

**UNIVERSIDADE FUMEC – FUNDAÇÃO MINEIRA DE EDUCAÇÃO E CULTURA
FACULDADE DE CIÊNCIAS EMPRESARIAIS – FACE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E
GESTÃO DO CONHECIMENTO**

**ONTOLOGIAS E INTERATIVIDADE EM AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM**

Tissiane Torres Vieira

Belo Horizonte

Agosto/2018

TISSIANE TORRES VIEIRA

ONTOLOGIAS E INTERATIVIDADE EM AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade Fundação Mineira de Educação e Cultura – FUMEC - como requisito parcial para obtenção de título de Mestre.

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento.

Linha de pesquisa: Tecnologias e Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cláudio Gomes Maia.

Belo Horizonte

Agosto/2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V658o Vieira, Tissiane Torres, 1977 -
Ontologias e interatividade em ambientes virtuais de
aprendizagem / Tissiane Torres Vieira. – Belo Horizonte, 2018.
123 f. : il. ; 29,7 cm

Orientador: Luiz Cláudio Gomes Maia
Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do
Conhecimento), Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências
Empresariais, Belo Horizonte, 2018.

1. Ontologia. 2. Ensino à distância - Brasil. 3. Ambientes
virtuais compartilhados - Conhecimentos e aprendizagem - Brasil. I.
Título. II. Maia, Luiz Cláudio Gomes. III. Universidade FUMEC,
Faculdade de Ciências Empresariais.

CDU: 37.018.43

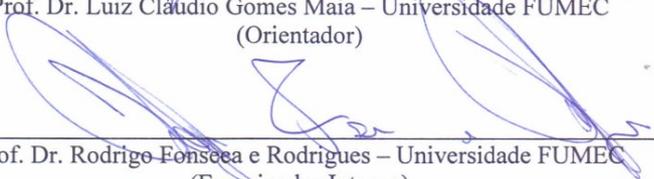


UNIVERSIDADE
FUMEC

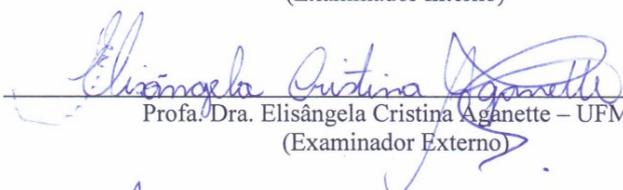
Dissertação intitulada “**Ontologias e interatividade em ambientes virtuais de aprendizagem**” de autoria de Tissiane Torres Vieira, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



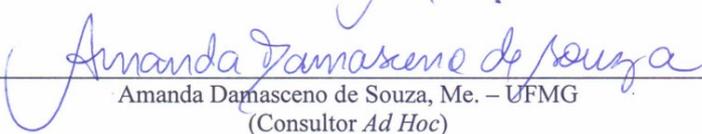
Prof. Dr. Luiz Cláudio Gomes Maia – Universidade FUMEC
(Orientador)



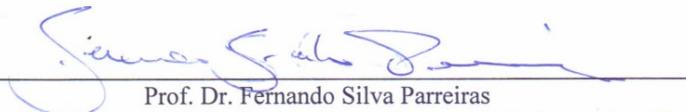
Prof. Dr. Rodrigo Fonseca e Rodrigues – Universidade FUMEC
(Examinador Interno)



Profa. Dra. Elisângela Cristina Aganette – UFMG
(Examinador Externo)



Amanda Damasceno de Souza, Me. – UFMG
(Consultor *Ad Hoc*)



Prof. Dr. Fernando Silva Parreiras
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do
Conhecimento da Universidade FUMEC

Belo Horizonte, 16 de agosto de 2018.

REITORIA
Av. Afonso Pena, 3880 - Cruzeiro
30130-009 - Belo Horizonte, MG
Tel. 0800 0300 200
www.fumec.br

CAMPUS
Rua Cobre, 200 - Cruzeiro
30310-190 - Belo Horizonte, MG
Tel. (31) 3228-3000
www.fumec.br

A Deus, Que me deu coragem para começar e força para ir até o fim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus! Obrigada, Senhor Jesus, por tudo! Sou grata por essa vitória!

A todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho chegasse à conclusão. Aos professores, funcionários e coordenadores da Fumec-BH. Em especial, ao Professor Luiz Cláudio Gomes Maia, meu orientador.

Aos participantes da banca de defesa da dissertação: Professoras Elisângela Cristina Aganette e Amanda Damasceno de Souza e Professor Rodrigo Fonseca e Rodrigues.

A minha família, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos bons ou ruins. Principalmente a meu pai José e a minha mãe Terezinha.

Aos meus amigos que deixei de visitar para dedicar-me aos estudos em minha casa. Em especial, à Viviâne de Almeida Torres, que me incentivou a iniciar esta caminhada e foi parceira nas tarefas no mestrado.

Agradeço por concluir essa etapa da minha vida, que se enche de esperança nos projetos futuros.

“Porque é o Senhor quem dá a sabedoria, e de sua boca procedem conhecimento e prudência”. **Provérbios 2:6**

RESUMO

VIEIRA, Tissiane Torres. **Ontologias e interatividade em ambientes virtuais de aprendizagem**. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento) – Faculdade de Ciências Empresariais, Universidade Fumec, Belo Horizonte, 2018.

