) a proposta de utilização da ontologia no RecOAComp, um SR de OAs baseado em competências;
- c) remodelagem da ontologia, modificada em acordo com a sua proposta de aplicação.

7.4.1 Adaptação da Metodologia de Modelagem de Ontologias

As avaliações dos alunos sobre a metodologia 101 de modelagem de ontologias, discutidas na seção 7.3.2, permitiu a identificação de três possíveis adaptações: simplificação da nomenclatura traduzida para o português; combinação dos passos 5 e 6; escolha de nome coerente com o contexto brasileiro. Foram realizadas também modificações na apresentação da nova metodologia aos alunos, utilizando um exemplo de modelagem diferente, com aplicação de regras de inferências. Esse exemplo é abordado na seção 6.2.5.

Quanto à nomenclatura utilizada inicialmente, dois termos se destacaram negativamente na experiência de utilização da metodologia: *slot* e *faceta*. Para Noy e Mcguinness (2001), slots podem ser entendidos como as propriedades das classes, os predicados das triplas, enquanto que facetas dizem respeito às informações que descrevem essas propriedades. Buscando simplificar essa nomenclatura, o termo slot foi substituído pelo seu sinônimo *propriedade*. O termo *faceta* foi substituído pelo correspondente *descrição*. Com essa alteração, o uso anterior do termo *propriedade* foi substituído por *atributo*.

Os dois passos que mais fazem uso dos termos alterados são justamente os considerados pelos alunos como os mais complexos e repetitivos. Por esse motivo, o quinto passo, “definir as características das classes – os slots”, e o sexto “descrever as facetas dos slots”, foram combinados em um novo quinto passo, “definir as propriedades das classes”. Esse passo modificado conta com as explicações apresentadas no quinto e a tabela utilizada no sexto, considerando que a apresentação das propriedades pode ser realizada em conjunto com a sua descrição. A estrutura da nova metodologia, após as modificações de nomenclatura e da combinação dos passos 5 e 6 é apresentada na seção 7.4.3.

O nome da metodologia 101 como tradução direta de *101 Methodology* (NOY; MCGUINNESS, 2001) foi avaliada negativamente por um aluno durante a avaliação piloto. Segundo o mesmo, por fazer alusão a disciplinas introdutórias do sistema de ensino superior americano, esse nome não teria correspondência relevante no cenário nacional. Apesar de tal observação não ter sido mais frequente nas falas de outros alunos, a mesma foi considerada e a mudança do nome foi proposta. Em reunião com o grupo responsável pelo desenvolvimento do RecOAComp foram apresentadas diferentes opções de nomes e siglas para a identificação da metodologia adaptada, sendo definido o seguinte: MetOntoEdu – Metodologia

introdutória para a modelagem de Ontologias na Educação. Essa modificação faz parte dos itens avaliados e discutidos na seção 7.5.2.

7.4.2 Proposta de Utilização da Ontologia no RecOAComp

As duas propostas de aplicação da ontologia modelada estarão presentes na nova versão do RecOAComp, atualmente em desenvolvimento. Para a sua implementação, cabe a esse ou outros SRs a utilização de uma ferramenta que permita a comunicação com a ontologia modelada. No RecOAComp será adotada uma API (Interface de Programação de Aplicação, do inglês *Application Programming Interface*) apropriada, como a OWL API⁴³, por exemplo.

A primeira proposta consiste na apresentação visual do conceito de competências adotado e de competências específicas. A sua descrição foi apresentada na seção 6.2.2 e ilustrada pela Figura 50, Figura 51 e Figura 52. Durante a utilização do RecOAComp, há três tipos de situações em que essa aplicação pode ser útil:

- a) na edição ou cadastro de uma competência;
- b) na edição ou cadastro de uma atividade de ensino ou Objetos de Aprendizagem, quando é solicitada a vinculação de competências já cadastradas;
- c) no preenchimento do perfil de competências de usuários, OAs ou atividades de ensino.

Na primeira situação, o professor usuário do RecOAComp deve cadastrar uma nova competência através dos preenchimentos dos campos apresentados na Figura 67. A versão anterior do sistema oferecia campos de ajuda em texto para essa tarefa, explicando o significado de cada termo presente no modelo de competências adotado. Na nova versão, ao invés de apenas explicações em texto, será apresentada ao usuário uma imagem tal como a da Figura 50, gerada dinamicamente com base nas informações presentes na ontologia modelada.

⁴³ <https://github.com/owlcs/owlapi>. Acesso em 03/06/2018

Figura 67 – Tela de cadastro de competências no RecOAComp

RECOACOMP Bem vindo, Guto! Sair

Objetos de Aprendizagem ▶

Competências ▶

Instrumento de avaliação ▶

Relatórios

Minha conta

Visão de aluno

Nome:

Descrição da Competência:

Lista dos conhecimentos:

Lista das habilidades:

Lista das Atitudes:

Criar Competência

Fonte: O autor (2020).

Na segunda situação, o professor usuário precisa editar ou cadastrar uma atividade de ensino, ou OA, e deve vincular competências específicas a esse cadastro. Um exemplo é apresentado na Figura 68, onde a vinculação é realizada através da seleção das opções em uma lista. Na versão anterior do RecOAComp, descrições em texto sobre cada competência eram apresentadas ao usuário caso ele solicitasse. Na

nova versão, uma imagem é exibida conforme o modelo ilustrado na Figura 51, gerada dinamicamente com base nas informações presentes na ontologia.



Fonte: O autor (2020).

A terceira e última situação ocorre no preenchimento do perfil de competências de usuários, OAs ou atividades de ensino. Esse preenchimento é solicitado ao aluno, quando o mesmo se cadastra em uma nova atividade de ensino, ou ao professor, quando ele deseja testar a recomendação de OAs da mesma. A

Figura 69 apresenta a tela de preenchimento de perfil, sendo possível identificar que informações em texto são oferecidas sobre cada elemento a ser avaliado. Na nova versão do RecOAComp, além dessas descrições, a possibilidade de visualização de uma imagem similar a da Figura 51, gerada dinamicamente com base nas informações presentes na ontologia, é disponibilizada ao usuário.

Figura 69 – Tela de preenchimento de perfil de competências no RecOAComp

RECOACOMP Bem vindo, Guto! 🔔 ➔ Sair

Preencha seu Perfil

Selecione o nível desta atividade em relação aos conhecimentos, habilidades e atitudes de cada competência abaixo:

Fluência Digital
 Está ligada a utilização da tecnologia de modo que o sujeito sinta-se digitalmente ativo/participante dos avanços tecnológicos. A fluência possibilita não só o uso, mas também a criação e produção de conteúdos/materiais.

Conhecimento (Conhecimento teórico/tecnológico sobre as ferramentas.)

Nenhum (0)

Inicial (1)

Básico (2)

Intermediário (3)

Avançado (4)

Habilidade (Mexer, buscar, selecionar, produzir.)

Nenhum (0)

Inicial (1)

Básico (2)

Intermediário (3)

Avançado (4)

Atitude (Iniciativa para buscar inovações e sempre se manter atualizado.)

Nenhum (0)

Inicial (1)

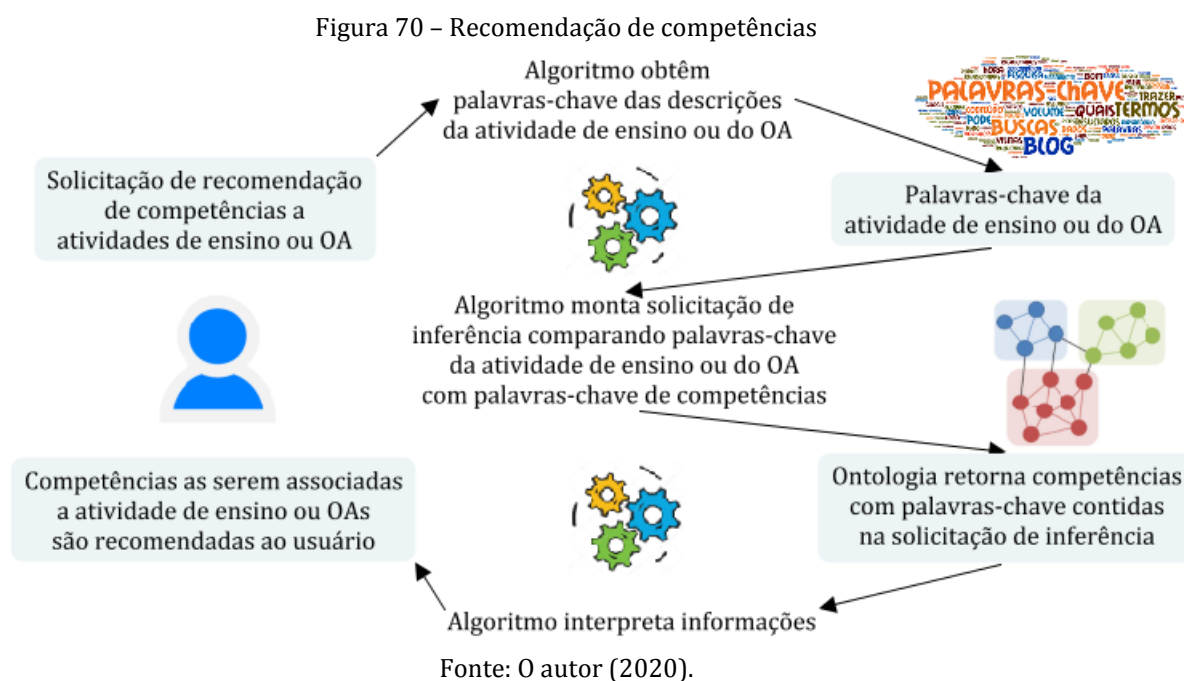
Básico (2)

Intermediário (3)

Avançado (4)

Fonte: O autor (2020).

Já a segunda contribuição proposta para a ontologia modelada consiste na recomendação de competências específicas a serem vinculadas a atividades de ensino ou OAs, apoiando usuários de SRs no processo de associação. A recomendação baseia-se na comparação de palavras-chave obtidas dos elementos que compõem as competências com as oriundas dos metadados que descrevem os OAs ou atividades de ensino. A Figura 70 ilustra os procedimentos a serem realizados por SRs para o oferecimento dessa contribuição.



No RecOAComp essa segunda contribuição estará presente nas telas dedicadas a vinculação de competências específicas a OAs e atividades de ensino. Um exemplo dessas telas já foi apresentado na Figura 68. A seção 7.5.1 apresenta a simulação de aplicação dessa proposta.

7.4.3 Modelagem Final da Ontologia de Domínio de Competências

Com base na nova proposta de aplicação descrita na seção 7.4.2, foram realizados aprimoramentos na ontologia cuja modelagem inicial foi apresentada na seção 7.2. Tratando-se do processo final da modelagem da ontologia nesta

dissertação, definiu-se o nome que a mesma receberia. Em reunião com o grupo responsável pelo desenvolvimento do RecOAComp foram apresentadas opções de nomes e siglas similares ao dado a metodologia adaptada. O escolhido foi: OntoCompEdu – Ontologia de Domínio para Competências na Educação. A seguir a remodelagem é descrita abordando-se as modificações realizadas em cada um dos seis passos seguidos, já utilizando os novos passos da MetOntoEdu.

7.4.3.1 Modificações no primeiro passo

Quanto às chamadas questões de competência, que norteiam a definição do domínio e do escopo da ontologia, foram modificadas as respostas da segunda e terceira pergunta. A segunda trata da aplicação da ontologia. Sua resposta inicial dizia respeito à representação visual dos elementos que compõem as competências e à busca de informações sobre os mesmos. Considera-se agora também a possibilidade de recomendação de competências específicas a serem associadas a atividades de ensino ou Objetos de Aprendizagem em Sistemas de Recomendação de OAs. Busca-se auxiliar professores usuários desses sistemas nesse tipo de vinculação.

A terceira pergunta trata de quais tipos de solicitações que a ontologia deve fornecer respostas. Nas definições anteriores, a ontologia deveria responder sobre competências específicas que se relacionam a certos elementos fornecidos e quais elementos estão presentes em uma dada competência. A nova solicitação diz respeito a quais competências possuem uma ou mais palavras-chave requisitadas. Tais palavras-chave serão fornecidas com base em OAs ou atividades de ensino para os quais busca-se vincular competências.

7.4.3.2 Modificações no segundo passo

Não houve modificações para esse passo, mantendo-se os mesmos trabalhos similares encontrados na literatura acadêmica.

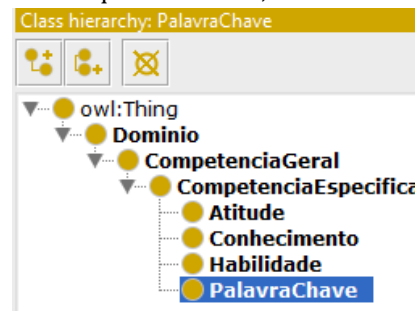
7.4.3.3 Modificações no terceiro passo

Foi adicionado apenas um novo termo neste passo: palavra-chave.

7.4.3.4 Modificações no quarto passo

O novo termo do terceiro passo resultou na adição da classe *PalavraChave* como subclasse *CompetenciaEspecificca*. A Figura 71 apresenta a nova hierarquia taxonômica de classes, construída através do software *Protégé*.

Figura 71 – Nova hierarquia de classes, construída através do *Protégé*



Fonte: O autor (2020).

7.4.3.5 Novo quinto passo – Definir as propriedades das classes

O atual quinto passo consiste na combinação dos anteriores quinto e sexto. Dessa forma, as propriedades, antes referenciadas como slots, são apresentadas e descritas no mesmo momento. Também não é mais utilizado o termo *faceta*, referente à descrição das propriedades. O termo *atributo* é agora utilizado como um dos tipos de propriedade, sendo aquela que liga uma classe a um valor definido. O outro tipo possível de propriedade continua representando pelo termo *relacionamento*, responsável pela conexão de duas classes.

Em conjunto com a criação da nova classe *PalavraChave*, foram definidos dois relacionamentos: *ehPalavraChaveDe*, que a liga a sua superclasse *CompetenciaEspecificca*; *temPalavraChave*, que liga a classe *CompetenciaEspecificca* a *PalavraChave*. Foi associado a ela também o atributo *nome*, que indica o nome com o qual cada uma de suas instâncias é apresentada aos usuários da ontologia.

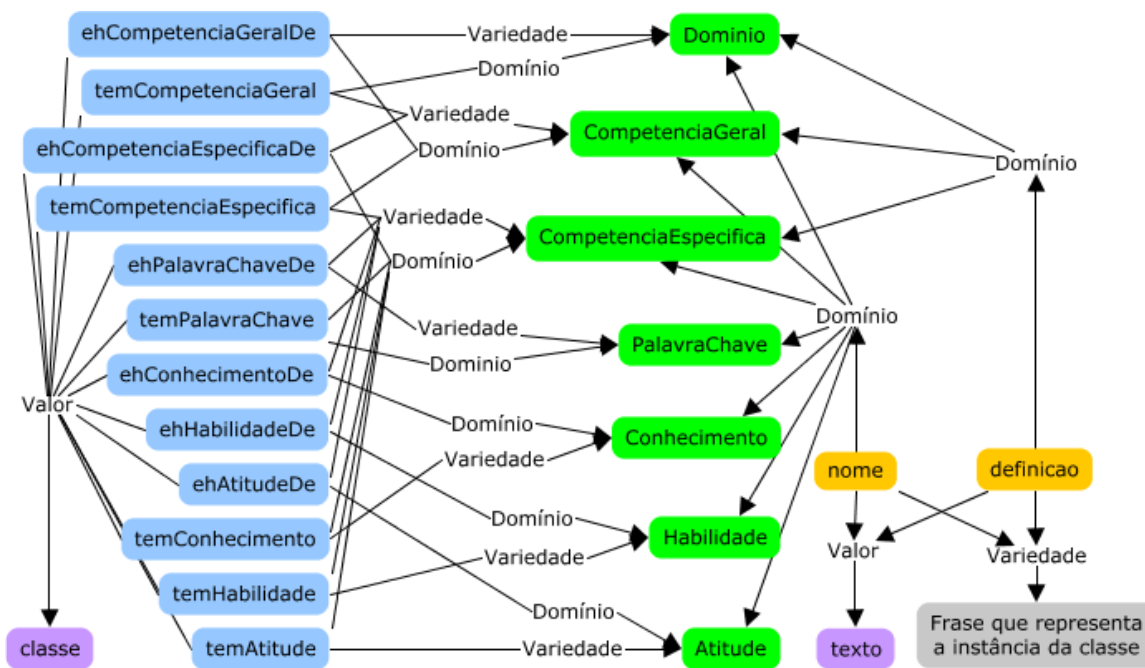
A descrição em detalhes de todas as propriedades das classes é apresentada na Tabela 18. Cada coluna apresenta respectivamente: a identificação da propriedade; o tipo de valor que deve receber; o domínio, que indica uma ou mais classes a qual essa propriedade pode estar associada; a variedade de valores ou classes que podem ser associados à propriedade. Já a Figura 72 apresenta as informações contidas na tabela com outra proposta gráfica. As caixas azuis representam os relacionamentos e as amarelas os atributos. As roxas indicam o tipo de valor que essas propriedades devem receber. Já as caixas verdes indicam as classes e as cinzas determinam variedade de informações que podem ser associadas a elas.

Tabela 18 – Descrição das propriedades das classes

Propriedade	Tipo	Domínio (ligada a quê?)	Variedade (recebe o quê?)
Nome	Atributo – string	Domínio, CompetenciaGeral, CompetenciaEspecific, PalavraChave, Conhecimento, Habilidade, Atitude	<i>frase que representa a instância da classe</i>
definicao	Atributo – string	Domínio, CompetenciaGeral, CompetenciaEspecific	<i>frase que descreve a instância da classe</i>
ehCompetenciaGeralDe	relacionamento	CompetenciaGeral	Domínio
temCompetenciaGeral	relacionamento	Domínio	CompetenciaGeral
ehCompetenciaEspecificDe	relacionamento	CompetenciaEspecific	CompetenciaGeral
temCompetenciaEspecific	relacionamento	CompetenciaGeral	CompetenciaEspecific
ehPalavrachaveDe	relacionamento	PalavraChave	CompetenciaEspecific
temPalavraChave	relacionamento	CompetenciaEspecific	PalavraChave
ehConhecimentoDe	relacionamento	Conhecimento	CompetenciaEspecific
temConhecimento	relacionamento	CompetenciaEspecific	Conhecimento
ehHabilidadeDe	relacionamento	Habilidade	CompetenciaEspecific
temHabilidade	relacionamento	CompetenciaEspecific	Habilidade
ehAtitudeDe	relacionamento	Atitude	CompetenciaEspecific
temAtitude	relacionamento	CompetenciaEspecific	Atitude

Fonte: O autor (2020).