O uso das tecnologias de informação e comunicação inseridas na educação a distância transformou o sistema de ensino e tornou-se fator de importância para a aprendizagem. Nesse contexto, a aplicação da ontologia nos ambientes virtuais de aprendizagem exerce importante papel na melhoria desses sistemas, pois permite a descrição semântica do conteúdo, serve de base para a construção de agentes e torna os ambientes mais interativos. Estudos revelam que os padrões que descrevem o conteúdo dos recursos das plataformas de ensino *online* ainda necessitam de organização semântica para diminuir a dificuldade percebida pelo usuário que as utiliza. Desse modo, o objetivo da pesquisa foi analisar a aplicação de ontologias no ambiente virtual de aprendizagem. E, diante desse cenário, faz-se a seguinte indagação: quais elementos que descrevem o domínio dos ambientes virtuais de aprendizagem podem servir de base no desenvolvimento de modelo baseado em ontologia para a representação de seus conteúdos e de suas relações interativas? A coleta dos dados foi realizada por meio da revisão sistemática da literatura. A partir das informações coletadas, desenvolveu-se o modelo de relações ontológicas de interatividade utilizando-se o método *Ontology Development 101*. O modelo ontológico desenvolvido foi aplicado na análise de cursos oferecidos nas plataformas digitais Chamilo, EdX, Moodle e EDMODO. Verificou-se que os elementos apresentados no modelo ontológico proposto estão presentes nos ambientes virtuais de aprendizagem analisados. Percebeu-se, também, que não existe uma representação padrão dos conceitos que descrevem esses elementos, e a utilização de ontologia nessas plataformas *online* ainda necessita de mais estudos empíricos. Assim, a ontologia sendo utilizada na representação dos elementos dos ambientes de ensino *online* leva ao aprimoramento desses sistemas e contribui para a interatividade.

Palavras-chave: Ontologia. Educação a Distância. Ambiente Virtual de Aprendizagem.

ABSTRACT

VIEIRA, Tissiane Torres. *Ontologies and interactivity in virtual learning environments*. 2018. 123 p. Dissertation (Professional Master's in Information Systems and Knowledge Management) – Faculty of Business Sciences, Fumec University, Belo Horizonte, 2018.

The use of information and communication technologies inserted in distance education transformed the education system and became an important factor for learning. In this context, the application of ontology in virtual learning environments plays an important role in the improvement of these systems, as they allow the semantic description of the content, serve as the basis for the construction of agents and make the environments more interactive. Studies point out that the patterns that describe the content of the resources of the online teaching platforms still need semantic organization to reduce the difficulty perceived by the users that use them. In this way, the objective of the research is to analyze the application of ontologies in the virtual learning environment. And, in view of this scenario, the following question is asked: What are the elements, which describe the domain of virtual learning environments, can serve as a basis in the development of an ontology-based model for the representation of its contents and its interactive relations? Data collection was conducted through systematic literature review. Based on the information collected, the ontological interactivity model was developed using the Ontology Development 101 method. The ontological model developed was applied in the analysis of courses offered in the digital platforms Chamilo, EdX, Moodle and EDMODO. It was verified that the elements presented in the proposed ontological model are present in the analyzed virtual learning environments. It was also realized that there is no standard representation of the concepts that describe these elements and the use of ontology in these online platforms still needs more empirical studies. Thus, the ontology used in the representation of elements of virtual learning environments leads to the improvement of these systems and contributes to interactivity.

Keywords: Ontology. Distance Education. Virtual learning environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Herança de classes.....	38
FIGURA 2 - Tipos de ontologias e seus relacionamentos.....	39
FIGURA 3 - Relações hierárquicas para a classe “recursos”	40
FIGURA 4 - Classe: categoria_cursos.....	41
FIGURA 5 - Subclasses e superclasses das ferramentas de interação.....	42
FIGURA 6 - Esquema de seleção dos estudos da RSL	50
FIGURA 7 - Visão geral das classes do AVA geradas na ferramenta <i>Protégé</i>	57
FIGURA 8 - Classes e hierarquias de classes representadas na ferramenta <i>Protégé</i>	58
FIGURA 9 - Visão geral do modelo <i>OntoSakai</i>	59
FIGURA 10 - Representações parciais das ontologias que compõem o <i>OntoSakai</i>	60
FIGURA 11 - <i>SakaiCoreOnt</i> : representação das ferramentas de aprendizagem e conteúdo..	61
FIGURA 12 - Elementos básicos do sistema “ <i>m-learning</i> ”	63
FIGURA 13 - Propriedades dos objetos no AVA.....	63
FIGURA 14 - Modelo de personalização.....	64
FIGURA 15 - Modelo de dados do aluno.....	64
FIGURA 16 - Termos e regras no domínio do <i>e-learning</i>	65
FIGURA 17 - Módulo principal da ontologia de <i>e-learning</i>	66
FIGURA 18 - Módulo material de estudo.....	67
FIGURA 19 - Representações dos atores do modelo <i>FoafLMS</i>	68
FIGURA 20 - Relações abstratas de conhecimento e tema.....	69
FIGURA 21 - Classes: “pessoa” e “curso” do modelo <i>ONTODAPS</i>	70
FIGURA 22 - Características dos objetos de aprendizagem.....	70
FIGURA 23 - Elementos da ontologia do modelo do aluno.....	72
FIGURA 24 - Ontologia de objetos de aprendizagem na ferramenta <i>Protégé</i>	73
FIGURA 25 - Visão geral das classes principais do AVA para o modelo proposto	78
FIGURA 26 - Visão geral da classe usuário e subclasses para o modelo proposto	79
FIGURA 27 - Visão geral da classe conteúdo e subclasses para o modelo proposto	79
FIGURA 28 - Visão geral da classe curso e subclasses para o modelo proposto	80
FIGURA 29 - Restrições das classes aluno, professor, administrador e usuário	83
FIGURA 30 - Restrições das propriedades: ampliação da Figura 1.....	84
FIGURA 31 - Facetas das classes aluno, professor e administrador.....	84
FIGURA 32 - Instâncias para a classe aluno	85

FIGURA 33 - Instâncias para a classe professor	85
FIGURA 34 - Instâncias para a classe administrador	86
FIGURA 35 -Visão geral das classes e subclasses do modelo proposto em Protégé(2018) ...	87
FIGURA 36 - Visão geral das propriedades relacionais do modelo proposto em <i>Protégé</i> (2018)	88
FIGURA 37 - Modelo proposto: relações ontológicas de interatividade no AVA	89
FIGURA 38 – Visão geral do modelo de relações ontológicas de interatividade proposto – representação na ferramenta Protégé (2018)	90
FIGURA 39 - Página de curso na plataforma Chamilo.....	92
FIGURA 40 - Página inicial do curso de Ecoturismo no AVA Chamilo.....	93
FIGURA 41 - Página de curso ofertado no EdX.....	94
FIGURA 42 - Página de curso no ambiente Moodle da UFSC.....	96
FIGURA 43 - Área de navegação e <i>links</i> para interação no Moodle UFSC.....	97
FIGURA 44 - Página de curso criada na plataforma EDMODO.....	101
FIGURA 45 - Criação de pastas no AVA EDMODO	103
FIGURA 46 – Modelo Ontológico de Interatividade completo em Protégé (2018).....	121
FIGURA 47 – Modelo Ontológico de interatividade – classe conteúdo	122
FIGURA 48 – Modelo Ontológico de interatividade – classe curso	122
FIGURA 49 – Modelo Ontológico de interatividade – classe usuário	122
FIGURA 50 – Legenda das relações ontológicas do modelo	122
FIGURA 51 - Modelo de ontologia proposto por Montenegro-Marin et al. (2011)	123

LISTA DE GRÁFICO

GRÁFICO 1 - Artigos encontrados.....	50
--------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Ferramentas comunicacionais.....	32
QUADRO 2 - Tipos de interação.....	34
QUADRO 3 - Procedimentos metodológicos.....	47
QUADRO 4 - Tipos de eventos gerados pelas ferramentas utilizadas no AVA.....	62
QUADRO 5 - Papel de cada usuário no AVA.....	62
QUADRO 6 - As diferentes características do modelo de aluno	71
QUADRO 7 - Características dos objetos de aprendizagem.....	72
QUADRO 8 – Lista parcial dos termos do AVA retirados dos textos da RSL.....	75
QUADRO 9 - Propriedades descritivas das classes e subclasses no AVA.....	81
QUADRO 10 - Propriedades relacionais das classes no AVA.....	82
QUADRO 11 - Instâncias para objetos de aprendizagem e ferramentas de colaboração e avaliação.....	86
QUADRO 12 - Comparativo entre os termos do modelo ontológico e termos dos AVAs analisados.....	98
QUADRO 13 - Análise do modelo ontológico no AVA EDMODO.....	102
QUADRO 14 - Referências dos dezesseis textos selecionados na RSL.....	116
QUADRO 15 – Lista completa dos termos do AVA retirados dos textos da RSL	117
QUADRO 16 - Termos do modelo ontológico proposto: definições em linguagem natural ...	120

LISTA DE TABELA

TABELA 1 - Relação de termos escolhidos como classes nos textos da RSL.....	76
-----------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADOOLES	<i>Ability and Disability Ontology for Online LEarning and Services</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CD-ROM	<i>Compact Disc Read-Only Memory</i>
CENED	Centro Nacional de Educação a Distância
DVD	<i>Digital Versatile Disc</i>
EAD	Educação a Distância
FAQ	Perguntas frequentes
FOAF	<i>Friend of a Friend</i>
GPA	<i>Grade Point Average</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IMS	<i>Instructional Management Systems</i>
IWT	<i>Intelligent Web Teacher</i>
KOS	<i>Knowledge Organization System</i>
LARC	Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores
LiMe	<i>Liverpool Metadata</i>
LIP	<i>Learner Information Package</i>
LMS	<i>Learning Management Systems</i>
LOCO	<i>Learning Object Context Ontology</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
MEC	Ministério da Educação
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MOODLE	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
MOOC	<i>Massive Open Online Courses</i>
OAI	Objetos de Aprendizagem Interativo
OC	<i>OntoCompetence</i>
ODM	<i>Ontology Definition Metamodel</i>
OTKM	<i>On-To-Knowledge</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
pdf	<i>Portable Document Format</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura

SCO	<i>SakaiCoreOnt</i>
SLO	<i>SakaiClassificationOnt</i>
SPO	<i>SakaiProfileOn</i>
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VARK	<i>Visual, auditive, reading e kinesthetic</i>
www	<i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO¹

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Justificativa.....	19
1.2 Objetivos.....	21
<i>1.2.1 Objetivo geral.....</i>	<i>21</i>
<i>1.2.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>21</i>
1.3 Aderência ao programa de mestrado.....	22
1.4 Estrutura da pesquisa.....	22
2 TRABALHOS RELACIONADOS.....	23
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	28
3.1 Educação a distância.....	28
3.2 Ambiente virtual de aprendizagem.....	30
<i>3.2.1 Ferramentas no AVA.....</i>	<i>32</i>
<i>3.2.2 Interação e interatividade no AVA.....</i>	<i>33</i>
3.3 Sistemas de organização do conhecimento.....	34
<i>3.3.1 Ontologia.....</i>	<i>36</i>
<i>3.3.2 Ontologias e modelos conceituais.....</i>	<i>43</i>
<i>3.3.3 Ontologias: métodos, modelos ou abordagens para desenvolvimento.....</i>	<i>44</i>
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	47
4.1 Tipo de pesquisa	47
4.2 Objeto de estudo e amostragem	48
4.3 Técnica de coleta de dados	48
4.4 Análise dos dados	51
4.5 Técnica de interpretação de dados	55
<i>4.5.1 Determinar o domínio e o escopo da ontologia (passo 1)</i>	<i>56</i>
<i>4.5.2 Considerar o reuso de ontologias existentes (passo 2)</i>	<i>57</i>
<i>4.5.3 Listar termos importantes (passo 3)</i>	<i>73</i>

¹ Este trabalho foi revisado de acordo com as novas regras ortográficas aprovadas pelo Acordo Ortográfico assinado entre os países que integram a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em vigor no Brasil desde 2009. E foi formatado de acordo com a ABNT NBR 14724 de 17.04.2016.