Figura 72 – Descrição das propriedades e dos relacionamentos.



Fonte: O autor (2020).

Foram definidos mais 1 par inverso de relacionamentos além dos 5 já existentes Retomando, cada par garante que as instâncias associadas ao sujeito e ao objeto de um relacionamento se tornem, respectivamente, objeto e sujeito do outro. Nesse caso, o par de instâncias associadas ao relacionamento *EhPalavraChaveDe* são inversamente associadas ao relacionamento *temPalavraChave*. Essa associação se dá automaticamente através da utilização de uma ferramenta de inferência no software *Protégé*. A Tabela 19 apresenta os seis pares de relacionamentos inversos da nova ontologia.

Tabela 19 – Relacionamentos inversos da nova ontologia

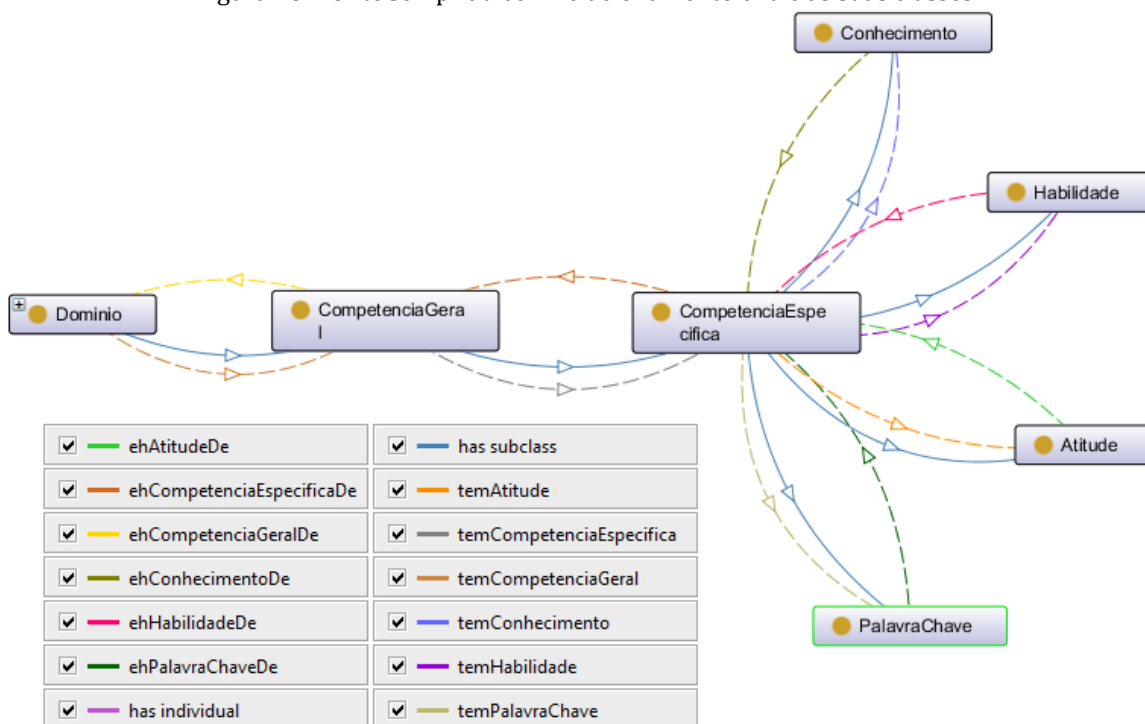
A ser preenchido	A ser inferido
ehCompetenciaGeralDe	temCompetenciaGeral
ehCompetenciaEspecificade	temCompetenciaEspecificade
ehPalavraChaveDe	temPalavraChave
ehConhecimentoDe	temConhecimento
ehHabilidadeDe	temHabilidade
ehAtitudeDe	temAtitude

Fonte: O autor (2020).

A representação gráfica da OntoCompEdu, com os relacionamentos entre as classes na modelada com o *Protégé*, são apresentados na Figura 73. Cada retângulo representa uma classe e cada seta conectando os diferentes retângulos consiste em

uma propriedade do tipo relacionamento. Um quadro com as legendas associando cada relacionamento a sua respectiva cor também se faz presente. Os atributos não são exibidos na figura, conforme já explicado na seção 7.2.5, devido a uma limitação da ferramenta *OntoGraf*.

Figura 73 – OntoCompEdu com relacionamento entre as suas classes



Fonte: O autor (2020).

A análise da ontologia, verificando-se a sua consistência e ausência de erros, é realizada através de uma ferramenta de inferência do *Protégé*, conforme descrito na

seção 7.3.1. Esses resultados, bem como a simulação de uso da ontologia, são discutidos na seção 7.5.1.

7.4.3.6 Novo sexto passo – Criar as instâncias

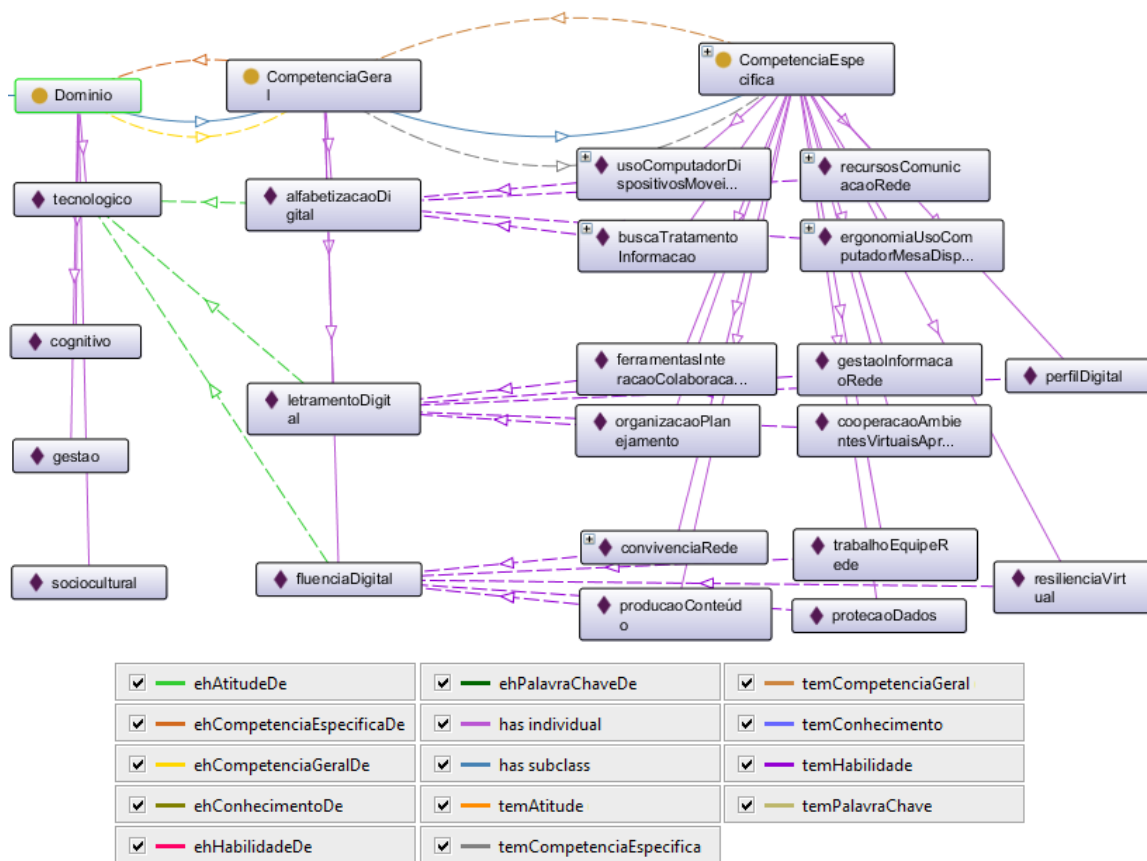
Além das adições da nova classe e de seus relacionamentos, as instâncias da ontologia foram substituídas. Com a conclusão do trabalho de Silva (2018), um novo modelo para competências digitais foi definido. Em seu modelo final, a autora mapeia 14 competências específicas pertencentes a 3 gerais, no domínio tecnológico.

Além dos novos elementos do mapeamento de Silva (2018), foram criadas instâncias para palavras-chave associadas a cada competência específica, com base em suas descrições. As propriedades de cada instância foram preenchidas conforme descrito na seção 7.2.7.

Para a validação da nova ontologia foram inseridas as instâncias relativas aos 4 domínios e às 3 competências gerais, 14 competências específicas, 10 elementos de CHA e 13 palavras-chave. As instâncias das classes “Conhecimento”, “Habilidade” e “Atitude” foram inseridas para uma das competências específicas. O foco da nova validação consistiu na inferência de competências específicas de acordo com as suas palavras-chave associadas. Para tanto, foram adicionadas instâncias de palavras-chave referentes a cinco competências.

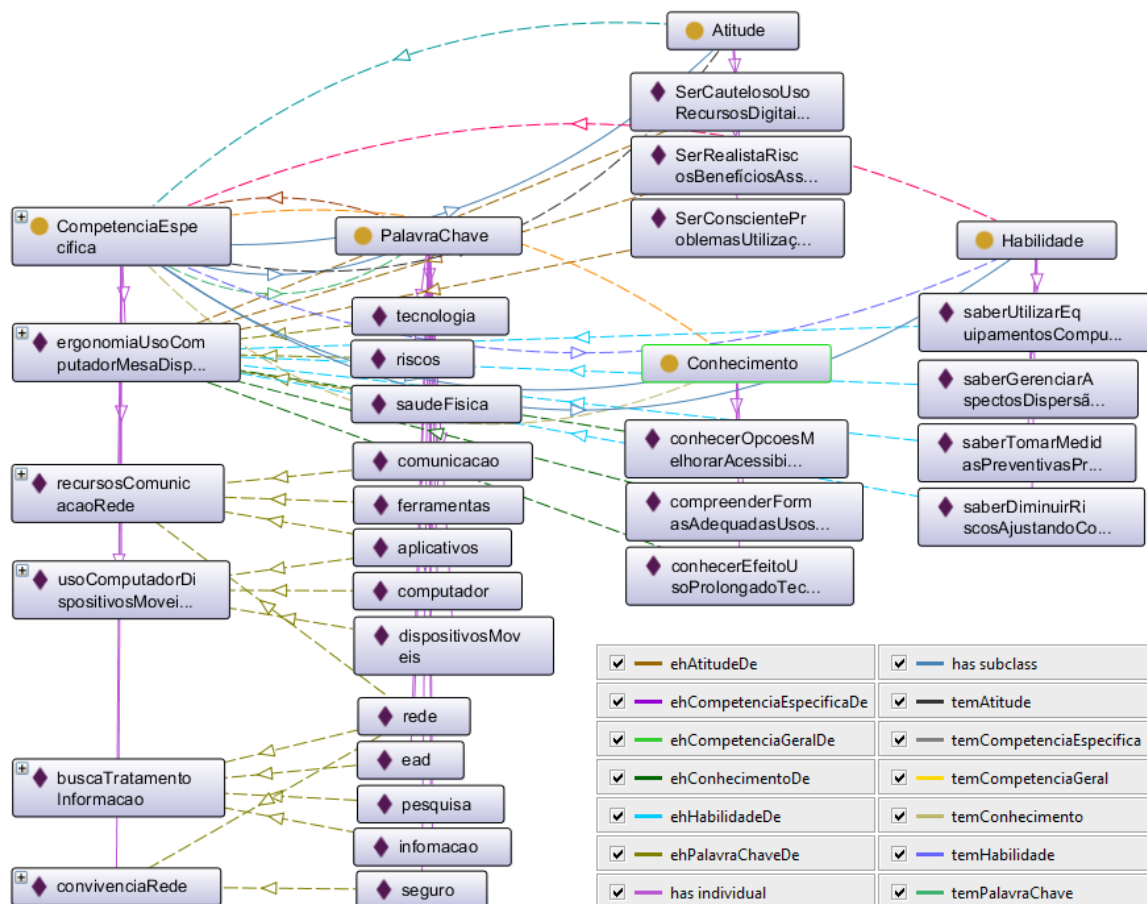
A Figura 74 apresenta as instâncias para os quatro domínios propostos por Behar et al. (2013), as três competências digitais e catorze específicas mapeadas por Silva (2018). As instâncias para as palavras-chave definidas e dos conhecimentos, habilidades e atitudes incluídas são exibidas na Figura 75, em conjunto com as suas respectivas competências específicas. A escolha dessas cinco competências em detrimento das outras mapeadas não foi definida por nenhum critério prévio, servindo apenas ao teste da ontologia.

Figura 74 – Instâncias dos domínios, competências gerais e específicas



Fonte: O autor (2020).

Figura 75 – Instâncias do domínio tecnológico



Fonte: O autor (2020).

A descrição completa de todas as instâncias inseridas na ontologia para cada classe é apresentada no:

- APÊNDICE D – INSTÂNCIAS DA CLASSE DOMINIO DAS ONTOLOGIAS INICIAL E NOVA
- APÊNDICE I – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAGERAL DA NOVA ONTOLOGIA;
- APÊNDICE J – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAESPECIFICA DA NOVA ONTOLOGIA;
- APÊNDICE K – INSTÂNCIAS DAS CLASSES CONHECIMENTO, HABILIDADE E ATITUDE DA NOVA ONTOLOGIA;
- APÊNDICE L – INSTÂNCIAS DA CLASSE PALAVRACHAVE DA NOVA ONTOLOGIA.

As informações relativas à quantidade total de classes, relacionamentos, propriedades, indivíduos e axiomas lógicos que relacionam as instâncias a esses elementos da ontologia são apresentadas na Tabela 20. Já na Tabela 21 são discretizados os axiomas definidos para a ontologia. Os três grupos de axiomas dizem respeito à modelagem da sua estrutura, sendo alterados apenas se a sua estrutura for alterada. Já o quarto grupo está associado a cada instância adicionada à ontologia e cresce em conjunto com o crescimento dessas.

Tabela 20 – Indicadores gerais da nova ontologia

Indicador	Qtd
Axiomas	259
Axiomas lógicos	194
Axiomas de declaração	65
Classes	7
Relacionamentos	13
Atributos	2
Indivíduos	44

Fonte: O autor (2020).

Tabela 21 – Axiomas utilizados na nova ontologia

Axiomas de Classes	Qtd	Axiomas de Relacionamentos	Qtd	Axiomas de Atributos	Qtd	Axiomas de Indivíduos	Qtd
Subclasses	6	Inversos	6	Domínios	2	Definições de classes	44
Classes disjuntas	1	Domínios	12	Variedades	2	Definições de relacionamentos	43
		Variedades	12			Definições de propriedades	64

Fonte: O autor (2020).

Nesta quarta etapa de pesquisa procedeu-se com a adaptação da metodologia de modelagem, intitulada MetOntoEdu, e a nova modelagem da ontologia, a OntoCompEdu. A seguir, na quinta etapa, são descritas as avaliações da ontologia e da simulação da sua aplicação através do uso de software, bem da metodologia com os alunos da segunda disciplina de pós-graduação ofertada.

7.5 RESULTADOS DA ETAPA 5

A quinta e última etapa desta dissertação consiste nas avaliações dos resultados obtidos após a finalização das quatro etapas discutidas, culminando com

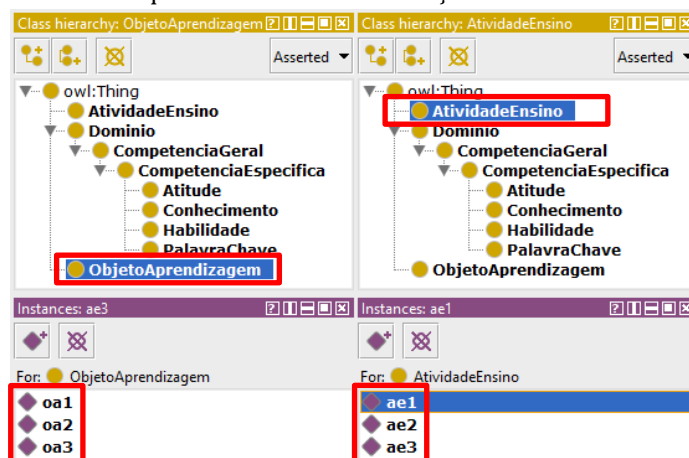
a concretização dos três objetivos específicos estabelecidos. Tais avaliações são apresentadas em três subseções que abordam:

- a) a OntoCompEdu e a simulação da sua aplicação;
- b) as respostas do segundo questionário online;
- c) comparações com a OntoCompEdu e as ontologias modeladas pelos alunos da segunda disciplina de pós-graduação ministrada.

7.5.1 Avaliação da OntoCompEdu e da Simulação de sua Aplicação

Seguindo procedimentos similares aos descritos na seção 7.3.1, a avaliação da ontologia em software foi realizada com uma das ferramentas de inferência do *Protégé*. Foram executadas verificações das associações dos pares de relacionamentos inversos e regras de inferências. Para a simulação do uso da ontologia, criou-se, em caráter de teste, duas classes: *AtividadeEnsino*, representando atividades de ensino, e *ObjetoAprendizagem*, representando Objetos de Aprendizagem. Essas novas classes receberam também palavras-chave, de forma que regras de inferências pudessem utilizá-las para a recomendação de competências específicas. A hierarquia de classes com as duas adições de teste e suas instâncias são apresentadas na Figura 76.

Figura 76 – Hierarquia de classes com as adições de teste e suas instâncias



Fonte: O autor (2020).

O novo par de relacionamentos adicionado, *temPalavraChave* e *ehPalavraChaveDe*, foi utilizado para a vinculação de palavras-chave a três categorias classes, respectivas a competências específicas, atividades de ensino e OAs. Cada instância de palavras-chave adicionada foi associada a uma ou mais dessas três classes através do relacionamento *ehPalavraChaveDe*. As inferências para o relacionamento inverso *temPalavraChave* são verificadas na Figura 77. No topo da figura, parte-se da palavra-chave *rede*, relacionada às instâncias *oa3*, *ae1*, *convivenciaRede* e outras competências específicas. Abaixo, essas instâncias são analisadas e a palavra-chave referida é encontrada associada a cada uma das mesmas. Retângulos em vermelho são utilizados para indicação da instância selecionada, à esquerda, da classe a qual pertence, no centro, e dos relacionamentos inferidos, à direita.

Figura 77 – Verificação de inferências entre relacionamentos

The figure displays four panels from an ontology editor, each showing a different instance and its associated property assertions. Red boxes highlight the selected instance in the left pane, the instance name in the center pane, and the inferred relationships in the right pane.

- Top Panel (Instance: rede):**
 - Class: PalavraChave
 - Selected Instance: **rede**
 - Property assertions: *ehPalavraChaveDe* convivenciaRede, *ehPalavraChaveDe* oa3, *ehPalavraChaveDe* ae1, *ehPalavraChaveDe* recursosComunicacaoRede, *ehPalavraChaveDe* buscaTratamentoInformacao
- Second Panel (Instance: convivenciaRede):**
 - Class: CompetenciaEspecific
 - Selected Instance: **convivenciaRede**
 - Property assertions: *ehCompetenciaEspecificDe* fluenciaDigital, *temPalavraChave* seguro, *temPalavraChave* rede
- Third Panel (Instance: ae1):**
 - Class: AtividadeEnsino
 - Selected Instance: **ae1**
 - Property assertions: *temPalavraChave* tecnologia, *temPalavraChave* rede
- Bottom Panel (Instance: oa3):**
 - Class: ObjetoAprendizagem
 - Selected Instance: **oa3**
 - Property assertions: *temPalavraChave* riscos, *temPalavraChave* pesquisa, *temPalavraChave* tecnologia, *temPalavraChave* rede

Fonte: O autor (2020).

As avaliações a seguir dizem respeito à utilização de regras de inferência para a simulação de uso da ontologia. A primeira verificação, exposta na Figura 78, consiste na solicitação de competências específicas que possuam alguma das três palavras-chave oferecidas. Na segunda, apresentada na Figura 79, são solicitadas competências específicas que apresente necessariamente as três palavras-chave inseridas. É tomado o cuidado, nessa e nas avaliações seguintes, de filtrar os resultados de forma a serem exibidas apenas competências específicas, uma vez que nesse teste OAs e atividades de ensino também possuem palavras-chave associadas. Nas figuras a seguir, marcações com retângulos vermelhos são utilizadas para indicar a regra de inferência utilizada e as competências encontradas.

Figura 78 – Solicitação de competências específicas associadas a uma ou mais palavras-chave

The screenshot shows a DL query interface. At the top, there is a yellow bar with the text "DL query:". Below it, the query is displayed in a text box: `(temPalavraChave value aplicativos or temPalavraChave value comunicacao or temPalavraChave value rede) and not AtividadeEnsino and not ObjetoAprendizagem`. The query is highlighted with a red rectangle. Below the query box are two buttons: "Execute" and "Add to ontology". Underneath, the "Query results" section shows "Instances (4 of 4)" with a list of four competencies: **buscaTratamentoInformacao**, **convivenciaRede**, **recursosComunicacaoRede**, and **usoComputadorDispositivosMoveis**. To the right of the list is a "Query for" section with four checkboxes: "Direct superclasses", "Superclasses", "Equivalent classes", and "Direct subclasses".

Fonte: O autor (2020).

Figura 79 – Solicitação de competências específicas associadas necessariamente a três palavras-chave

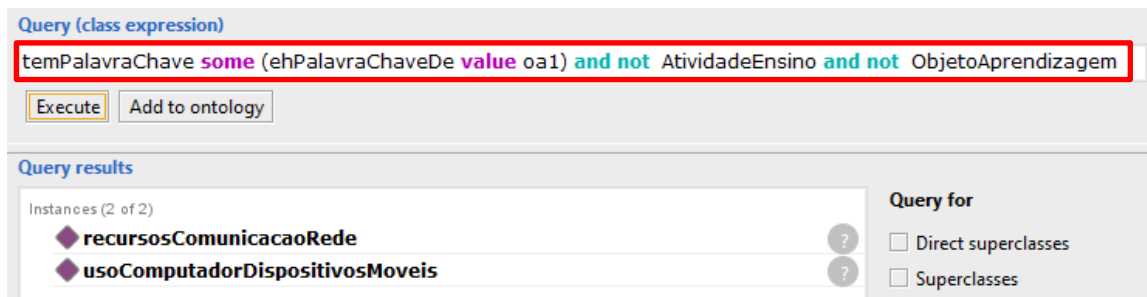
The screenshot shows a DL query interface. At the top, there is a yellow bar with the text "DL query:". Below it, the query is displayed in a text box: `(temPalavraChave value aplicativos and temPalavraChave value comunicacao and temPalavraChave value rede) and not AtividadeEnsino and not ObjetoAprendizagem`. The query is highlighted with a red rectangle. Below the query box are two buttons: "Execute" and "Add to ontology". Underneath, the "Query results" section shows "Instances (1 of 1)" with a list of one competency: **recursosComunicacaoRede**. To the right of the list is a "Query for" section with one checkbox: "Direct superclasses".

Fonte: O autor (2020).

As próximas duas figuras ilustram a simulação da utilização da ontologia em um Sistema de Recomendação de OAs para a sugestão de competências específicas a

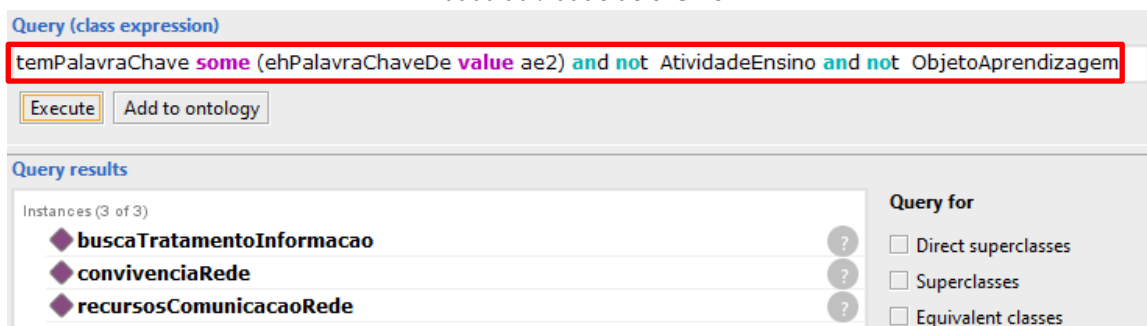
serem vinculadas a atividades de ensino e OAs. Na Figura 80, são solicitadas competências que possuam palavras-chave também associadas a uma instância da classe de teste *ObjetoAprendizagem*. Já na Figura 81 essa comparação se dá com uma instância da classe de teste *AtividadeEnsino*.

Figura 80 – Solicitação de competências específicas associadas às palavras-chave presentes em um dado OA



Fonte: O autor (2020).

Figura 81 – Solicitação de competências específicas associadas às palavras-chave presentes em uma dada atividade de ensino



Fonte: O autor (2020).

Os procedimentos avaliados nesta seção foram considerados suficientes para a simulação da proposta de aplicação da OntoCompEdu. O SR de OAs baseado em competências escolhido para essa aplicação, o RecOAComp, encontra-se ainda em fase de desenvolvimento por sua equipe de programadores. Planeja-se realizar a sua integração com a ontologia através de uma API adequada, conforme citado na seção 7.4.2.

7.5.2 Análise das Respostas do Segundo Questionário Online

O questionário online preenchido pelos alunos no final da segunda disciplina de pós-graduação ministrada está presente no APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA

AVALIAÇÃO FINAL desta dissertação e é descrito na seção 6.2.5. O seu objetivo principal consistiu na avaliação pelos estudantes da metodologia adaptada, a MetOntoEdu. Conforme descrito na Tabela 5, contém 33 questões divididas em quatro grupos de perguntas, abordando:

- a) o perfil acadêmico dos sujeitos participantes;
- b) o conceito de competências e as dificuldades na vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs;
- c) as ontologias e o seu potencial de apoio à compreensão e vinculação do conceito de competências a atividades de ensino e OAs;
- d) a utilização da metodologia MetOntoEdu para modelagem de ontologias.

Inicialmente serão analisados os resultados referentes às questões de forma individual. O final desta seção é dedicado a comentários gerais a respeito da avaliação do questionário.

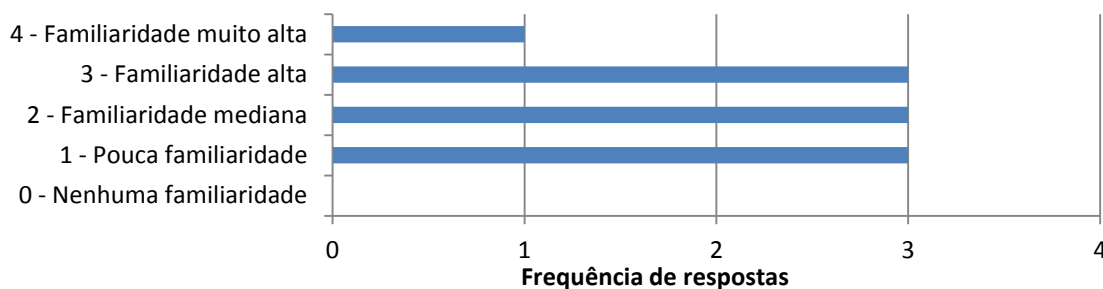
Grupo 1 – Perfil dos Sujeitos

As seis primeiras perguntas do questionário online objetivam descrever o perfil acadêmico dos alunos participantes da segunda disciplina de pós-graduação ministrada. Preencheram-no 10 estudantes, compostos por 2 homens e 8 mulheres. A sua faixa etária variou dos 20 aos 50 anos, predominando participantes entre 31 e 40 anos. O nível de formação indicou a presença de especialistas (60%) e mestres (40%). As suas áreas de formação, com predomínio da pedagogia (30%), variaram desde a administração, economia, biblioteconomia, licenciaturas em letras, química, matemática, até a educação em saúde. Entre as suas áreas de atuação, a mais presente foi a educação básica, com 4 alunos, e o ensino superior, com 3, seguidas do ensino técnico, a atuação em biblioteca, e do uso de tecnologias assistivas com 1 estudante em cada.

Grupo 2 – Conceito e vinculação de competências

O segundo grupo de questões, da 7 a 9, aborda a familiaridade dos estudantes com o conceito de competências e o nível de dificuldade relatado por eles durante a associação do conceito a Objetos de Aprendizagem ao utilizarem o RecOAComp. As respostas da questão 7, apresentadas no Gráfico 9, indicam uma distribuição homogênea entre os alunos sobre a familiaridade dos mesmos com o conceito de competências. Além de não haver respostas para nenhuma familiaridade, o indicador mais elevado é encontrado em um dos resultados.

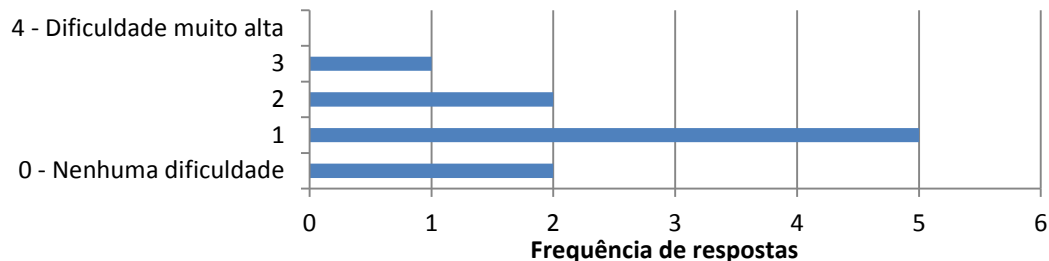
Gráfico 9 – Respostas para a pergunta 7: “Como era a sua familiaridade com o conceito de competências antes de cursar a disciplina?”



Fonte: O autor (2020).

A familiaridade dos alunos com o conceito de competências implica diretamente na tarefa de associação do conceito a atividades de ensino e OAs. A vinculação a OAs no RecOAComp é avaliada através das respostas expostas no Gráfico 10. A concentração maior de resultados (50%) indica baixo grau de dificuldade na tarefa. Apenas um aluno relatou dificuldade elevada enquanto dois apontaram níveis medianos. Essas respostas, porém, precisam ser analisadas em conjunto com os dados apresentados na Tabela 22, uma vez que o uma nova versão do RecOAComp foi testada com os alunos, apresentando falhas durante a sua utilização.

Gráfico 10 – Respostas para a pergunta 8: “Sentiu alguma dificuldade ao vincular competências com os seus respectivos CHAs ao Objeto de Aprendizagem cadastrado no RecOAComp?”



Fonte: O autor (2020).

Tabela 22 – Análise da pergunta 9: “Caso tenha relatado dificuldades na questão anterior, poderia descrever essas dificuldades com mais detalhes? Quais aspectos estão relacionados a elas?”

Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
9	C1 - Dificuldades na vinculação de competências com CHA a OAs	Dificuldade no uso do SR	C1.1	6
		Dificuldades não expressivas	C1.2	2
		Especificação de competências	C1.3	1
		Identificar e diferenciar elementos do CHA	C1.4	1

Fonte: O autor (2020).

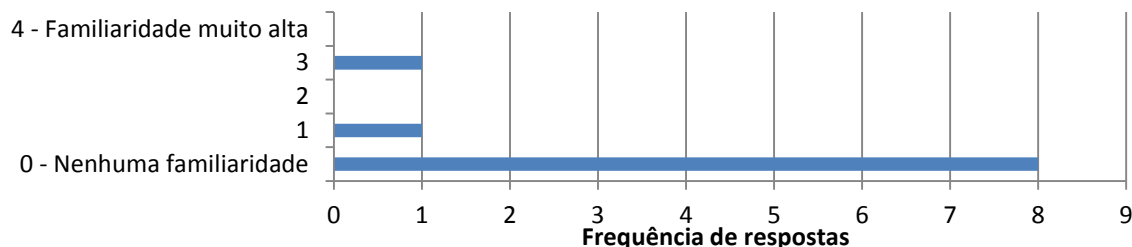
A Tabela 22 expõem os dados obtidos com a análise de conteúdo da pergunta 9, que solicita aos alunos comentários quanto aos níveis de dificuldades indicados na pergunta anterior. Dentre as respostas, a unidade de análise mais presente representa as dificuldades encontradas pelos alunos no uso do RecOAComp. As unidades relacionadas ao conceito de competências em si são identificadas na fala de dois alunos, apenas. Esses dados evidenciam que o fator mais impactante no uso do SR pelos professores nesse semestre foi a instabilidade do sistema, em detrimento dos problemas de entendimento dos conceitos envolvidos.

Grupo 3 - Ontologias na Educação

As questões 10 a 13 são reunidas no terceiro grupo, que aborda a familiaridade dos alunos com o conceito de ontologia e a percepção dos mesmos sobre a sua aplicação nos domínios de competências e Sistemas de Recomendação na educação. Através do Gráfico 11 é possível perceber, conforme já esperado, que 80% dos estudantes não possuíam familiaridade alguma com o conceito. Entretanto, ao preencherem o questionário online ao término da disciplina, relataram em sua

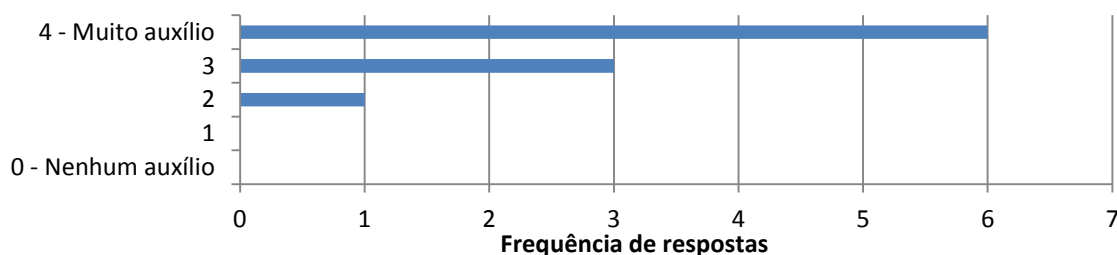
maioria (60%), acreditarem que a utilização de ontologias pode oferecer auxílio a compreensão do conceito de competências na educação, conforme Gráfico 12.

Gráfico 11 – Respostas para a pergunta 10: “Como era a sua familiaridade com o conceito de ontologia antes de cursar a disciplina?”



Fonte: O autor (2020).

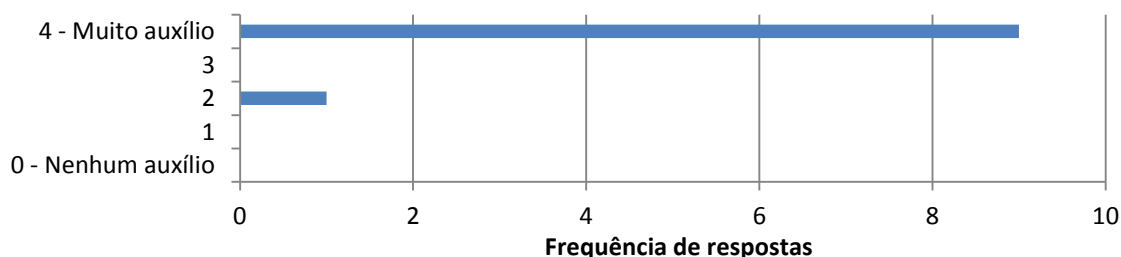
Gráfico 12 – Respostas para a pergunta 11: “Você julga que a utilização de ontologias pode oferecer auxílio a estudantes e profissionais da educação na compreensão do conceito de competências?”



Fonte: O autor (2020).