<i>4.5.4 Definir as classes e hierarquias de classes (passo 4)</i>	77
<i>4.5.5 Definir propriedades das classes (slots) (passo 5)</i>	80
<i>4.5.6 Definir as restrições das propriedades (facetas) (passo 6)</i>	83
<i>4.5.7 Criar instâncias (passo 7)</i>	85
<i>4.5.8 Visão geral do modelo ontológico de interatividade proposto</i>	87
5 RESULTADOS	91
5.1 Ambiente virtual de aprendizagem Chamilo	91
5.2 Ambiente virtual de aprendizagem EdX	93
5.3 Ambiente virtual de aprendizagem Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (MOODLE)	95
5.4 Análise dos AVAs EdX, Moodle e Chamilo e o modelo proposto	97
5.5 Ambiente virtual de aprendizagem EDMODO	100
5.6 Resultados da análise dos AVAs conforme o modelo proposto	104
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES	116
ANEXO	123

1 INTRODUÇÃO

Com o uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs), professores e aprendizes estão mais dinâmicos e a interatividade com o sistema de ensino passa a ser fator de importância para a aprendizagem. Isso porque as tecnologias inseridas na educação, nos últimos anos, transformaram o controle do ambiente de ensino e, principalmente, a prática docente e o comportamento discente, havendo uma imposição na educação a distância (EAD) pela interação permanente, comunicação e diálogo (SILVA, 2011).

A EAD “é uma realidade que cresce em ritmo com os avanços das TICs em todo o mundo” (BRAGLIA, 2014, p. 25) e possibilitou o acesso a “grande número de informações, permitindo a interação e a colaboração entre pessoas distantes geograficamente ou inseridas em contextos diferenciados” (ALVES, 2011, p. 84). Nesta modalidade educacional, a mediação didático-pedagógica, nos processos de ensino e aprendizagem, ocorre com a utilização de meios e TICs, com pessoal qualificado, políticas de acesso, acompanhamento e avaliação compatíveis (BRASIL, 2016).

Conforme dados do Ministério da Educação (MEC), no Censo da Educação Superior, o número de alunos matriculados na modalidade a distância já atingiu “quase 1,5 milhão em 2016, o que já representa participação de 18,6% do total de matrículas da educação superior” (BRASIL, 2017, p. 7). Entre 2006 e 2016, o número de ingressantes variou positivamente quase quatro vezes (297,3%) nos cursos a distância. No período de 2015 a 2016, a EAD aumentou mais de 20% (BRASIL, 2017, p. 12). E no ano de 2016 o Censo constatou que a modalidade a distância teve aumento de 7,2% nas matrículas, entre as quais “mais de 40% das matrículas de cursos tecnológicos já são a distância” (BRASIL, 2017, p. 9) e, “nas vagas remanescentes, a modalidade a distância ocupou 11,1%” (BRASIL, 2017, p. 11).

Nesse contexto, os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) desempenham importante papel, principalmente na modalidade totalmente *online*, pois “reúnem uma série de recursos e funcionalidades cuja utilização em atividades de aprendizagem é possibilitada e potencializada pela Internet” (FILATRO, 2008, p. 119). Seus mecanismos didático-pedagógicos (fóruns de discussão, debates, reuniões virtuais, *chats*, entre outros) foram criados para sanar a diminuição da interação face a face nesses ambientes de ensino virtual, haja vista a necessidade de o professor e os alunos se expressarem por escrito, tanto envolvendo a resolução de dúvidas quanto a realização de atividades propostas (SILVA; SHITSUKA; PASCHOAL, 2015, p. 2).

Além disso, Braglia (2014, p.122) observou também que há uma “necessidade crescente de organização semântica” no AVA, pois, segundo o autor, nesse ambiente é gerada grande massa de informações que dificultam o acesso e a interatividade nos recursos de aprendizagem. Nesse contexto, as ontologias se destacam e exercem importante papel em AVA, pois podem servir de base para tornar esses ambientes mais interativos, ao possibilitar a descrição semântica do conteúdo (STOJANOVIC; STAAB; STUDER, 2001) e tornar seus recursos evidentes. Segundo Müller (2011, p. 48), as ontologias são “fundamentais para a normalização de conceitos e as relações estabelecidas entre eles”.

Desse modo, uma ontologia pode definir um vocabulário comum ao AVA, incluindo “definições interpretativas por máquina de conceitos básicos no domínio e relações entre eles” (NOY; MCGUINNESS, 2001, p. 1). É uma forma de representação de conhecimento sobre o domínio do AVA ou parte dele. E, segundo Gruber (2008), as ontologias podem ser utilizadas para realizar dedução sobre os objetos desse domínio, seus conceitos e seus relacionamentos e representam classes, atributos e relações entre membros da classe.

Por esse motivo, como questão de pesquisa, indaga-se: quais elementos que descrevem o domínio dos ambientes virtuais de aprendizagem podem servir de base no desenvolvimento de modelo baseado em ontologia para a representação de seus conteúdos e de suas relações interativas?

1.1 Justificativa

Os AVAs “funcionam como o local onde se realizam as ações educacionais. Eles permitem a publicação, o armazenamento e a distribuição de materiais didáticos, assim como a comunicação entre alunos e equipe de suporte” (FILATRO, 2008, p.120). É nesse sistema que se reflete apropriadamente o “conceito de sala de aula *online*” (FILATRO, 2008, p. 120). No entanto, a disposição desses AVAs como repositórios de conteúdos não é o suficiente (SILVA, 2011), uma vez que, apesar de ser o espaço de construção de conhecimento, nem sempre seus recursos de interatividade disponibilizados têm efetiva utilização por parte dos usuários desse ambiente de aprendizagem (ANTUNES; BATISTA, 2016).