A percepção dos alunos sobre o apoio da utilização de ontologias em uma aplicação mais específica, como o auxílio a professores na sua vinculação de competências a atividades de ensino e OAs em SRs Educação, apresenta índices ainda mais elevados. No Gráfico 13, 90% dos estudantes indicam entender que as ontologias podem oferecer muito auxílio nessa aplicação.

Gráfico 13 – Respostas para a pergunta 12: “Você julga que a utilização de ontologias pode oferecer auxílio a professores na vinculação de competências a atividades de ensino e Objeto de Aprendizagem em Sistemas de Recomendação na Educação?”



Fonte: O autor (2020).

Os comentários dos alunos detalhando o tipo de auxílio indicado por eles nas questões 11 e 12 são apresentados na Tabela 23. A tabela contém os dados obtidos com a análise de conteúdo das respostas discursivas da pergunta 13. As unidades de análise obtidas são diversas. Representam desde a simples repetição de elementos da pergunta, como na C2.1, C2.4 e C2.5, e aplicações genéricas das ontologias, como na C2.2 e C2.3, até a referência a assuntos tratados em aula, nas unidades C2.6 a C2.8.

Tabela 23 – Análise da pergunta 13: “Caso tenha indicado possibilidades de auxílio nas duas questões anteriores, comente a respeito do seu entendimento sobre como esse auxílio poderia se dar.”

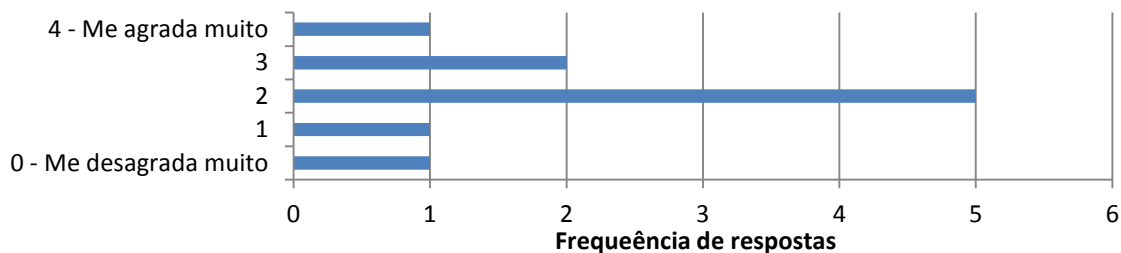
Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
13	C2 - Apoio das ontologias para a compreensão do conceito de competências e a vinculação do conceito a atividades de ensino e OAs	Auxiliar na recomendação de OAs em SRs	C2.1	3
		Descrever, hierarquizar e relacionar conceitos	C2.2	3
		Visualização de conceitos	C2.3	2
		Aumentar qualidade dos SRs	C2.4	1
		Auxiliar professores na vinculação de competências a OAs e atividades de ensino	C2.5	1
		Criação de softwares e aplicativos em apoio a docentes	C2.6	1
		Descrição de perfis de usuários	C2.7	1
		Motivar e despertar o interesse de envolvidos no processo de ensino e aprendizagem	C2.8	1

Fonte: O autor (2020).

Grupo 4 – Avaliação da MetOntoEdu

O quarto e último grupo de perguntas do questionário compreende as questões 14 a 33, relacionadas à MetOntoEdu e o processo de modelagem da ontologia. A primeira pergunta diz respeito à alteração no nome da metodologia adaptada, em referência a comentários de alunos da disciplina do ano anterior quanto à inadequação do nome diretamente traduzido da língua inglesa. A opinião dos estudantes da disciplina ministrada em 2018 sobre o novo nome, MetOntoEdu, é apresentada no Gráfico 14. A alteração do nome foi considerada mediana ou agradável por 70% dos alunos.

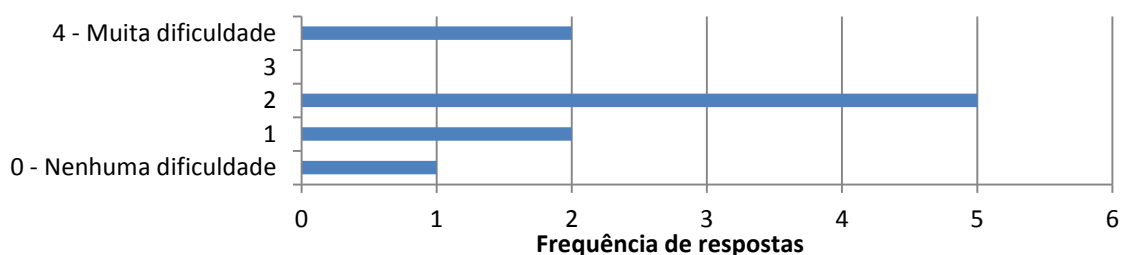
Gráfico 14 – Respostas para a pergunta 14: “O nome "Metodologia 101" faz referência as disciplinas introdutórias do sistema de ensino superior americano. O termo "MetOntoEdu", que significa Metodologia Introdutória para a Modelagem de Ontologias na Educação, lhe agrada como nome da versão adaptada utilizada em aula?”



Fonte: O autor (2020).

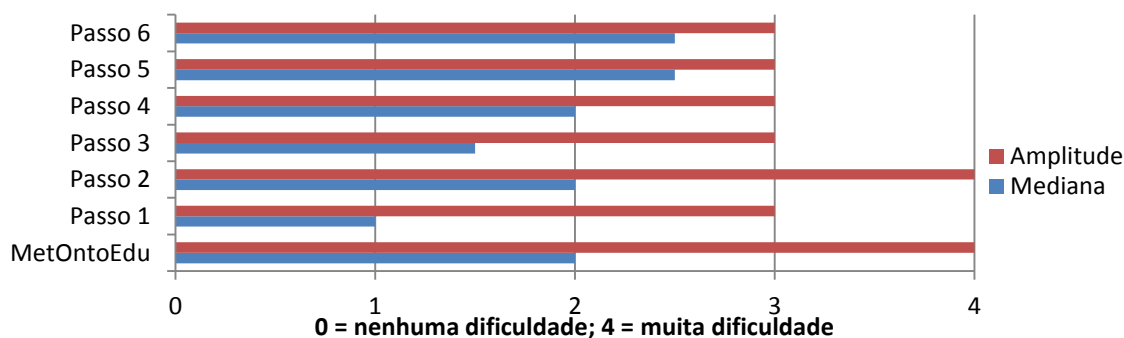
Quanto aos níveis de dificuldade experienciados pelos alunos durante a utilização da metodologia, expostos no Gráfico 15, metade selecionou o nível médio. Enquanto que três alunos indicaram níveis baixos ou nulos, apenas dois selecionaram o grau máximo de dificuldade. Esses dados são explorados através do Gráfico 16, que agrupa a mediana das respostas do Gráfico 15 e das perguntas sobre os 6 passos individualmente. O valor da amplitude de cada uma dessas respostas é apresentado conjuntamente de forma a ilustrar a variabilidade das opções selecionadas.

Gráfico 15 – Respostas para a pergunta 15: “Você sentiu alguma dificuldade na utilização da metodologia para a modelagem da ontologia em seu grupo?”



Fonte: O autor (2020).

Gráfico 16 – Amplitude e mediana das respostas das perguntas 15, 16, 18, 20, 22, 24 e 26, quanto às dificuldades encontradas na utilização da metodologia e dos seus passos

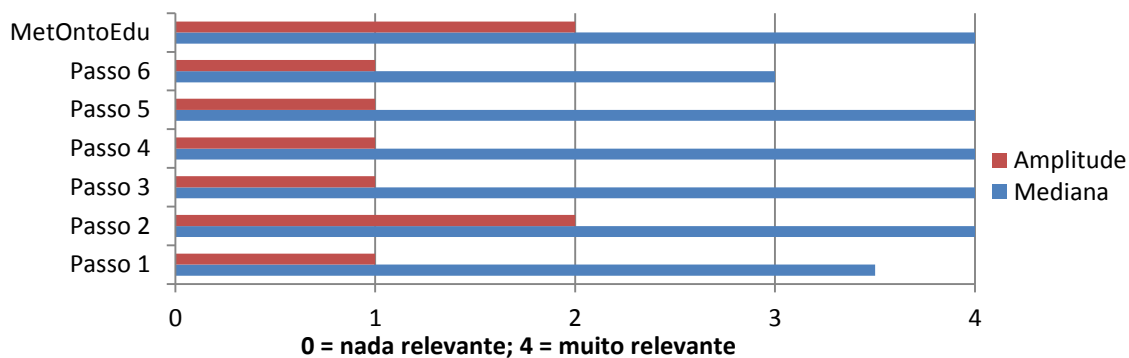


Fonte: O autor (2020).

Com os dados do Gráfico 16 é possível perceber as diferentes impressões causadas nos alunos por cada passo da metodologia. Além disso, as opiniões são diversas, com amplitudes indicando 4 e 5 diferentes seleções para cada pergunta. Os níveis registrados vão desde a dificuldade baixa para o passo 1 até um valor intermediário entre média e elevada para os passos 5 e 6.

As impressões dos alunos sobre a utilidade da metodologia e a relevância de cada um dos seus passos, entretanto, são mais homogêneas que as suas análises quanto aos níveis de dificuldade. O Gráfico 17 demonstra que os estudantes consideram muito elevadas a utilidade da metodologia e a relevância de cada um dos seus passos, com essas repostas variando entre 2 ou 3 níveis de seleção apenas. Os passos 1 e 6 apresentam mediana um pouco reduzida que a dos demais, mas ainda entre valores superiores e muito elevados.

Gráfico 17 – Amplitude e mediana das respostas das perguntas 17, 19, 21, 23, 25, 27 e 29, quanto à relevância da metodologia e dos seus passos para a modelagem de uma ontologia



Fonte: O autor (2020).

As dificuldades experienciadas pelos estudantes, discutidas em conjunto com o Gráfico 15 e o Gráfico 16, são agora exploradas a partir da Tabela 24. A tabela contém dados provenientes da análise de conteúdo das respostas da questão 30, que solicita aos alunos a descrição dos pontos negativos considerado na metodologia. Em 60% das respostas os alunos não foram capazes de identificar pontos negativos, de acordo com a unidade de análise C3.1. Em 20% delas o passo 5 foi considerado muito complexo, na unidade C3.2, que é complementada pela C3.3, relacionada a uma mudança brusca do passo 4 para o 5. A complexidade do passo 6 e a falta de padronização dos termos também se fizeram presentes em uma resposta cada.

Tabela 24 – Análise da pergunta 30: “Quais os pontos negativos que você considera na metodologia utilizada?”

Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
30	C3 - Pontos negativos da metodologia 101	Sem identificação de pontos negativos	C3.1	6
		Complexidade do passo 5	C3.2	2
		Mudança brusca entre os passos 4 e 5	C3.3	1
		Complexidade do passo 6	C3.4	1
		Falta de padronização de termos	C3.5	1

Fonte: O autor (2020).

Os pontos positivos da metodologia, entretanto, foram mais facilmente relatados pelos alunos, mas ainda assim com opiniões heterogêneas. As unidades de análise mais frequentes nas respostas ressaltam que a metodologia facilita o processo de modelagem (C4.1) e a sua organização (C4.2). Em duas respostas é valorizada a sua simplicidade (C4.3), enquanto que características como clareza, objetividade, adaptabilidade e potencial de auxílio na aprendizagem do processo de modelagem ocorrem em uma resposta cada. Apenas um estudante não foi capaz de definir a sua resposta.

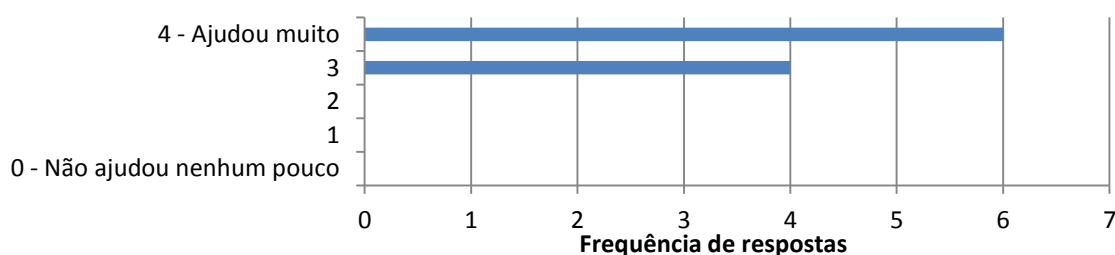
Tabela 25 – Análise da pergunta 31: “Quais os pontos positivos que você considera na metodologia utilizada?”

Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
31	C4 - Pontos positivos da metodologia	Passos facilitam a modelagem	C4.1	3
		Organização	C4.2	3
		Simplicidade	C4.3	2
		Auxilio na aprendizagem do processo de modelagem	C4.4	1
		clareza	C4.5	1
		objetividade	C4.6	1
		Resposta indefinida	C4.7	1
		Adaptabilidade	C4.8	1

Fonte: O autor (2020).

As próximas duas perguntas, a 32 e a 33, tratam do processo de modelagem de ontologias no auxílio à compreensão de conceitos e da sua decorrente utilidade como prática pedagógica. No Gráfico 18 são apresentadas as respostas dos alunos para a pergunta 32, que questiona se participar da modelagem os ajudou a compreender melhor os conceitos abordados em sua ontologia. A maior parte dos estudantes (60%) selecionou o nível máximo de auxílio, enquanto que os restantes (40%) indicaram auxílio em nível superior.

Gráfico 18 – Respostas para a pergunta 32: “Você considera que participar da modelagem da ontologia lhe ajudou a compreender melhor os conceitos abordados por seu grupo?”



Fonte: O autor (2020).

Após a pergunta sobre a utilização do processo de modelagem no auxílio à compreensão dos conceitos a serem representados, o último questionamento visa estender a análise desse benefício a aplicações em geral. A pergunta 33 verifica se os estudantes consideram que o processo de modelagem pode ser utilizado como prática pedagógica, apoiando a compreensão dos conceitos a serem modelados na ontologia. A análise do conteúdo dessas respostas, apresentada na Tabela 26, indica que a maioria dos alunos considera que a modelagem pode ser utilizada como prática pedagógica (unidade C5.1, presente em 80% das respostas).

Tabela 26 – Análise da pergunta 33: “Você considera que o processo de modelagem de ontologias pode ser utilizado como prática pedagógica, apoiando a compreensão dos conceitos a serem representados na ontologia? Por quê?”

Perg.	Categoria	Unidade de Análise	Cód.	Freq.
33	C5 - Modelagem de ontologias como prática pedagógica	Sim	C5.1	8
		análise de conceitos	C5.2	4
		apresentação de conceitos	C5.3	2
		atividade prática	C5.4	2
		dúvida/não	C5.5	2
		mais útil a pesquisadores e desenvolvedores de software	C5.6	2
		instrumento de apoio ao professor	C5.7	1
		pouco tempo dedicado à metodologia na disciplina	C5.8	1
		proporciona envolvimento	C5.9	1

Fonte: O autor (2020).

Os principais motivos relatados pelos alunos que sustentam essas opiniões são:

- a) a necessidade da análise dos conceitos a serem representados no processo de modelagem (C5.2, com 40% de frequência);
- b) a possibilidade de apresentação dos conceitos na modelagem e a sua característica de prática dessa atividade (C5.3 e C5.4, ambas com 20% de frequência);
- c) o potencial para proporcionar envolvimento dos alunos com os conceitos e de servir de instrumento de apoio ao professor (C5.7 e C5.9, presentes em uma resposta cada).

Um dos estudantes que concordou com essa possibilidade de utilização ressaltou que o tempo dedicado a metodologia foi muito curto para alunos sem nenhuma experiência com os temas tratados. Os dois estudantes que relataram dúvidas, não estando convencidos dessa finalidade do processo de modelagem de ontologias (C5.5), sugeriram que a atividade seria mais útil a pesquisadores e desenvolvedores de software (C5.6).

Por fim, cabe salientar que os resultados discutidos nesta seção são provenientes de uma turma de alunos de pós-graduação, com titulações de especialistas e mestres, atuando majoritariamente na docência. Comparações relevantes podem ser realizadas com o perfil dos alunos da disciplina de 2017, cujos dados foram analisados na seção 7.3.2. Em 2018 houve predomínio da titulação de

especialista, ao invés de mestre, da área da pedagogia, ao invés dos da informática, que não se fizeram presentes, e da atuação no ensino básico, ao invés do ensino superior. O número de alunos concluintes também se diferenciou, passando de 26 para 10 estudantes, com 13 matriculados. Essas características se mostram interessantes para a análise da metodologia adaptada, a MetOntoEdu (Metodologia introdutória para a modelagem de Ontologias na Educação), dado o seu público alvo: profissionais da área da educação.

A predominância de alunos com formação inicial na área da educação pode estar relacionada com os índices superiores de familiaridade inicial com o conceito de competências identificados nesta disciplina. Entretanto, a comparação desses resultados com os relatos de dificuldades encontradas pelos estudantes na vinculação do conceito a atividades de ensino e Objetos de Aprendizagem foram prejudicados por problemas enfrentados com a utilização do RecOAComp. Enquanto que 60% das respostas relacionadas a essas dificuldades apontaram problemas enfrentados com o SR, apenas 20% trataram da dificuldade com a solicitação de vinculação de competências em si.

Já sobre a familiaridade com o conceito de ontologias, os resultados foram similares aos encontrados na disciplina anterior, uma vez que o conceito é pouco abordado mesmo em cursos de graduação da área da informática. Na edição de 2018, porém, decidiu-se estender a quantidade de aulas dedicadas às ontologias, de 3 para 6, todas presenciais. Essa mudança permitiu discussões mais aprofundadas sobre o conceito e maior acompanhamento dos alunos durante o processo de modelagem das suas ontologias. Durante a análise dos dados obtidos nessa disciplina identificou-se que os estudantes associaram às ontologias maior potencial de utilização na educação. Consideraram que elas podem oferecer um nível superior de apoio à compreensão do conceito de competências e à vinculação do mesmo a atividades de ensino e OAs em SRs na educação, em comparação com os resultados do ano anterior.