Antunes e Batista (2016), em seus estudos sobre a interação entre os participantes da EAD, notaram que o uso das tecnologias digitais ainda desperta estresse entre alunos e professores, os quais demonstraram sentimentos como resistência, medo, raiva, afago e respeito, “assim como relações de poder e autonomia, ora praticadas por professores, ora por alunos” (ANTUNES; BATISTA, 2016, p. 35). Nota-se que, tanto na dimensão interna

(relação discentes-coordenação; relação pessoal de apoio-docentes), quanto externa (relação usuário-instituição; relação docentes-discentes; relação pessoal de apoio-discentes), os recursos do AVA são subutilizados, comprometendo o desenvolvimento das atividades educativas e o trabalho colaborativo (ANTUNES; BATISTA, 2016).

Os autores perceberam que “dificuldades como desmotivação do aluno e professor, falta de afetividade, descompromisso e desconhecimento são comumente encontradas nos relacionamentos entre professores e alunos na EAD” (ANTUNES; BATISTA, 2016, p. 33). Biegging e Busarello (2014) acrescentam que a interatividade é ponto-chave para a participação entre professores e alunos, entre produtores e usuários das mídias na geração das informações e na construção do conhecimento dentro do sistema.

Para Gaeta, Orciuoli e Ritrovato (2009), os padrões propostos para descrever o conteúdo dos recursos do AVA não conseguiram ser compreensíveis aos usuários, dificultando a reutilização efetiva desse sistema. Mesmo com as possibilidades de acompanhamento e orientação oferecidas por suas ferramentas de recursos e atividades de estudo, a participação interativa entre professores e alunos, entre produtores e usuários está pouco utilizada. Em vista disso, o espaço de construção do conhecimento amparado pelo AVA pode ser comprometido por essas limitações.

A EAD está centrada na *Web* e possui estrutura e recursos variados disponíveis, mas necessita de efetiva estruturação semântica a partir das relações de significados (MÜLLER, 2011). Por isso, é necessário que os elementos e recursos de interatividade nos AVAs sejam anotados com informações semânticas por meio de ontologias, que irão identificar esses elementos, os recursos e os relacionamentos semânticos entre eles. O ideal é que suas ferramentas de interatividade devam ser efetivamente percebidas e manipuladas para que se cumpra o desenvolvimento das atividades educativas e a realização do ensino-aprendizagem.

A descrição semântica e hierárquica nesses ambientes delineada na ontologia pode servir de orientação para agentes inteligentes que são capazes de compreender os relacionamentos entre entidades – alunos/atividades e tutor/atividades, por exemplo – e fazer as inferências necessárias (MÜLLER, 2011, p. 50), dando a possibilidade de saber como essa interação ocorre e de que forma ela pode ser aproveitada.

Diante de tantos desafios de interação entre os participantes da EAD (ANTUNES; BATISTA, 2016; LUZ, 2015), a ontologia pode ser utilizada para representar o conjunto de elementos interativos no domínio dos AVAs, pois ela “define formalmente as relações entre termos e conceitos” (SOUZA; ALVARENGA, 2004, p. 6) e dá significado à informação por meio das relações entre os seus elementos (LUZ, 2015, p. 25), permitindo “a instauração de

sentido, mas o sentido atualizado de acordo com o contexto do leitor, minimizando a polissemia para quem busca determinado assunto” (PICKLER, 2007, p. 67). Desse modo, a ontologia pode influenciar a interatividade do usuário, pois se torna um meio de comunicação entre usuário e sistema (MOREIRA, 2002). E suas estruturas com anotação semântica descrevem formalmente os conceitos de determinado domínio, de forma clara e precisa, formalizando-os de modo a serem tratados por computadores (MÜLLER, 2011).

Portanto, ao proporcionar estudos envolvendo as ontologias nos AVAs, a pesquisa colabora com dados para facilitar a interatividade nesses sistemas, potencializando a geração de informação e construção de conhecimento. A fim de agregar mais valor à experiência no processo de ensino-aprendizagem, bem como proporcionar aos seus criadores mais simplicidade na administração e gestão de seus conteúdos e recursos.

Além do mais, também pode contribuir para o campo de pesquisas na área de EAD e AVA, bem como no campo de representação, recuperação e organização do conhecimento, em que a ontologia, inserida nos campos da Ciência da Computação e Ciência da Informação, representa o conhecimento para viabilizar a interação entre pessoas e ambiente *Web*.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a aplicação de ontologias em ambiente virtual de aprendizagem.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar modelos ontológicos para aplicação em recursos interativos do ambiente virtual de aprendizagem, a fim de reusá-los no desenvolvimento do modelo de relações ontológicas de interatividade.
- b) Desenvolver um modelo de relações ontológicas de interatividade no Ambiente Virtual de Aprendizagem.
- c) Analisar os AVAs conforme modelo de relações ontológicas de interatividade desenvolvido pela autora.

1.3 Aderência ao programa de mestrado

O trabalho se posiciona na linha de pesquisa em Tecnologias e Sistemas de Informação do Programa de Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade Fumec.

O trabalho é interdisciplinar, pois aborda estudos relacionados a sistemas de gerenciamento de aprendizagem, tecnologias de informação e comunicação (TIC), Ciência da Informação, sistemas de organização do conhecimento - *Knowledge Organization System* (KOS), ontologia e educação.

Considerando a relevância do tema e dos estudos relacionados, o trabalho atende aos interesses acadêmicos e profissionais do programa e se adéqua aos objetivos do mestrado, contribuindo para o campo de pesquisa em educação a distância, Ciência da Informação e Ciência da Computação.

1.4 Estrutura da pesquisa

Esta introdução trata do tema, do problema, objetivos, justificativa, abordagem da pesquisa e a aderência ao programa de mestrado. Os próximos capítulos estão divididos em: Trabalhos relacionados; Fundamentação teórica; Procedimentos metodológicos; Resultados; Considerações finais; Referências; Apêndices e Anexos.

No capítulo sobre “Trabalhos relacionados”, relacionam-se as pesquisas que tratam do objeto da pesquisa - aplicações de ontologias em ambiente virtual de aprendizagem. No capítulo sobre “Fundamentação teórica”, a pesquisa bibliográfica embasou o esclarecimento sobre educação a distância, ambiente virtual de aprendizagem e ontologias.