Quanto à análise da MetOntoEdu, os alunos em sua maioria consideraram o nome atribuído a metodologia adaptada mediano ou agradável, resultado satisfatório nesta dissertação. A análise dos níveis de dificuldade em relação à utilização da metodologia adaptada indicaram valores mais baixos em todos os seus passos. Apesar de 60% dos alunos não terem identificado nenhuma dificuldade

específica, os que o fizeram argumentaram que houve uma transição muito brusca entre os passos 4 e 5 e ressaltaram a complexidade dos 2 últimos. Essa transição brusca pode ser fruto da condensação dos anteriores 5 e 6 no novo passo 5. Além disso, uma das respostas acusou uma falta de padronização dos termos utilizados, justamente um dos focos das modificações realizadas com a adaptação da metodologia. Embora esses fatores tenham estado presentes em uma resposta apenas cada, consistem em pontos a serem considerados em aprimoramentos futuros da MetOntoEdu.

Nessa edição da disciplina todos os passos da metodologia foram considerados relevantes em níveis elevados, com respostas homogêneas, com baixo valor de amplitude. Qualidades como clareza, objetividade, organização, simplicidade e adaptabilidade foram destacados por mais de um aluno como pontos positivos da MetOntoEdu. Essas opiniões atestam as contribuições das adaptações realizadas em relação a simples tradução dos termos da metodologia utilizada no ano de 2017. Ressalta-se que em 2018 um dos cuidados tomados foi a padronização de termos como *propriedades*, de forma a possuírem o mesmo sentido do empregado no software utilizado para a modelagem de ontologias, o *Protégé*.

Ainda sobre os seus pontos positivos, um dos estudantes considerou a MetOntoEdu como útil no apoio a aprendizagem do processo de modelagem de ontologias. A última categoria da análise de conteúdo realizada se aproxima desse relato ao tratar do processo de modelagem como prática pedagógica. Primeiramente, os alunos foram questionados se a sua participação na modelagem os auxiliou na compreensão dos conceitos representados na ontologia. As respostas indicaram níveis elevados e muito elevados de auxílio.

Quando solicitados a comentarem sobre a possibilidade de uso da modelagem como prática pedagógica para o apoio a compreensão dos conceitos a serem representados, 80% dos estudantes a consideraram válida. Essa posição foi sustentada por argumentos que defendiam que o processo de modelagem auxiliaria na análise e representação de conceitos e como uma atividade prática que proporcionaria envolvimento dos alunos com o assunto tratado. Também foi defendido que o processo seria útil como instrumento de apoio aos professores. Entretanto, um aluno comentou que acredita nesse potencial, mas que o tempo dedicado à tarefa em aula não foi suficiente e que essa organização poderia ser

revista. Os dois estudantes que discordam do potencial da modelagem para esse fim afirmaram estarem em dúvida a respeito e acreditarem que a utilidade desse processo se restringiria a pesquisadores e desenvolvedores de software.

Os resultados relacionados à utilização do processo de modelagem de ontologias como prática pedagógica apresentados nesta seção estão em sintonia com estudos discutidos na seção 3.3.1. Gavrilova e Leshcheva (2015) concluem que a experiência de modelar coletivamente uma ontologia proporciona aos seus participantes a construção de uma compreensão melhor do domínio representado. Já Chuprina, Alexandrov e Alexandrov (2016) abordam erros comuns de estudantes em processos de modelagem de ontologias e buscam apoiá-los na construção de competências necessárias à ciência de dados.

Conclui-se que as adaptações implementadas na MetOntoEdu foram satisfatórias. A metodologia adaptada recebeu melhores avaliações pelos alunos que a sua versão anterior em todos os aspectos abordados pelo questionário online. Os dados obtidos na disciplina de 2018 também lançam luz ao potencial da proposta de utilização do processo de modelagem de ontologias como prática pedagógica. Tal proposta havia sido sugerida pela literatura acadêmica discutida na seção 3.3.1 e vislumbrada no acompanhamento das atividades dos alunos executadas durante as duas disciplinas ministradas aos cursos de pós-graduação. A sua utilização em apoio a compreensão dos conceitos representados deve ser melhor estudada em trabalhos futuros.

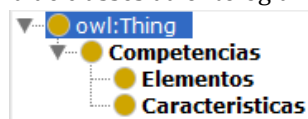
7.5.3 Comparação com as Ontologias Modeladas na Segunda Disciplina

O último procedimento de análise desta dissertação consiste na avaliação dos trabalhos de modelagem desenvolvidos pelos alunos da disciplina de 2018 e da comparação desses com a OntoCompEdu. A quantidade reduzida de matriculados nessa edição, inicialmente 13, resultou na formação de 3 grupos com 3 e 4 integrantes cada. A seguir os resultados de cada grupo serão analisados individualmente. Em sintonia com a seção 7.3.3, os aspectos avaliados foram o domínio, a aplicação e a hierarquia de classes de cada ontologia.

Grupo de alunos 1

O grupo um decidiu representar o domínio das competências na educação, definindo elementos e características. A aplicação proposta foi o compartilhamento do conceito de competências, definindo-o através de características e elementos, e a recomendação de OAs a professores com base em competências. A hierarquia de classes da ontologia é demonstrada na Figura 82.

Figura 82 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 1



Fonte: O autor (2020).

Grupo de alunos 2

O domínio escolhido pelo segundo grupo foi a formação de professores, composta por dois outros subdomínios: as competências na educação e os Materiais Educacionais Digitais (MEDs). A proposta de aplicação formulada pelos alunos consiste em identificar competências e apoiar professores em sua construção a partir da utilização de MEDs. A Figura 83 apresenta a hierarquia de classes definida para essa ontologia.

Figura 83 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 2



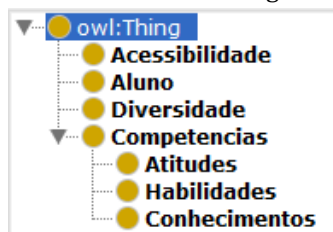
Fonte: O autor (2020).

Grupo de alunos 3

O terceiro grupo definiu para a modelagem o domínio de competências na educação. A sua ontologia representa também recursos de acessibilidade e características de diversidade. Como aplicação foi definida a representação do

conceito de competências com base no CHA e a recomendação de recursos de acessibilidade com base nos elementos de diversidade de alunos. A hierarquia de classes para essa proposta é apresentada na Figura 84.

Figura 84 – Hierarquia de classes da ontologia modelada pelo grupo 3



Fonte: O autor (2020).

Análise geral das propostas de ontologias dos grupos

Na edição de 2018 da disciplina ministrada o exemplo prático apresentado em aula para a modelagem de ontologias consistiu na representação de conceitos e utilização dos mesmos para a recomendação dados elementos a usuários. Os posteriores trabalhos desenvolvidos pelos alunos apresentaram essa característica em 2 dos 3 grupos analisados. Em comparação com os trabalhos da primeira edição da disciplina, os seis grupos haviam focado a sua proposta na representação de elementos do conceito de competências, apenas.

Com a modelagem da OntoCompEdu buscou-se representar uma estrutura que contemplasse competências específicas pertencentes a competências gerais, que por sua vez fariam parte de algum domínio. As competências específicas foram descritas através dos seus elementos do CHA. Além disso, em seu aprimoramento, foi proposta a adição de palavras-chave, com o fim de possibilitar a sua associação direta de competências específicas a outros elementos, como OAs e atividades de ensino, por exemplo. Apenas um dos grupos descreveu as competências utilizando classes que representassem os elementos do CHA. Suas propostas, adequadas à atividade proposta em aula, não forneceram inspirações relevantes para novos aprimoramentos na ontologia modelada nesta dissertação.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente e excessiva quantidade de informações atualmente disponível reforça a relevância de tecnologias digitais para personalização do ensino, tais como os Sistemas de Recomendação. Entre os recursos mais comumente recomendados por esses sistemas encontram-se os Objetos de Aprendizagem. Os OAs se associam às finalidades educacionais nos SRs através de diferentes estratégias, destacando-se entre elas a utilização do conceito de competências. Entretanto, professores e profissionais atuantes na educação relatam dificuldades na vinculação do conceito a uma dada atividade de ensino ou OA.

Em apoio às tecnologias de personalização do ensino como os SRs cresce também a utilização de ontologias como modelos de estruturação e representação de conhecimento. Tais modelos apresentam potencial para, por exemplo, auxiliar professores e demais usuários de SRs na vinculação de competências a OAs e atividades de ensino.

A aplicação de ontologias não se restringe ao compartilhamento de informações entre sistemas digitais. São propostas de forma a suprir, inclusive, necessidades de comunicação entre grupos diversos, de estudantes a especialistas. Contudo, a sua modelagem é uma tarefa complexa, exigindo conhecimento especializado sobre o seu desenvolvimento e conceitos a serem representados. Buscando sistematizar e clarificar esse processo, diferentes metodologias para a modelagem são descritas na literatura acadêmica.

Esta pesquisa estudou a utilização de ontologias para a modelagem de conhecimento em aplicações educacionais. Com foco nas tecnologias digitais, objetivou-se investigar as contribuições desses modelos em Sistemas de Recomendação na educação. Foram assim estabelecidos três objetivos específicos aqui retomados:

- a) analisar, selecionar e adaptar uma metodologia para a modelagem de ontologias de domínio na educação, disponibilizando-a para profissionais e pesquisadores da área;
- b) modelar uma ontologia de domínio de competências e disponibilizá-la a profissionais da educação e demais envolvidos com aplicações educacionais do conceito;
- c) propor e simular a aplicação da ontologia modelada em um SR de OAs baseado em competências para a recomendação de competências a serem vinculadas a atividades de ensino e OAs.

Os três objetivos específicos foram alcançados através do cumprimento de cinco etapas de pesquisa. Essa trajetória iniciou-se com a revisão da literatura acadêmica compreendendo os temas das ontologias, suas metodologias de modelagem e os SRs, com ênfase em pesquisas no contexto educacional.

Os resultados obtidos com essa primeira etapa forneceram o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento das quatro seguintes. Na etapa 2, foi realizada a análise e a seleção da metodologia apropriada para a modelagem da ontologia de domínio para competências na educação, intitulada Metodologia 101. A sua utilização permitiu a criação da primeira versão da ontologia, proposta para o apoio a professores e alunos através da representação visual dos conceitos relacionados às competências e os seus CHAs.

Esses dois resultados foram avaliados na etapa três, que contou com a utilização de softwares apropriados e atividades com alunos em uma disciplina oferecida aos programas de Pós-graduação em Educação e Informática na Educação. Os alunos, organizados em grupos, utilizaram a metodologia para a modelagem de ontologias para o domínio de competências digitais, discutidas durante as aulas ministradas. Dessa experiência, os estudantes forneceram análises de pontos positivos e negativos quanto à utilização da Metodologia 101. Além disso, descreveram as dificuldades encontradas no processo de vinculação de competências a OAs e a atividades de ensino no SR utilizado, o RecOAComp, em sintonia com as informações obtidas na literatura acadêmica.

As avaliações realizadas na terceira etapa conduziram as adaptações descritas na etapa seguinte. Os passos que compõem a metodologia foram

reduzidos, a tradução dos seus termos foi adaptada e um novo nome foi proposto: MetOntoEdu, Metodologia introdutória para a modelagem de Ontologias na Educação. A segunda versão da ontologia modelada recebeu o acréscimo de palavras-chave a serem associadas a cada competência específica. Dessa forma, tornou-se possível a recomendação de competências a serem vinculadas a OAs ou atividades de ensino com base em palavras-chaves presentes em ambos. Recebeu ainda o seguinte nome: OntoCompEdu – Ontologia de Domínio para Competências na Educação. A sua proposta de aplicação no RecOAComp consistiu na sua utilização para a recomendação de competências às tarefas de vinculação, além da representação visual dos elementos relacionados às competências e os seus CHAs.

Na quinta e última etapa ocorreram as avaliações finais da ontologia e da metodologia de modelagem adaptada. A análise da OntoCompEdu e da simulação em software da sua proposta de aplicação proporcionou a validação das funcionalidades ontologia nesta dissertação.

A segunda edição da disciplina, ofertada em 2018 aos cursos de pós-graduação, contou com uma quantidade de alunos reduzida e de aulas sobre ontologias estendida. As opiniões dos estudantes relacionadas às modificações nos passos, termos e nome da metodologia adaptada, a MetOntoEdu, foram consideradas positivas. Os níveis de dificuldades enfrentadas na utilização da metodologia relatados pelos estudantes nessa disciplina foram inferiores aos da primeira edição. Esses alunos indicaram valores superiores e mais homogêneos de relevância da metodologia e de cada um dos seus passos na modelagem de ontologias quando comparados com os resultados da turma anterior.

Nos dois semestres, em 2017 e 2018, mesmo entre os alunos graduados em áreas da informática, foi identificada pouca ou nenhuma familiaridade com o conceito de ontologias. Entretanto, ao final das duas disciplinas, a maioria dos alunos avaliou esse tipo de modelo de representação de conhecimento como útil no contexto educacional, com aplicações diversas.

Em sintonia com a literatura acadêmica, percebeu-se durante as atividades realizadas com a primeira turma que o processo de modelagem de ontologias em si poderia apoiar os alunos na compreensão dos conceitos representados em suas ontologias. Os estudantes da segunda disciplina, sendo questionados a esse respeito, confirmaram essa suspeita, alegando que seguir os passos da MetOntoEdu e realizar

as discussões necessárias os auxiliou a compreender melhor os temas adotados. Quando indagados sobre a possibilidade de utilização da modelagem de ontologias como prática pedagógica no ensino, em apoio à compreensão de conceitos em geral, em sua maioria afirmaram acreditar nesse potencial dessa estratégia.

Conclui-se que a investigação realizada nesta dissertação proporcionou a apresentação de um panorama atual da relevância das ontologias como modelos de representação de conhecimento na educação, em especial na área das tecnologias digitais. O desenvolvimento das 5 etapas desta pesquisa permitiu o alcance do seu objetivo proposto a partir de 4 contribuições:

- a) a apresentação de um mapeamento da literatura acadêmica abordando a utilização de ontologias em SRs na educação;
- b) a modelagem e a validação em software de uma ontologia de domínio para competências na educação, a OntoCompEdu;
- c) a proposta e a simulação em software da aplicação da OntoCompEdu em um SR de OAs específico;
- d) a adaptação de uma metodologia de modelagem de ontologias, a MetOntoEdu, utilizada nesta dissertação e avaliada por alunos e profissionais do contexto educacional em diferentes propostas.

A OntoCompEdu, proposta para ser utilizada em SRs, não possui aplicação restrita aos recomendadores. Trabalhos futuros poderão analisar a utilização e o apoio da ontologia a diferentes sistemas e aplicações educacionais que dependam do conceito de competências. A sua integração com o RecOAComp encontra-se em desenvolvimento e deverá ser descrita em artigos acadêmicos a serem publicados em revistas ou congressos. A OntoCompEdu será disponibilizada no site do NUTED⁴⁴ em formato adequado após a aprovação desta dissertação.

A MetOntoEdu não foi apenas utilizada para a modelagem da OntoCompEdu, como também avaliada por alunos de pós-graduação, profissionais do contexto educacional, em suas diferentes propostas. A disponibilização da metodologia à comunidade acadêmica se dará através da publicação de artigos científicos em

⁴⁴ Disponível em <http://www.nuted.ufrgs.br/>. Acesso em 01/07/2018.

revistas ou congressos adequados. Além disso, a sua descrição integrará um Objeto de Aprendizagem em desenvolvimento no NUTED, que trata da utilização de ontologias em SRs na educação, projeto contemplado pelo edital EaD 25/2018 da Secretaria de Educação a Distância (SEAD)⁴⁵ da UFRGS.

Trabalhos futuros podem ainda explorar a MetOntoEdu sob dois aspectos: na validação da metodologia através da sua utilização em diferentes domínios e aplicações na educação; na proposta de utilização do processo de modelagem de ontologias como prática pedagógica. Essa proposta é discutida na literatura acadêmica apresentada e consiste em mais um campo de estudos apoiado pelos resultados obtidos nesta dissertação.

⁴⁵ Disponível em <http://www.ufrgs.br/sead/documentos/projetos-contemplados-edital-ufrgs-ead-25>. Acesso em 01/07/2018.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ABED. **Censo EAD Brasil 2015**. São Paulo – SP: [s.n.]. Disponível em: <http://abed.org.br/arquivos/Censo_EAD_2015_POR.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- AGGARWAL, C. C. **Recommender Systems**. Cham: Springer International Publishing, 2016.
- AL-YAHYA, M.; GEORGE, R.; ALFARIES, A. Ontologies in E-Learning: Review of the literature. **International Journal of Software Engineering and its Applications**, v. 9, n. 2, p. 67–84, 2015.
- ASHBURNER, M. et al. Gene Ontology: tool for the unification of biology. **Nature Genetics**, v. 25, n. 1, p. 25–29, maio 2000.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BEHAR, P. A. et al. **Competências em Educação a Distância**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.
- BEHAR, P. A. et al. **Development and System Assessment of Learning Object Recommendation based on Competency - RecOAComp**. (A. Fred et al., Eds.) Proceedings of the 7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management. **Anais**. Lisboa, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2015 Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84960955930&partnerID=40&md5=13bd389b29814ec357544e9d692dbf59>>
- BEHAR, P. A.; TORREZZAN, C. A. W.; SIMON, A. Planeta ROODA 2.0: um olhar no desenvolvimento tecnológico do ambiente virtual social de aprendizagem. **RENOTE**, v. 7, n. 3, p. 233–243, 2009.
- BELIZÁRIO JÚNIOR, C. F.; DORÇA, F. A. **Uma Abordagem para a Recomendação Inteligente de Conteúdo Web na Criação de Materiais e Objetos de Aprendizagem**. XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. **Anais**. 2016
- BENNETT, M. The financial industry business ontology: Best practice for big data. **Journal of Banking Regulation**, v. 14, n. 3–4, p. 255–268, 30 jul. 2013.
- BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web. **Scientific American**, v. 284, n. 5, p. 34–43, maio 2001.
- BOUAUD, J. et al. **Acquisition and structuring of an ontology within conceptual graphs**. Workshop on Knowledge Acquisition using Conceptual Graph Theory, , University of Maryland, College Park. **Anais**. 1994.
- BOURAS, A.; ZAINAL, A. **Education Ontology Modeling for Competency Gap**

Analysis. International Conference on Computational Science and Computational Intelligence. **Anais.** Las Vegas, USA: 2016Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01483305/>>. Acesso em: 6 maio. 2017

BRASIL. **Decreto Nº 9.057, de 25 de Maio de 2017.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9057.htm#art24>. Acesso em: 16 jul. 2017.

BREITMAN, K. K.; CASANOVA, M. A.; TRUSZKOWSKI, W. Ontology in Computer Science. In: **Semantic Web: Concepts, Technologies and Applications.** London: Springer London, 2007a. p. 17–34.

BREITMAN, K. K.; CASANOVA, M. A.; TRUSZKOWSKI, W. **Semantic Web: Concepts, Technologies and Applications: Concepts, Technologies and Applications.** London: Springer London, 2007b.

BREMARTNER, V.; NETTO, J. F.; MENEZES, C. DE. **Explorando Arquiteturas Pedagógicas Recomendadas por meio de Agentes e Ontologia de Modelo do Aluno em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.** Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). **Anais...**26 out. 2015. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5440>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

CAMPOS, S.; GOMES, C.; LINO, N. **Um Estudo sobre a Contribuição de Ontologias para a Educação suportada por Tecnologias da Informação no Domínio da Saúde.** Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). **Anais.** 7 nov. 2016. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6783>>. Acesso em: 22 maio 2017.

CARVALHO, V. et al. **Uma Ontologia para Apoio à Recomendação Automática e Personalizada de Conteúdo Considerando Estilos de Aprendizagem de Estudantes em Sistemas Adaptativos para Educação.** (A. Raabe, F. Dorça, Eds.)Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). **Anais.** Uberlândia: Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), out. 2016. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6803>>

CAZELLA, S. C. et al. **Recomendação de Objetos de Aprendizagem Empregando Filtragem Colaborativa e Competências.** Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Anais.** 2009. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1158>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

CAZELLA, S. C. et al. Developing a Learning Objects Recommender System Based on Competences to Education: Experience Report. In: ROCHA, Á. et al. (Eds.). **New Perspectives in Information Systems and Technologies, Volume 2. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 276.** [s.l.] Springer, Cham, 2014. p. 217–226.

CAZELLA, S. C.; REATEGUI, E. B.; BEHAR, P. Recommendation of Learning Objects Applying Collaborative Filtering and Competencies. In: REYNOLDS, N.; TURCSÁNYI-

SZABÓ, M. (Eds.). . **Key Competencies in the Knowledge Society**. [s.l.] Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 35–43.

CHUPRINA, S.; ALEXANDROV, V.; ALEXANDROV, N. Using ontology engineering methods to improve computer science and data science skills. **Procedia Computer Science**, v. 80, p. 1780–1790, 2016.

CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A. Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? **Data & Knowledge Engineering**, v. 46, n. 1, p. 41–64, jul. 2003.

DESSIMOZ, C.; ŠKUNCA, N. **The Gene Ontology Handbook**. New York, NY: Springer New York, 2017. v. 1446.

DICHEVA, D. et al. **Ontological Web Portal for Educational Ontologies**. (Lora Aroyo, Darina Dicheva, Eds.)SW-EL'05: Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning - 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'05). **Anais...**Amsterdam, The Netherlands: 2005. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/7da9/d4db64418d9b5340b6b4084c238ed8972997.pdf#page=27>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

DOLOG, P.; NEJDL, W. Semantic Web Technologies for the Adaptive Web. In: BRUSILOVSKY, P.; KOBSA, A.; NEJDL, W. (Eds.). **The Adaptive Web**. [s.l.] Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. p. 697–719.

DRACHSLER, H. et al. Panorama of Recommender Systems to Support Learning. In: RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. (Eds.). **Recommender Systems Handbook**. 2. ed. Boston, MA: Springer US, 2015. p. 421–451.

DUTRA, Í. M. **Mapas conceituais no acompanhamento dos processos de conceitualização**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2006.

DUVAL, E.; SHARPLES, M.; SUTHERLAND, R. (EDS.). **Technology Enhanced Learning**. Cham: Springer International Publishing, 2017. v. 2.

EICHLER, M.; SILVA, S. M.; DEL PINO, J. C. **Algumas relações entre a ciência da informação e o ensino superior de química**. (M. A. Moreira, Ileana Maria Greca, S. C. da Costa, Eds.)III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Anais...**Atibaia São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2001. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/iiienpec/Atas_em_html/o16.htm>. Acesso em: 29 maio 2017.

FALBO, R. DE A.; GUIZZARDI, G.; DUARTE, K. C. **An ontological approach to domain engineering**. Proceedings of the 14th international conference on Software engineering and knowledge engineering - SEKE '02. **Anais...**New York, New York, USA: ACM Press, 2002. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=568760.568822>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

FARQUHAR, A. et al. Collaborative Ontology Construction for Information

Integration. 1995.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. **Methontology: From ontological art towards ontological engineering**. Spring Symposium on Ontological Engineering (AAAI). **Anais**.1997.

FERRARIO, R.; GRÜNINGER, M. Applied Ontology: A foreword by the new Editors-in-Chief. **Applied Ontology**, v. 12, p. 1–4, 2017.

FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. . **Estratégias empresariais e formação de competências**. São Paulo: Atlas, 2000.

FOCKING, G. P.; VIEIRA, M. F.; ROCHA NETO, J. S. Metodologia para Recomendação de Modelos de Módulos de Aprendizagem Contextualizados por Ontologias do Domínio. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 1, p. 74–90, 30 jun. 2016.

GANGEMI, A.; STEVE, G.; GIACOMELLI, F. **ONIONS: An ontological methodology for taxonomic knowledge integration**. Workshop on Ontological Engineering, ECAI-96. **Anais**...Budapest: 1996.

GAUDET, P. et al. Primer on the Gene Ontology. In: [s.l: s.n.]. p. 25–37.

GAVRILOVA, T. A.; LESHCHEVA, I. A. Ontology design and individual cognitive peculiarities: A pilot study. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 8, p. 3883–3892, 2015.

GOLDBERG, D. et al. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. **Communications of the ACM**, v. 35, n. 12, p. 61–70, 1992.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

GRUBER, T. Ontology. In: LIU, L.; ÖZSU, M. T. (Eds.). **Encyclopedia of Database Systems**. 1. ed. Boston, MA: Springer US, 2009. p. 1963–1965.

GRUBER, T. R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. **Knowledge Acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199–220, jun. 1993.

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

GUARINO, N. **Formal Ontology and Information Systems**. Proceedings of FOIS'98. **Anais**. Trento, Italy: IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, 1998. Disponível em: <<http://www.loa.istc.cnr.it/old/Papers/FOIS98.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2017.

GUARINO, N.; MUSEN, M. Applied ontology: The next decade begins. **Applied Ontology**, v. 10, n. 1, p. 1–4, 20 maio 2015.

GUARINO, N.; MUSEN, M. A. Applied Ontology: Focusing on content. **Applied Ontology**, v. 1, p. 1–5, 2005.

HASTINGS, J. Primer on Ontologies. In: **The Gene Ontology Handbook, Methods in**

Molecular Biology. [s.l.: s.n.]. v. 1446p. 3–13.

HAYES, P. et al. **Collaborative knowledge capture in ontologies.** Proceedings of the 3rd international conference on Knowledge capture - K-CAP '05. **Anais...**New York, New York, USA: ACM Press, 2005. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1088622.1088641>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

IQBAL, R. et al. An analysis of ontology engineering methodologies: A literature review. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v. 6, n. 16, p. 2993–3000, 2013.

KBSI. **The IDEF5 ontology description capture method overview.** Texas.

KRIGLSTEIN, S. **OWL Ontology Visualization: Graphical Representations of Properties on the Instance Level.** 2010 14th International Conference Information Visualisation. **Anais...IEEE**, jul. 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5571346/>>. Acesso em: 21 maio 2017.

LENAT, D. B.; GUHA, R. V. **Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the CYC Project.** Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1990.

LIP. **IMS Learner Information Packaging Information Model Specification.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/profiles/lipinfo01.html>>.

LODER, L. L.; SIMON, A. **O FUTURO DA DOCÊNCIA NA PERSPECTIVA DA DISCÊNCIA CONTEMPORÂNEA.** VII Congresso Internacional de Educação. **Anais.** São Leopoldo: PPGEDU/UNISINOS, 2011^a. Disponível em: <https://www.academia.edu/5229507/O_FUTURO_DA_DOCENCIA_NA_PERSPECTIVA_DA_DISCENCIA_CONTEMPORANEA>

LODER, L. L.; SIMON, A. **ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO ESCOLAR EM CURSOS DE ENGENHARIA.** (A. Péres, P. R. Brandt, S. L. Schwertl, Eds.)XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE: Formação Continuada e Internacionalização. **Anais...**Blumenau, SC: ABENGE, 2011bDisponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2011/sextoestec/art1972.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

LOMOV, P.; SHISHAEV, M. **Creating Cognitive Frames Based on Ontology Design Patterns for Ontology Visualization.** (P. Klinov, D. Mouromtsev, Eds.)Communications in Computer and Information Science. **Anais.** Kazan, Russia: Springer, Cham, 2014Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-11716-4_8>

LUZ, B. N. et al. Identificando Vertentes de Pesquisa em Objetos de Aprendizagem utilizando a Técnica de Revisão Sistemática no SBIE de 2013 e 2014. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação**, v. 1, n. 0, p. 92–99, 2015.

LUZ, B. N. **Objetos de Aprendizagem Interativos: Conceito, Ontologia e Uso.** [s.l.]

Faculdade Campo Limpo Paulista – FACCAMP, 2015.

MAHESH, K. **Ontology Development for Machine Translation: Ideology and Methodology**. Reading, Massachusetts: [s.n.].

MANOUSELIS, N. et al. **Recommender Systems for Learning**. New York, NY: Springer New York, 2013.

MARS, N. J. I. et al. **Semi-automatic knowledge acquisition in plinius: An engineering approach**. 8th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop. **Anais...**Banff: 1994.

FERRATER, J. M. **Dicionário de filosofia**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1978.

MORAES, R. ANÁLISE DE CONTEÚDO. **Educação**, v. 22, n. 37, p. 7–32, 1999.

MUSA, D. L.; OLIVEIRA, J. P. M. DE. OntoLearner: Uma Ontologia para Perfis de Alunos Baseada em Padrões. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, p. 412–421, 2007.

NICOLA, A. D.; MISSIKOFF, M.; NAVIGLI, R. **A proposal for a unified process for ontology building: UPON**. Database and Expert Systems Applications. **Anais**. 2005.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf>.

OFR. **Summary minutes of the Department of the Treasury Office of Financial Research (OFR) Financial Research Advisory Committee**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.financialresearch.gov/frac/files/FRAC_Meeting_Minutes_07-24-2014_FINAL.pdf>. Acesso em: 30 maio 2017.

ØHRSTRØM, P. et al. Teaching Syllogistics Using E-learning Tools. In: **Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST**. [s.l.] Springer, Cham, 2017. v. 180p. 103–110.

ØHRSTRØM, P.; ANDERSEN, J.; SCHÄRFE, H. What Has Happened to Ontology. In: DAU, F.; MUGNIER, M.-L.; STUMME, G. (Eds.). . **Conceptual Structures: Common Semantics for Sharing Knowledge: 13th International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2005, Kassel, Germany, July 17-22, 2005. Proceedings**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 425–438.

PAPI. **IEEE P1484.2/d7, 2001. Draft: standard for learning technology. Public and Private information (PAPI) for learners**. [s.l: s.n.].

PAQUETTE, G. Competency-Based Personalization Process for Smart Learning Environments. In: SPECTOR, M. J.; LOCKEE, B. B.; CHILDRESS, M. D. (Eds.). . **Learning, Design, and Technology**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 1–36.

PEREIRA, M. S.; SIQUEIRA, S. W. M. **Levantamento Sistemático da utilização da Web Semântica para Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. **Anais**. 3 nov. 2014 Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/3270>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

PERRENOUD, P. **Construir as Competências Desde a Escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERRENOUD, P. De uma metáfora a outra: transferir ou mobilizar conhecimentos. In: DOLZ, J.; OLLAGNIER, E. (Eds.). **O enigma da competência em educação**. [s.l.] Artmed, 2004. p. 47–63.

PIAGET, J. Les stades du développement intellectuel de l'enfant et de l'adolescent. In: **Le problème des stades en psychologie de l'enfant: Symposium de l'Association de psychologie scientifique de langue française**. Paris, France: Presses Univ. de France, 1956. p. 33–42.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

PONTES, W. L. et al. **Filtragens de Recomendação de Objetos de Aprendizagem: uma revisão sistemática do CBIE**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). **Anais...** 3 nov. 2014 Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2984>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

PRAJAPATI, A. P.; CHATURVEDI, D. K. **Ontology Based Knowledge Representation for Cognitive Decision Making in Teaching Electrical Motor Concepts**. (R. Silhavy et al., Eds.) Artificial Intelligence Trends in Intelligent Systems. CSOC 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing. **Anais**. Springer, Cham, 2017. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-57261-1_5>

RESNICK, P. et al. **GroupLens: an open architecture for collaborative filtering of netnews**. Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work - CSCW '94. **Anais**. New York, New York, USA: ACM Press, 1994 Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=192844.192905>>

RESNICK, P.; VARIAN, H. R. Recommender Systems. **Communications of the ACM**, v. 40, n. 3, p. 56–58, 1997.

REZENDE, P. A. A. et al. PERSONNA: proposta de ontologia de contexto e perfil de alunos para recomendação de objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 01, p. 70, 30 abr. 2015.

RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. Recommender Systems: Introduction and Challenges. In: RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. (Eds.). **Recommender Systems Handbook**. 2. ed. Boston, MA: Springer US, 2015. p. 1–34.

RUIZ-INIESTA, A.; CORCHO, O. **A review of ontologies for describing scholarly and scientific documents**. (Alexander García Castro et al., Eds.) 4th Workshop on Semantic Publishing - 11th Extended Semantic Web Conference (ESWC 2014).

Anais...Anissaras, Greece: Semantic Publishing, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Corcho/publication/263495382_A_review_of_ontologies_for_describing_scholarly_and_scientific_document/links/53d8bc880cf2a19eee836c97.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2017

SABA. **Universal Learning Format (ULF)**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/79e4/c3c6762731639604a2c8637ecbca9097b8fd.pdf?_ga=2.82741462.1180744518.1498135600-1274729289.1498135600>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SAGHAFI, A. Visualizing Ontologies -- A Literature Survey. In: HAEMMERLÉ, O.; STAPLETON, G.; FARON ZUCKER, C. (Eds.). **Graph-Based Representation and Reasoning: 22nd International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2016, Annecy, France, July 5-7, 2016, Proceedings**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 204–221.

SCHREIBER, G.; WIELINGA, B.; JANSWEIJER, W. **The KACTUS view on the'O'word**. IJCAI Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. **Anais**. 1995.

SILVA, K. K. A. DA. **MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS: um foco no aluno da Educação a Distância**. [s.l.] UFRGS, 2012.

SILVA, K. K. A. DA. **MODELO DE COMPETÊNCIAS DIGITAIS EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA : MCompDigEAD UM FOCO NO ALUNO**. [s.l.] UFRGS, 2018.

SILVA, K. K. DA; BEHAR, P. A. **Mapeamento de Competências Digitais de Estudantes Brasileiros na Educação a Distância**. (APSA - The American Portuguese Studies Association, Ed.)The American Portuguese Studies Association (APSA) International Conference. **Anais**. Palo Alto, Califórnia: Stanford University, 2016.

SIMON, A.; LODER, L. L. **DESENVOLVIMENTO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM: FOCO NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO PARA ENGENHEIROS**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE). **Anais**. 2014.

SMITH, B. Ontology (Science). In: ESCHENBACH, C.; GRÜNINGER, M. (Eds.). . **Frontiers in Artificial Intelligence and Applications - Volume 183: Formal Ontology in Information Systems**. [s.l: s.n.]. p. 21–35.

SOUZA, A. S.; DURAN, A.; VIEIRA, V. **Um Estudo de Mapeamento Sistemático sobre Ontologias para a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). **Anais**. 3 nov. 2014Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/3055>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

SOWA, J. F. Ontology, Metadata, and Semiotics. In: [s.l: s.n.]. p. 55–81.

SURE, Y.; STAAB, S.; STUDER, R. On-To-Knowledge Methodology. In: STAAB, S.; STUDER, R. (Eds.). **Handbook on Ontologies**. Berlin: Springer, 2003. p. 811.

SURE, Y.; STAAB, S.; STUDER, R. Ontology Engineering Methodology. In: **Handbook on Ontologies**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 135–152.

SWARTOUT, B. et al. **Toward distributed use of large-scale ontologies**. 20th Workshop on Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems. **Anais**. 1996.

TARUS, J. K.; NIU, Z.; MUSTAFA, G. Knowledge-based recommendation: a review of ontology-based recommender systems for e-learning. **Artificial Intelligence Review**, p. 1–28, 13 jan. 2017.

USCHOLD, M.; KING, M. **Towards a methodology for building ontologies**. Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. **Anais**. 1995.

VICKERY, B. **On 'knowledge organisation'**. (A. Gilchrist, J. Vernau, Eds.) Facets of Knowledge Organization Proceedings of the ISKO UK Second Biennial Conference, 4th - 5th July, 2011, London. **Anais...** Emerald Group Publishing Limited, 2012. Disponível em: <<http://classic-web.archive.org/web/20080404103206/www.lucis.me.uk/knowlorg.htm>>. Acesso em: 5 fev. 2017.

VICKERY, B. C. Ontologies. **Journal of Information Science**, v. 23, n. 4, p. 277–286, ago. 1997.

WILEY, D. Learning Objects, Content Management, and E-Learning. In: **Content Management for E-Learning**. New York, NY: Springer New York, 2011. p. 43–54.

ZEM-LOPES, A. M. et al. **Uma Revisão Sistemática das Tecnologias da Web Semântica em Ambientes Educacionais**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). **Anais...** 25 nov. 2013 Disponível em: <<http://xxxxx/122455.pdf>> <<http://xxxxx/120858.pdf>>

ZENG, M. L. **Introductory Review of Current Knowledge Organization Systems/Structures/Services (KOS)**. Second International Seminar on Subject Access to Information. **Anais...** Helsinki, Finland, : 2007. Disponível em: <<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10250/56/zengintro-kostypes.pdf?sequence=3>>. Acesso em: 29 maio 2017.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PESQUISA: ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO.