Nos “Procedimentos metodológicos” são descritos os métodos, técnicas e abordagem da pesquisa; registram-se as informações sobre a revisão sistemática da literatura (RSL) com as pesquisas dos autores dos textos que tratam do assunto; e listam-se os passos para o desenvolvimento do modelo ontológico de interatividade utilizando-se o método *Ontology Development* 101.

No capítulo “Resultados”, os sistemas de ensino *online* foram analisados baseando-se no modelo de relações ontológicas de interatividade proposto. Por fim, foram apresentadas as considerações finais, referências bibliográficas utilizadas, apêndices e anexos.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Os estudos que tratam da ontologia em AVA e no domínio da EAD já existem. Os autores buscaram métodos para melhorar tanto os processos de ensino-aprendizagem quanto os recursos utilizados para esse fim. Os trabalhos relacionados ao uso de ontologias no AVA demonstraram o grande interesse da comunidade acadêmica em utilizar recursos tecnológicos que trazem melhorias a esse ambiente de ensino, facilitando a interatividade e o acesso a seus elementos.

Luz (2015) desenvolveu um padrão para construção de objetos de aprendizagem interativos (OAI) que foi descrito por uma ontologia com a linguagem *Web Ontology Language* (OWL), considerando os princípios da *Web Semântica* para definir todo o domínio do conceito e aumentar a possibilidade de reuso dos objetos. Segundo o autor, a “ontologia serviu como base para que os OAIs pudessem ser implementados por qualquer ambiente de aprendizagem” (LUZ, 2015, p. 4). E a criação da ontologia considerou cinco aspectos identificados como principais no modelo: objeto aprendizagem (*LearningObject*), conteúdo (*Content*), metadados (*Metadata*), agregações (*Aggregate*) e vocabulário (*Vocabulary*).

Ao propor o padrão para a construção de OAI, Luz (2015) desenvolveu conteúdo educacional interativo, por meio do uso da ontologia. Assim, seu trabalho tornou-se interessante para a presente pesquisa, a qual buscou textos que indicavam a utilização da ontologia na interatividade do AVA e seus recursos. Luz (2015) enfatizou somente os objetos de aprendizagem (OAs) e não o AVA como um todo. E mostrou que esses objetos podem ser descritos por ontologias e como isso influencia nas atividades e práticas educacionais do ambiente de aprendizagem. Essa informação foi importante para esta dissertação, pois os OAs foram um dos elementos representados na ontologia desenvolvida no domínio do AVA.

Braglia (2014) propôs a contribuição das ontologias para a construção de recursos gráficos (mídias) no processo do *design* instrucional em EAD. A pesquisa de Braglia (2014) abarcou o potencial do uso da engenharia do conhecimento e da mídia do conhecimento na otimização dos processos de *design* instrucional na elaboração de materiais didáticos para EAD e no estabelecimento do uso de ontologias como base para melhorias e transformações do *design* instrucional. A partir da concepção de um modelo que atribui o uso de extração de informação e ontologias, o autor auxiliou na etapa de gerar as diretrizes estratégicas de comunicação visual e criação de interface baseada nos padrões extraídos do texto e, nessa fase, elaborar pressupostos gráficos de *design* instrucional, como quadros de interatividade com o aluno, atividades e dicas.

A pesquisa de Braglia (2014) não enfatizou o domínio do AVA, mas sim o domínio do *Design Instrucional*. Mesmo assim, seu trabalho contribuiu com esta pesquisa por trazer informações sobre ontologias, AVA e EAD. Após leituras do trabalho do autor, constatou-se que a modalidade EAD tem crescentes demandas por recursos educacionais que utilizam tecnologias para melhorar e transformar os processos de ensino-aprendizagem. Entendeu-se a necessidade proposta pelo autor, quando ele sugeriu o uso das ontologias para a descrição semântica dos recursos e processos, os quais são suporte ao conteúdo/material didático ministrado ao aluno no domínio do AVA. Desse modo, a exploração do tema nesta dissertação justifica-se.

O modelo utilizando ontologias OWL e regras SWRL foi criado por Silva e Bezerra (2013). Eles propuseram um modelo do aluno baseado em ontologias e o uso da linguagem SWRL para sugerir possíveis táticas a serem empregadas ao estudante de acordo com o seu perfil. O modelo “se baseia nos conceitos de sistema tutor inteligente, teorias da aprendizagem e na análise do perfil do estudante” (SILVA; BEZERRA, 2013, p. 797). A pesquisa buscou inferir quais estratégias de ensino usar baseando-se no perfil do aluno e suas interações com um sistema computacional.

Percebeu-se que o modelo proposto por Silva e Bezerra (2013) destacou o uso das ontologias para representar o aluno e não o AVA como um todo. Essas informações foram importantes para identificar um dos públicos-alvo da presente pesquisa - o aluno - e mostrar quais são os elementos de seu perfil e suas interações no ambiente de ensino. Com essas informações, constatou-se a importância e a necessidade da representação da ontologia do aluno no domínio do AVA neste trabalho.

Foi proposto por Frota (2012) um processo de recomendação personalizada que se baseia em sistemas multiagentes e em uma ontologia estendida da especificação *IMS Learner Information Package* (LIP). O sistema detecta dúvidas dos alunos em um AVA e são direcionadas aos membros da comunidade que possuem o perfil mais adequado para solucioná-las. O sistema multiagente utiliza a ontologia de modelo de aluno desenvolvida para “auxiliar as atividades dos alunos no ambiente de indicação personalizada de algum estudante de mesmo curso” (FROTA, 2012, p. 2). E as ontologias e os agentes de *software* podem “identificar os aspectos semânticos do ambiente e agir conforme os eventos dinâmicos que ocorrem no ambiente” (FROTA, 2012, p. 4).