COORDENAÇÃO: Prof.^a Dr.^a. Patricia Alejandra Behar.

1. NATUREZA DA PESQUISA: A pesquisa tem como finalidade investigar a contribuição das ontologias na educação, com foco em Sistemas de Recomendação (SR). Esse estudo será realizado através: do mapeamento de estudos que utilizam ontologias aplicadas às diferentes áreas da ciência; da investigação de metodologias para modelagem de ontologias; da modelagem de uma ontologia para o domínio de competências digitais, como estudo de caso, aplicável a SRs; e da integração da ontologia modelada em um SR baseado em competências. Este projeto foi aprovado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2. PARTICIPANTES DA PESQUISA: Participarão desta pesquisa em torno de 25 alunos em Porto Alegre.

3. ENVOLVIMENTO NA PESQUISA: Ao participar deste estudo você irá colaborar no processo investigativo deste estudo e, conseqüentemente, no processo da utilização de ontologias em Sistemas de Recomendação na Educação. Dessa forma você responderá questionários e disponibilizará as atividades por você realizadas nestas aulas como dado a ser coletado para a pesquisa. Você tem a liberdade de se recusar a participar e de desistir de participar em qualquer momento que decida sem qualquer prejuízo. No entanto, solicitamos sua colaboração para que possamos obter melhores resultados da pesquisa. Sempre que você desejar mais informações sobre este estudo pode entrar em contato com a prof.^a. Patricia A. Behar pelo fone 51- 3308-4179 ou com a Técnica em Assuntos Educacionais Daisy Schneider pelo fone 51-3308-3343.

4. SOBRE O QUESTIONÁRIO: Serão solicitadas algumas informações básicas e perguntas de múltipla escolha ou escolha simples sobre fatores referentes à avaliação da utilização de ontologias em Sistemas de Recomendação na Educação.

5. RISCOS E DESCONFORTO: a participação nesta pesquisa não traz complicações legais de nenhuma ordem e os procedimentos utilizados obedecem aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de saúde. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à sua dignidade.

6. CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações coletadas nesta investigação são estritamente confidenciais. Acima de tudo interessam os dados coletivos e não aspectos particulares de cada entrevistado.

7. BENEFÍCIOS: Ao participar desta pesquisa, você estará colaborando com o processo investigativo deste estudo. Almeja-se que os resultados desta pesquisa, futuramente, possam ser utilizados em benefício de outras pessoas, através da

utilização de ontologias em Sistemas de Recomendação na Educação, em prol de uma educação de qualidade.

8. PAGAMENTO: Você não terá nenhum tipo de despesa por participar deste estudo, bem como não receberá nenhum tipo de pagamento por sua participação. Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para que participe desta pesquisa.

Para tanto, preencha os itens que se seguem:

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, aceito participar desta pesquisa.

Nome	Coordenadora da pesquisa
	Coordenadora da pesquisa
Assinatura	Local e data

Agradecemos a sua autorização e colocamo-nos à disposição para esclarecimentos adicionais. As pesquisadoras responsáveis por esta pesquisa é a Prof.^a Dr.^a. Patricia Alejandra Behar do Departamento de Estudos Especializados da Faculdade de Educação da UFRGS e a Técnica em Assuntos Educacionais Dr.^a. Daisy Schneider. Caso queiram contatar a equipe, isso poderá ser feito pelo telefone (51) 33083901. Maiores informações através do Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS (51) 3308 3738.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO PILOTO

Ontologias na Educação

Este questionário faz parte da dissertação de mestrado do aluno Augusto Simon, intitulada "ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: Uma proposta de aplicação em SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO". Desde já, agradecemos a sua colaboração, de acordo com a declaração abaixo:

Ao responder este questionário declaro que participo voluntariamente da pesquisa, bem como cedo todos os direitos autorais, desde que os dados pessoais sejam mantidos em sigilo.

*Obrigatório

1. Autorização para Divulgação, Publicação e Cessão de Direitos Autorais. Informe seu nome completo: *

Sua resposta

2. Gênero *

- Feminino
- Masculino
- Outro: _____

3. Faixa Etária *

- De 18 a 20 anos
- De 21 a 30 anos
- De 31 a 40 anos
- De 41 a 50 anos
- De 51 a 60 anos
- Mais de 60 anos

4. Escolha dentre as opções a que representa sua maior formação acadêmica concluída *

- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado
- Pós-Doutorado

5. Área de Formação *

Sua resposta

6. Área de Atuação *

Sua resposta

Competências e Ontologias na Educação

As perguntas dessa seção dizem respeito aos conceitos de competências na educação e ontologias como modelos para a conceitualização de conhecimento.

7. Como era a sua familiaridade com o conceito de competências antes de cursar a disciplina? *

- 0 - Nenhuma familiaridade
- 1 - Pouca familiaridade
- 2 - Familiaridade mediana
- 3 - Familiaridade alta
- 4 - Familiaridade muito alta

8. Sentiu alguma dificuldade ao vincular competências com os seus respectivos CHAs ao Objeto de Aprendizagem cadastrado no RecOAComp? *

	0	1	2	3	4	
Nenhuma dificuldade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita dificuldade

9. Caso tenha sentido alguma dificuldade na vinculação de competências e seus respectivos CHAs ao Objeto de Aprendizagem cadastrado, poderia descrever essas dificuldades com mais detalhes? Quais aspectos estão relacionados a elas? *

Sua resposta

10. Como era a sua familiaridade com o conceito de ontologia antes de cursar a disciplina? *

	0	1	2	3	4	
Nenhuma familiaridade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Familiaridade muito alta

16. Ainda sobre o passo 1, ele parece relevante a modelagem de uma ontologia? *

	0	1	2	3	4	
Nada relevante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita relevante

17. O passo 2, a consideração da reutilização de Ontologias, consistiu na procura por ontologias similares a que se deseja modelar e a avaliação do seu aproveitamento para o trabalho atual. Você sentiu alguma dificuldade ao executar esse passo? *

	0	1	2	3	4	
Nenhuma dificuldade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita dificuldade

18. Ainda sobre o passo 2, ele parece relevante a modelagem de uma ontologia? *

	0	1	2	3	4	
Nada relevante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita relevante

19. O passo 3 consistiu na enumeração dos termos importantes da Ontologia. Você sentiu alguma dificuldade ao executar esse passo? *

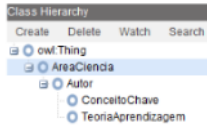
	0	1	2	3	4	
Nenhuma dificuldade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita dificuldade

20. Ainda sobre o passo 3, ele parece relevante a modelagem de uma ontologia? *

	0	1	2	3	4	
Nada relevante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita relevante

21. O passo 4, a definição do nome e da hierarquia das classes, aparece na figura abaixo. Você sentiu alguma dificuldade ao executar esse passo? *

- Área da Ciência
 - Autor
 - Conceito-chave
 - Teoria de Aprendizagem



	0	1	2	3	4	
Nenhuma dificuldade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita dificuldade

22. Ainda sobre o passo 4, ele parece relevante a modelagem de uma ontologia? *

0 1 2 3 4

Nada relevante Muita relevante

23. O passo 5, a definição a definição das características das classes, suas propriedades e seus relacionamentos, aparece na figura abaixo. Você sentiu alguma dificuldade ao executar esse passo? *

Entidade	Propriedade	Relacionamento
Área da ciência	-	temAutor
Autor	local de origem	temAreaCiencia , temConceitoChave , temTeoriaAprendizagem
Conceito-chave	definição	temAutoria
Teoria de aprendizagem	definição	temAutoria

0 1 2 3 4

Nenhuma dificuldade Muita dificuldade

24. Ainda sobre o passo 5, ele parece relevante a modelagem de uma ontologia? *

0 1 2 3 4

Nada relevante Muita relevante

25. O passo 6, a definição das facetas dos slots, as características das propriedades e relacionamentos, aparece na figura abaixo. Você sentiu alguma dificuldade ao executar esse passo? *

Slot - Propriedade ou Relacionamento (predicado)	Tipo de Valor	Dominio (sujeito)	Variedade (objeto)
Local de origem	texto	Autor	-
definição	texto	Conceito-chave, Teoria de Aprendizagem	-
temAutor	classe	Área da Ciência	Autor
temAreaCiencia	classe	Autor	Área da Ciência
temConceitoChave	classe	Autor	Conceito-chave
temTeoriaAprendizagem	classe	Autor	Teoria de Aprendizagem
temAutoria	classe	Conceito-chave, Teoria de Aprendizagem	Autor

0 1 2 3 4

Nenhuma dificuldade Muita dificuldade

31. Quais os pontos negativos que você considera na metodologia 101? *

Sua resposta

32. Quais os pontos positivos que você considera na metodologia 101? *

Sua resposta

Atividade finalizada!

Prof.ª Drª Patricia Alejandra Behar
Contato: pbehar@terra.com.br

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO FINAL

Modelagem de Ontologias na Educação

Este questionário faz parte da dissertação de mestrado do aluno Augusto Simon, intitulada "ONTOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: Uma proposta de aplicação em SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO". Desde já, agradecemos a sua colaboração, de acordo com a declaração abaixo:

Ao responder este questionário declaro que participo voluntariamente da pesquisa, bem como cedo todos os direitos autorais, desde que os dados pessoais sejam mantidos em sigilo.

***Obrigatório**

1. Autorização para Divulgação, Publicação e Cessão de Direitos Autorais. Informe seu nome completo: *

Sua resposta _____

2. Gênero *

Feminino

Masculino

Outro: _____

3. Faixa Etária *

De 18 a 20 anos

De 21 a 30 anos

De 31 a 40 anos

De 41 a 50 anos

De 51 a 60 anos

Mais de 60 anos

4. Escolha dentre as opções a que representa sua maior formação acadêmica concluída *

Graduação

Especialização

Mestrado

Doutorado

Pós-Doutorado

24. A tabela a ser preenchida no passo 5, a definição das propriedades das classes, seus relacionamentos e atributos, aparece na figura abaixo. Você sentiu alguma dificuldade ao executar esse passo? *

Propriedade	Tipo	Domínio (ligada a quê?)	Variedade (recebe o quê?)
temEstagio	Relacionamento	Característica	Estagio
temCaracteristica	Relacionamento	Estagio	Característica
faixaEtariaProxima	Atributo - string	Estagio	Texto contendo faixa etária próxima

0 1 2 3 4

Nenhuma dificuldade Muita dificuldade

25. O passo 5 parece relevante na modelagem de uma ontologia? *

0 1 2 3 4

Nada relevante Muito relevante

26. O passo 6, a criação das instâncias, com o preenchimento das propriedades de cada indivíduo, é exemplificado na figura abaixo. Você sentiu alguma dificuldade ao executar esse passo? *

Instância: sensorio-motor

Classe: Estagio

faixaEtariaProxima: 0 a 2 anos

Instância: pre-operatorio

Classe: Estagio

faixaEtariaProxima: 2 a 7 anos

...

0 1 2 3 4

Nenhuma dificuldade Muita dificuldade

27. O passo 6 parece relevante na modelagem de uma ontologia? *

	0	1	2	3	4	
Nada relevante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito relevante

28. Você considera a metodologia utilizada intuitiva, ou seja, os passos por ela propostos pareceram os naturais para a modelagem de ontologias na educação? *

	0	1	2	3	4	
Nem um pouco intuitiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito intuitiva

29. Você considera que a utilização da metodologia contribuiu para a modelagem da ontologia realizada por seu grupo? *

	0	1	2	3	4	
Não contribuiu de forma alguma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Contribuiu muito

30. Quais os pontos negativos que você considera na metodologia utilizada? *

Sua resposta

31. Quais os pontos positivos que você considera na metodologia utilizada? *

Sua resposta

32. Você considera que participar da modelagem da ontologia lhe ajudou a compreender melhor os conceitos abordados por seu grupo? *

	0	1	2	3	4	
Não ajudou nenhum pouco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ajudou muito

33. Você considera que o processo de modelagem de ontologias pode ser utilizado como prática pedagógica, apoiando a compreensão dos conceitos a serem representados na ontologia? Por quê? *

Sua resposta

Atividade finalizada!

**APÊNDICE D – INSTÂNCIAS DA CLASSE DOMINIO DAS ONTOLOGIAS INICIAL E
NOVA**

Classe (sujeito)	Instância	Slot (predicado)	Valor (objeto)
Dominio	Tecnologico	nome	Tecnológico
		definicao	Competências ligadas à utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação, como AVAs, OAs, SRs e outras
	Sociocultural	temCompetenciaGeral	A ser inferido
		nome	sociocultural
	Gestao	definicao	Competências relacionadas aos aspectos sociais e culturais em que o sujeito se insere
		temCompetenciaGeral	A ser inferido
	Cognitivo	nome	Gestão
		definicao	Competências aplicadas a atividades administrativas e acadêmicas, como a organização do tempo dos sujeitos e o planejamento das práticas pedagógicas
		temCompetenciaGeral	A ser inferido
		nome	Cognitivo
		definicao	Competências que dizem respeito à aprendizagem do sujeito, abordando aspectos como a sua construção de conhecimento, coordenação de ações e organização pessoal
		temCompetenciaGeral	A ser inferido

APÊNDICE E – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAGERAL DA ONTOLOGIA

INICIAL

Classe (sujeito)	Instância	Slot (predicado)	Valor (objeto)
CompetenciaGera	uso_computador	nome	Uso do computador
		definicao	Uso básico do computador, bem como das ferramentas para edição de texto, planilhas e apresentações
	internet_comunicacao_online	temCompetenciaEspecificahCompetenciaGeraDe	A ser inferido tecnologico
		nome	Internet e comunicação online
	comunicacao_virtual	definicao	Uso da internet e da comunicação on-line por meio do E-mail
		temCompetenciaEspecificahCompetenciaGeraDe	A ser inferido tecnologico
	gestao_informacao	nome	Comunicação virtual
		definicao	Comunicação em ambientes virtuais de aprendizagem, interação com colegas e docentes e utilização de ferramentas virtuais de comunicação
	criacao_desenvolvimento_conteudo_digital	temCompetenciaEspecificahCompetenciaGeraDe	A ser inferido tecnologico
		nome	Gestão da Informação
	gestao_perfil_virtual	definicao	Acesso, análise e administração de informações e conteúdo disponível na internet, dentro e fora do ambiente virtual
		temCompetenciaEspecificahCompetenciaGeraDe	A ser inferido tecnologico
	presencialidade_virtual	nome	Criação e desenvolvimento de conteúdo digital
		definicao	Criação e desenvolvimento de conteúdo digital necessário ao aprendizado do aluno, envolvendo o desenvolvimento e/ou integração ou reelaboração de conteúdo.
	cooperacao	temCompetenciaEspecificahCompetenciaGeraDe	A ser inferido tecnologico
		nome	Gestão do perfil virtual
cooperacao	definicao	Gestão do perfil virtual do aluno, seus dados no ambiente virtual e senhas, perfil das redes sociais que influenciam em sua aprendizagem, proteção dos dados, segurança dos dados e uso correto com relação a questão física e mental.	
	temCompetenciaEspecificahCompetenciaGeraDe	A ser inferido tecnologico	
cooperacao	nome	Presencialidade virtual	
	definicao	Presença on-line do aluno no ambiente virtual de aprendizagem e forma como ele age, dentro e fora do ambiente	
cooperacao	temCompetenciaEspecificahCompetenciaGeraDe	A ser inferido tecnologico	
	nome	Cooperação	

	definicao	-
	temCompetenciaEspecific	A ser inferido
	ehCompetenciaGeralDe	sociocultural
autonomia	nome	Autonomia
	definicao	-
	temCompetenciaEspecific	A ser inferido
	ehCompetenciaGeralDe	sociocultural
resiliencia	nome	Resiliência
	definicao	-
	temCompetenciaEspecific	A ser inferido
	ehCompetenciaGeralDe	sociocultural
trabalho_equi	nome	Trabalho em Equipe
pe	definicao	-
	temCompetenciaEspecific	A ser inferido
	ehCompetenciaGeralDe	sociocultural
oganzacao	nome	Organização
	definicao	-
	temCompetenciaEspecific	A ser inferido
	ehCompetenciaGeralDe	gestao
planejamento	nome	Planejamento
	definicao	-
	temCompetenciaEspecific	A ser inferido
	ehCompetenciaGeralDe	gestao