Assim como Silva e Bezerra (2013), Frota (2012) pesquisou sobre o uso das ontologias para representar o perfil do aluno e apresentou um modelo cujas informações tinham o ponto de vista do tutor a respeito do aluno. Essa proposta do autor contribuiu para

esta pesquisa com informações sobre ferramentas e aplicações de ontologias ao perfil do aluno, representando o seu conhecimento e suas habilidades cognitivas. Frota (2012) aplicou a ontologia no sistema multiagente, que foi integrado ao AVA para promover a interação. Já nesta dissertação a ontologia desenvolvida representou as relações de interatividade do domínio do AVA e o perfil do aluno foi um dos componentes que integraram essas relações.

Valaski (2012) realizou pesquisa para “avaliar o desempenho de ontologias para classificação de materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem e a área de Engenharia de *software*” (VALASKI, 2012, p. 7). Algumas metas pretendidas pela autora foram: desenvolver ontologia para estilo de aprendizagem no campo da Engenharia de *software* e construir um ambiente de aprendizagem apoiado por ontologia, que teria seu desempenho avaliado.

O ambiente organizacional foi o ponto de interesse de Valaski (2012), que propôs a aplicação da ontologia no domínio de conhecimento específico de estilos de aprendizagem, com a finalidade de auxiliar os treinamentos de profissionais da área de Engenharia de *Software*. Por outro lado, o ambiente educacional foi interesse deste estudo, que analisou a aplicação da ontologia no domínio genérico do AVA para ser base de qualquer área de conhecimento destinada ao ensino. As ontologias propostas por Valaski (2012) despertaram o interesse em aprofundar os estudos sobre os estilos de aprendizagem e aplicá-los nas representações de ontologias no domínio do AVA do ambiente educacional.

A M_ONTO, que é uma ontologia inserida no domínio da EAD especificamente ligada ao ambiente *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (MOODLE), foi recomendada por Müller (2011), a fim de contribuir com a melhoria do AVA. Seu propósito foi descrever as categorias, conceitos e relações nesse ambiente. O estudo buscou na “semântica uma abordagem para representar a descrição e conceituação do domínio EAD, possibilitando a construção da ontologia” (MÜLLER, 2011, p. 141) e as “relações sintagmáticas tiveram uma grande influência na maneira como a ontologia foi construída e caracterizaram-se como uma forma diferenciada de estabelecer os relacionamentos entre as classes” (MÜLLER, 2011, p. 142).

Müller (2011) utilizou a semântica para descrever e conceituar o domínio EAD e não seguiu um tipo específico de metodologia para a construção da ontologia que propôs. Já na presente pesquisa, o método para o desenvolvimento da ontologia representada foi o *Ontology Development 101*, ou “Método 101”, descrito posteriormente; e a descrição dos termos e conceitos baseou-se no reuso de modelos ontológicos já construídos e aplicados nos ambientes de aprendizagem apresentados nas pesquisas.

Destaca-se que o trabalho de Müller (2011) foi uma importante fonte de informações e sua proposta assemelhou-se a este trabalho, quando ela criou um modelo de ontologia que foi aplicado no domínio do AVA *Moodle*. A diferença é que na presente pesquisa a ontologia proposta foi aplicada em outros AVAs disponíveis, inclusive o *Moodle*.

Um *framework* fundamentado no *Ontology Definition Metamodel* (ODM) e no modelo *Web Ontology Language* (OWL) foi sugerido por Cantele (2009) para construção acelerada de representações iniciais de ontologias para o domínio da educação. Para testar o *framework* e obter entendimento inicial do domínio, foram considerados sistemas educacionais *Learning Management Systems* (LMS) utilizados por grandes universidades brasileiras. Segundo a autora, a proposta “simplifica o processo de criação de representações iniciais de ontologias e estabelece um ponto de partida importante para o trabalho do engenheiro de ontologias” (CANTELE, 2009, p. 162).

A aplicação desse *framework* proposto por Cantele (2009), no domínio da Educação, gerou informações importantes para entender esse domínio, mesmo tendo como foco o desenvolvimento dos trabalhos dos engenheiros de ontologias. As informações colaboraram para o desenvolvimento deste estudo, no entanto, o modelo de ontologia desenvolvido não foi possível reusar, pois Cantele (2009) enfatizou, sobretudo, os detalhes técnicos de engenharia de ontologias.

Em sua pesquisa, Araújo (2003) recomendou uma modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem baseada na *Web Semântica* para a plataforma CoL, cursos *on Larc*, que é um sistema de gerenciamento de cursos a distância, desenvolvido pelo Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores (LARC) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. A finalidade do seu trabalho foi organizar e estruturar os materiais de aprendizagem, possibilitando pesquisas mais bem estruturadas e permitir o compartilhamento de materiais.

A utilização do trabalho de Araújo (2003) nesta pesquisa justificou-se por apresentar informações sobre a descrição semântica de materiais de aprendizagem e por servir de base de conhecimento sobre esses elementos no AVA. O autor informou que não implantou o modelo que propôs na plataforma CoL, mas levantou a metodologia que possibilitaria essa implantação. Mesmo assim, essas informações contribuíram para a presente dissertação, pois os materiais de aprendizagem também foram um dos elementos do modelo ontológico desenvolvido, o qual foi analisado em AVAs de instituições de ensino.

Os trabalhos relacionados descritos neste capítulo utilizaram a ontologia como um recurso importante na representação do conhecimento dos AVAs. As contribuições desses

trabalhos foram importantes para a presente investigação e cada trabalho apresentou elementos importantes na representação do conhecimento para o domínio pesquisado.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Educação a distância

A EAD já é a modalidade de ensino que mais cresce no Brasil e apresenta ampla expansão no mercado mundial. Seus recursos mediados pela *Web* facilitam o acesso do aluno à educação e abre grandes oportunidades de crescimento pessoal e profissional (ALVES, 2011; GOTTARDI, 2015; SILVA, 2011). Com o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC) como computadores, *chats*, *hiperlinks*, *e-book*, *webcam*, fóruns, videoconferência, Internet, entre outros, o ensino tornou-se muito mais dinâmico e atrativo ao proporcionar às pessoas o aprendizado de forma independente (GOTTARDI, 2015; SILVA, 2011).