**APÊNDICE F – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAESPECIFICA DA
ONTOLOGIA INICIAL**

Classe (sujeito)	Instância	Slot (predicado)	Valor (objeto)
Competencia Especifica	nocoas_basicas_computador_dispositivos	nome	Noções básicas do computador e seus dispositivos
		definicao	Noções básicas sobre o uso do computador e de seus periféricos
		ehCompetenciaEspecificade	uso_computador
		temConhecimento	A ser inferido
		temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido	
	ferramentas_processamento_texto_planilhas_apresentacoes	nome	Ferramentas para processamento de texto, planilhas e apresentações
		definicao	Uso básico de ferramentas para processamento de texto, criação de planilhas e apresentações
		ehCompetenciaEspecificade	uso_computador
		temConhecimento	A ser inferido
		temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido	
	nocoas_basica_uso_internet	nome	Noções básicas sobre o uso da internet
		definicao	Noções básicas do uso da internet pelo aluno que pretende utilizá-la em apoio aos seus estudos
		ehCompetenciaEspecificade	internet_comunicacao_online
		temConhecimento	A ser inferido
		temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido	
	uso_basico_e-mail	nome	Uso básico do e-mail
		definicao	Noções básicas do uso do E-mail como uma das principais formas de comunicação online
		ehCompetenciaEspecificade	internet_comunicacao_online
		temConhecimento	A ser inferido
		temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido	
	utilizacao_ferramentas_interacao_comunicacao	nome	Utilização das ferramentas de interação e comunicação
		definicao	Interação através de diferentes ferramentas e dispositivos com o objetivo de se comunicar em um ambiente virtual de aprendizagem
		ehCompetenciaEspecificade	comunicacao_virtual
		temConhecimento	A ser inferido
temHabilidade		A ser inferido	
temAtitude	A ser inferido		
compartilhamento_informacao_conteudo	nome	Compartilhamento de Informação e conteúdo	
	definicao	Compartilhamento de notícias, conteúdos e recursos com colegas, tutores e professores em	

		ambientes virtuais de aprendizagem.
	ehCompetenciaEspecificade	comunicacao_virtual
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
netiqueta	nome	Netiqueta
	definicao	Conhecimento, utilização e emprego das normas comportamentais, com relação a comunicação oral, escrita e gestual em interações virtuais/on-line.
	ehCompetenciaEspecificade	comunicacao_virtual
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
navegacao_busca_filtragem_informacao	nome	Navegação, busca e filtragem da informação
	definicao	Acesso e pesquisa de informações on-line, articulando as necessidades de informação, bem como a seleção de recursos de forma eficaz, além da navegação por diferentes fontes, a fim de criar estratégias para a filtragem das informações coletadas
	ehCompetenciaEspecificade	gestao_informacao
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
avaliacao_informacao	nome	Avaliação da informação
	definicao	Buscar, organizar, compreender e avaliar criticamente as informações
	ehCompetenciaEspecificade	gestao_informacao
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
armazenamento_recuperacao_informacao	nome	Armazenamento e recuperação da informação
	definicao	Utilização e armazenamento de informações e conteúdos buscando auxiliar o processo de recuperação, organização e armazenamento de dados
	ehCompetenciaEspecificade	gestao_informacao
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
desenvolvimento_conteudo	nome	Desenvolvimento de conteúdo
	definicao	Criação ou produção de conteúdo digital em diferentes formatos, incluindo multimídia, para editar e melhorar o conteúdo criado ou que outros criaram, para se expressar criativamente através de meios digitais e tecnologias em

		apoio a aprendizagem
	ehCompetenciaEspecificade	criacao_desenvolvimento_conteudo_digital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
integrando_re-elaborando_conteudo	nome	Modificar, refinar e combinar recursos existentes para criar conteúdo novo, original e relevante, através da utilização de softwares e aplicativos
	definicao	Integrando e re-elaborando conteúdo
	ehCompetenciaEspecificade	criacao_desenvolvimento_conteudo_digital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
direitos_autorais_licencas	nome	Direitos autorais e licenças
	definicao	Princípios da aplicação de direitos autorais e licenças a informações e conteúdos
	ehCompetenciaEspecificade	criacao_desenvolvimento_conteudo_digital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
programacao	nome	Programação
	definicao	Princípios da programação, visando o entendimento dos elementos que envolvem um software, como configurar e modificar algoritmos, aplicativos de software e softwares em geral
	ehCompetenciaEspecificade	criacao_desenvolvimento_conteudo_digital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
dispositivos_protecao	nome	Dispositivos de proteção
	definicao	-
	ehCompetenciaEspecificade	gestao_perfil_virtual
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
protecao_seguranca_virtual	nome	Proteção e segurança virtual
	definicao	Proteção dos próprios dispositivos e compreensão dos riscos e ameaças, bem como medidas de segurança
	ehCompetenciaEspecificade	gestao_perfil_virtual
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido

	temAtitude	A ser inferido
protecao_saúde_interacao_social_digital	nome	Proteção da saúde para interação social digital
	definicao	Prevenção de riscos para a saúde relacionados ao uso da tecnologia em termos de ameaças à saúde física e psicológica
	ehCompetenciaEspecificade	gestao_perfil_virtual
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
identidade_virtual	nome	Identidade virtual
	definicao	Criação, adaptação e gestão das identidades digitais, protegendo a sua reputação
	ehCompetenciaEspecificade	presencialidade_virtual
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
presenca_online	nome	Presença on-line
	definicao	Participação através do envolvimento on-line e da capacitação no uso de tecnologias em ambientes digitais
	ehCompetenciaEspecificade	presencialidade_virtual
	temConhecimento	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido

**APÊNDICE G – INSTÂNCIAS DA CLASSE CONHECIMENTO DA ONTOLOGIA
INICIAL**

Classe (sujeito)	Instância	Slot (predicado)	Valor (objeto)
Conhecimento	conhecer_funcoes_basicas_do_computador_ligar_desligar	nome	Conhecer funções básicas de inicialização e desligamento do computador
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	conhecer_significado_hardware_software	nome	Conhecer o significado dos termos hardware e software em computadores
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	conhecer_nocoas_basicas_operacao_windows	nome	Saber informações básicas para a operação de sistemas operacionais windows
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	conhecer_utilizacao_mouse_teclado	nome	Saber utilizar periféricos de entrada do computador: mouse e teclado
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	conhecer_utilizacao_impresora_monitor_caixas_de_som_fones_de_ouvido	nome	Saber utilizar periféricos de saída do computador: impressora, monitor, caixas de som e fones de ouvido
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	saber_utilizar_dispositivos_servicos_armazenamento_dados	nome	Saber utilizar dispositivos e serviços de armazenamento de dados: interno (HD), externo (DVD, Pen Drive, HD externo) e online, na nuvem (Google Drive, One Drive, Amazon Drive, DropBox)
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	saber_utilizar_arquivos_pastas_computador	nome	Saber utilizar arquivos e pastas no sistema windows: navegar, criar, abrir, fechar, salvar, excluir e copiar
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	conhecer_principais_tipos_arquivos_pastas_windows	nome	Conhecer os principais tipos de arquivos e pastas no sistema windows
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	saber_iniciar_encerrar_aplicativos_windows	nome	Saber iniciar e encerrar aplicativos no sistema windows
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
	saber_gerenciar_aplicativos_windows	nome	Saber gerenciar aplicativos no sistema windows: instalar e desinstalar
		ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos
conhecer_elementos_interface_windows	nome	Conhecer elementos da interface de sistemas operacionais windows: botões, menu, barras de título e rolagem, abas, e outras	
	ehConhecimentoDe	nocoas_basicas_computador_dispositivos	

**APÊNDICE H – INSTÂNCIAS DAS CLASSES HABILIDADE E ATITUDE DA
ONTOLOGIA INICIAL**

Classe (sujeito)	Instância	Slot (predicado)	Valor (objeto)
Habilidade	inicializar_suspender_hibernar_desligar_computador	nome	Inicializar, suspender, hibernar e desligar o computadores
		ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
	analisar_utilizar_funcoes_basicas_windows	nome	Analisar as diferentes funções básicas dos sistemas operacionais windows e escolher a função adequada para suas necessidades
		ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
	utilizar_periféricos_entrada_computador	nome	Utilizar periféricos de entrada do computador: mouse e teclado
		ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
	utilizar_periféricos_saida_computador	nome	Utilizar periféricos de saída do computador: impressora, monitor, caixas de som e fones de ouvido
		ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
	selecionar_aplicar_dispositivos_internos_externos_servicos_online_armazenamento_dados	nome	Selecionar e aplicar diferentes dispositivos internos e externos e serviços online de armazenamento de dados
		ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
	utilizar_arquivos_pastas_windows	nome	Utilizar diferentes tipos de arquivos e pastas dos sistemas operacionais windows
		ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
	encontrar_abrir_utilizar_encerrar_aplicativos_windows	nome	Encontrar, abrir, utilizar e encerrar aplicativos em sistemas operacionais windows
		ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
instalar_desinstalar_aplicativos_windows	nome	Instalar e desinstalar aplicativos em sistemas operacionais windows	
	ehHabilidadeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos	
Atitude	iniciativa_buscar_ajuda_uso_computador_periféricos	nome	Iniciativa para buscar ajuda com relação aos diferentes usos do computador e de seus periféricos
		ehAtitudeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos
	diposicao_utilizacao_computador_periféricos	nome	Disposição para utilização do computador e dos seus periféricos
		ehAtitudeDe	nocoos_basicas_computador_dispositivos

**APÊNDICE I – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAGERAL DA NOVA
ONTOLOGIA**

Classe (sujeito)	Instância	Propriedade (predicado)	Valor (objeto)
CompetenciaGera	alfabetizacaoDigital	nome	Alfabetização Digital
		definicao	Ligada à construção de competências com relação ao uso das Tecnologias Digitais, o que inclui um conhecimento fundamental de computador, dispositivos móveis, de comunicação e de informação.
	fluenciaDigital	temCompetenciaEspecificaeCompetenciaGeraDe	A ser inferido
		nome	tecnologico
		definicao	Fluência Digital
			Compreende o uso de diferentes recursos tecnológicos com a função de que este se sinta ativo e seguro digitalmente em seu processo de aprendizagem.
letramentoDigital	temCompetenciaEspecificaeCompetenciaGeraDe	A ser inferido	
	nome	tecnologico	
	definicao	Internet e comunicação online	
		Ligada a apropriação da nova tecnologia digital e exercício de práticas de leitura e escrita na tela, diferente do estado ou condição do letramento dos que exercem práticas de leitura e de escrita no papel.	
		temCompetenciaEspecificaeCompetenciaGeraDe	A ser inferido
			tecnologico

**APÊNDICE J – INSTÂNCIAS DA CLASSE COMPETENCIAESPECIFICA DA NOVA
ONTOLOGIA**

Classe (sujeito)	Instância	Propriedade (predicado)	Valor (objeto)
Competencia Especifica	buscaTratamento Informacao	nome	Busca e tratamento da informação
		definicao	Esta competência está vinculada ao acesso e à pesquisa de informações em rede, articulando o tratamento da informação pelo aluno da EAD.
		ehCompetenciaEspecificade temConhecimento	alfabetizacaoDigital
		temHabilidade	A ser inferido
		temAtitude	A ser inferido
	convivenciaRede	nome	Convivência em rede
		definicao	Esta competência tem relação à compreensão do aluno acerca do uso seguro e responsável da rede para sua aprendizagem.
		ehCompetenciaEspecificade temConhecimento	fluenciaDigital
		temHabilidade	A ser inferido
		temAtitude	A ser inferido
	cooperacaoAmbientesVirtuaisAprendizagem	nome	Cooperação em ambientes virtuais de aprendizagem
		definicao	A cooperação tem relação com os processos de compreensão dos valores em comum, da conservação desses valores e da reciprocidade.
		ehCompetenciaEspecificade temConhecimento	letramentoDigital
		temHabilidade	A ser inferido
		temAtitude	A ser inferido
	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis	nome	Ergonomia para uso do computador de mesa (desktop) e dispositivos móveis
		definicao	Esta competência tem como objetivo auxiliar na compreensão dos riscos para a saúde física relacionados ao uso da tecnologia.
		ehCompetenciaEspecificade temConhecimento	alfabetizacaoDigital
		temHabilidade	A ser inferido
		temAtitude	A ser inferido
ferramentasInteracaoColaboracaoRede	nome	Ferramentas de interação e colaboração em rede	
	definicao	A competência de comunicação digital com foco na interação e colaboração em rede está fundamentada na clareza e na objetividade da expressão oral, gestual e escrita.	
	ehCompetenciaEspecificade	letramentoDigital	

	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
gestaoInformacao Rede	nome	Gestão da Informação em rede
	definicao	A gestão da informação no letramento digital está relacionada a um conjunto de estratégias que abrangem as necessidades informacionais ligadas à obtenção, distribuição e utilização da informação.
	ehCompetenciaEspecificade	letramentoDigital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
	organizacaoPlanejamento	nome
definicao		A gestão do perfil do aluno virtual tem relação com seu planejamento e organização em busca de uma autonomia enquanto estudante on-line.
ehCompetenciaEspecificade		letramentoDigital
temConhecimento		A ser inferido
temHabilidade		A ser inferido
temAtitude		A ser inferido
perfilDigital		nome
	definicao	Esta competência tem como objetivo auxiliar o aluno da EAD a compreender como seus dados podem ser gerenciados e publicados, tanto no AVA quanto nas redes sociais.
	ehCompetenciaEspecificade	letramentoDigital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
	producaoConteudo	nome
definicao		Tem relação com a criação e desenvolvimento de conteúdo digital necessário para o aprendizado em diferentes formatos, com o objetivo de se expressar criativamente através de meios digitais em favor da aprendizagem.
ehCompetenciaEspecificade		fluenciaDigital
temConhecimento		A ser inferido
temHabilidade		A ser inferido
temAtitude		A ser inferido
protecaoDados		nome
	definicao	Esta competência tem relação com a compreensão dos riscos e ameaças, bem como medidas de segurança que podem ser realizadas.
	ehCompetenciaEspecificade	fluenciaDigital
	temConhecimento	A ser inferido

	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
recursosComunicacaoRede	nome	Recursos de comunicação em rede
	definicao	Esta competência está relacionada à comunicação básica em rede ocorrida através de diferentes ferramentas e aplicativos.
	ehCompetenciaEspecificade	alfabetizacaoDigital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
	resilienciaVirtual	nome
definicao		Esta competência está relacionada com a forma de como o sujeito lida com as mudanças não esperadas com o objetivo de se adaptar e ultrapassar diferentes obstáculos e dificuldades.
ehCompetenciaEspecificade		fluenciaDigital
temConhecimento		A ser inferido
temHabilidade		A ser inferido
temAtitude		A ser inferido
trabalhoEquipeRede		nome
	definicao	O trabalho em equipe em rede contempla as relações intra e interpessoal, as quais permitem ao sujeito expressar e comunicar, de modo adequado, suas emoções desejos, opiniões e expectativas.
	ehCompetenciaEspecificade	fluenciaDigital
	temConhecimento	A ser inferido
	temHabilidade	A ser inferido
	temAtitude	A ser inferido
	usoComputadorDispositivosMoveis	nome
definicao		Esta competência tem como objetivo auxiliar o aluno quanto ao uso do computador de mesa (desktop) e dos dispositivos móveis e seus aplicativos.
ehCompetenciaEspecificade		alfabetizacaoDigital
temConhecimento		A ser inferido
temHabilidade		A ser inferido
temAtitude		A ser inferido
definicao		Participação através do envolvimento on-line e da capacitação no uso de tecnologias em ambientes digitais
ehCompetenciaEspecificade		presencialidade_virtual
temConhecimento		A ser inferido
temHabilidade		A ser inferido
temAtitude		A ser inferido

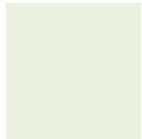
APÊNDICE K – INSTÂNCIAS DAS CLASSES CONHECIMENTO, HABILIDADE E ATITUDE DA NOVA ONTOLOGIA

Classe (sujeito)	Instância	Propriedade (predicado)	Valor (objeto)
Conhecimento	compreenderFormasAdequadasUsosDiferentesDispositivosPausasRegularesDuranteUsoVerificarIluminacaoAdequadaPostura	nome	Compreender as formas adequadas dos usos dos diferentes dispositivos, como computador (desktop) e dispositivos móveis, dar pausas regulares durante o uso, verificar a iluminação adequada e postura
		ehConhecimentoDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
	conhecerEfeitoUsoProlongadoTecnologias	nome	Conhecer o efeito do uso prolongado de tecnologias
		ehConhecimentoDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
	conhecerOpcoesMelhorarAcessibilidadeComputadorDispositivosMoveis	nome	Conhecer opções para melhorar a acessibilidade no computador (desktop) e nos dispositivos móveis como: softwares e aplicativos de reconhecimento de voz, leitores de tela, teclado na tela, alto contraste, entre outros
		ehConhecimentoDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
Habilidade	saberDiminuirRiscosAjustandoComputadorDispositivosMoveisAtravesAspectosErgonomicosAcordoNecessidade	nome	Saber diminuir os riscos ajustando o computador (desktop) e os dispositivos móveis através dos aspectos ergonômicos de acordo com a necessidade
		ehHabilidadeDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
	saberGerenciarAspectosDispersãoRelacionadasEntretenimentoDigitalFocarAtencaoEstudosEAD	nome	Saber gerenciar os aspectos de dispersão relacionadas ao entretenimento digital a fim de focar a atenção aos estudos da EAD
		ehHabilidadeDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
	saberTomarMedidasPreventivasProtegerSaude	nome	Saber tomar medidas preventivas para proteger a sua própria saúde e a saúde de outro que é responsável
		ehHabilidadeDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
saberUtilizarEquipamentosComputadorDispositivosMoveisManeiraEficienteRelativamenteTempoCusto	nome	Saber utilizar os equipamentos de computador (desktop) e dispositivos móveis de maneira eficiente relativamente ao tempo e ao custo	
	ehHabilidadeDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis	
Atitude	serCautelosoUsoRecursosDigitais	nome	Ser cauteloso em relação ao uso dos recursos digitais
		ehAtitudeDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
	serConscienteProblemasUtilizaçãoTecnologiasDigitais	nome	Ser consciente dos problemas relacionados com a utilização das

		tecnologias digitais
	ehAtitudeDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
serRealistaRiscosBenefícios AssociadosUsoTecnologiasIn formação	nome	Ser realista, em relação aos riscos e benefícios associados ao uso das tecnologias de informação
	ehAtitudeDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis

APÊNDICE L – INSTÂNCIAS DA CLASSE PALAVRACHAVE DA NOVA ONTOLOGIA

Classe (sujeito)	Instância	Propriedade (predicado)	Valor (objeto)
PalavraChave	aplicativos	nome	aplicativos
		ehPalavraChaveDe	recursosComunicacaoRede, usoComputadorDispositivosMoveis
	computador	nome	computador
		ehConhecimentoDe	usoComputadorDispositivosMoveis
	comunicacao	nome	comunicação
		ehConhecimentoDe	recursosComunicacaoRede
	dispositivosMoveis	nome	Dispositivos Móveis
		ehPalavraChaveDe	usoComputadorDispositivosMoveis
	ead	nome	EAD
		ehPalavraChaveDe	buscaTratamentoInformacao
	ferramentas	nome	ferramentas
		ehPalavraChaveDe	recursosComunicacaoRede
	informacao	nome	Informação
		ehPalavraChaveDe	buscaTratamentoInformacao
	pesquisa	nome	pesquisa
		ehPalavraChaveDe	buscaTratamentoInformacao
	rede	nome	rede
		ehPalavraChaveDe	recursosComunicacaoRede, buscaTratamentoInformacao, convivenciaRede
	riscos	nome	riscos
		ehPalavraChaveDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
	saudeFisica	nome	Saúde Física
		ehPalavraChaveDe	ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis
	seguro	nome	seguro
		ehPalavraChaveDe	convivenciaRede



tecnologia

nome

tecnologia

ehPalavraChaveDe

ergonomiaUsoComputadorMesaDispositivosMoveis