As primeiras experiências em EAD como forma de ensino foram registradas no século XVIII, em 1728. No Brasil, em 1904, o Jornal do Brasil registrou o primeiro anúncio sobre o curso por correspondência para datilógrafo. Mais tarde, em 1939, o Instituto Monitor iniciou suas atividades e, em 1941, o Instituto Universal Brasileiro surgiu em São Paulo (ALVES, 2011).

Segundo Luz (2015), a popularização da Internet e dos sistemas operacionais, na década de 1990, possibilitou a ampliação do uso dos recursos tecnológicos por parte dos professores. O autor acrescenta que a possibilidade de utilização dessas aplicações *Web* para planejar, implementar e avaliar a aprendizagem é ampla, mas o uso desses recursos (sistemas de educação a distância, apresentações, vídeos, jogos educacionais e *quiz* de perguntas e respostas) de forma efetiva ainda é um desafio.

A EAD atende às atuais necessidades educacionais, pois, de acordo com Gottardi (2015, p. 110), “proporciona construção do conhecimento de forma colaborativa e em redes, independentemente de tempo e espaço, como forma de auxiliar na resolução de alguns problemas da educação brasileira”. As características essenciais da EAD são: “interatividade, aprendizagem à distância, flexibilidade de espaço/tempo, redes colaborativas, mais autonomia dos alunos, integração de mídias/linguagens” (SILVA, 2011, p. 3), entre outros recursos.

Para Silva, Shitsuka e Paschoal (2015), nessa modalidade de ensino o professor, juntamente com o tutor, deve dar atenção às formas específicas de exposição do conteúdo e do sistema de avaliação, além de buscarem formas de motivar e levar o aluno a construir relações de interação com o sistema para utilizar os recursos disponíveis como fonte de pesquisa e não depender somente das aulas propostas.

A partir desse ambiente de educação, os AVAs “disponibilizam diferentes ferramentas e um ambiente interativo para o desenvolvimento do processo educativo” (MÜLLER, 2011, p. 43). Filatro (2008, p. 107) acrescenta que experiências de aprendizagem significativas só são possíveis com interação e, por isso, a interface deve oferecer atividades de aprendizagem que exijam do aluno interação com conteúdo, ferramentas e com outras pessoas.

A EAD, como defende Braglia (2014), possui diversos tipos de mídias como suporte ao conteúdo que é ministrado para o aluno. Seja esse conteúdo impresso ou digital, diferentes formas de visualização de conteúdo são ofertadas. O autor acrescenta que os materiais didáticos em EAD podem ser caracterizados como recursos importantes para o viés de aprendizagem e se constituem como elos comunicativos entre professores, tutores e alunos, considerando os princípios da proposta pedagógica do curso em questão. Por isso, ao dimensioná-los, deve-se considerar as necessidades de acesso do público-alvo a essa modalidade de educação.

A educação *online* vincula-se ao avanço do sistema de ensino, que não exige mais a totalidade da presença física para comprovar a qualidade no processo de ensino-aprendizagem, rompendo com limites tradicionais, que pressupunham aulas virtuais com encontros síncronos². Assim, a “presença física cede, cada vez mais, lugar a uma forma de interação em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), desenvolvidos na internet” (SILVA; SHITSUKA; PASCHOAL, 2015, p. 12).

Para Silva (2011), a tecnologia que dá suporte aos ambientes virtuais de aprendizagem possibilita a aproximação homem-máquina. Em outras palavras, mesmo em espaços distantes e distintos, os usuários dos AVAs precisam se sentir como se estivessem unidos fisicamente, trabalhando e compartilhando experiências significativas de forma colaborativa. Acrescenta que essa característica é fundamental para ocorrer interatividade do curso e a aproximação entre usuários, evitando a desmotivação ou evasão nos cursos a distância.

Além disso, deve-se pensar também que, apesar de existirem diversos sistemas de apoio à educação a distância, a grande maioria ainda tem finalidade administrativa e se limita às tarefas burocráticas do ensino, como: divulgar materiais didáticos, administrar turmas de alunos, aplicar testes a partir da rede, supervisionar salas de *chats*, promover videoconferências, etc. Ou seja, somente as tarefas comuns e mais bem definidas são automatizadas para o professor aprimorar sua metodologia educacional, mas elas não

² **Síncrono:** que se realiza ao mesmo tempo que outro. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/sincrono>>

oferecem a esse professor recursos que vão facilitar a divulgação do conhecimento (ARAÚJO; FERREIRA, 2004).

É preciso que seus usuários (professores, alunos e tutores) possam interagir com os recursos e ferramentas de interatividade de forma efetiva para que esses sistemas de apoio à EAD, os quais não são estáticos, alcancem a finalidade de contribuir para a aprendizagem e mudança de comportamento.

3.2 Ambiente virtual de aprendizagem

O processo ensino-aprendizagem na EAD é mediado por TIC, em que o professor e aluno, apesar de separados espacial e/ou temporalmente, estão conectados. Nesse processo, o AVA tem muita importância, pois integram a construção de conhecimento e a interação entre docentes e discentes.

O AVA, também chamado de sistema de gestão da aprendizagem, opera em servidores *Web*. É um sistema de aprendizagem eletrônico que permite “a publicação, o armazenamento e a distribuição de materiais didáticos, assim como a comunicação entre alunos e equipe de suporte” (FILATRO, 2008, p. 120). Segundo Silva (2011, p. 3), os AVAs “são formados por um conjunto de ferramentas para a construção e disponibilização de materiais didáticos e permitem integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos”.

O principal objetivo do AVA é ser um espaço de construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de atividades educativas, mediadas pelo uso de TICs, valorizando a interação e o trabalho colaborativo (MARTINS; TIZIOTTO; CAZARINI, 2016, p. 115). Possuem recursos como textos, imagens, *podcasts*, vídeos, etc. e suas ferramentas de interatividade são: *chats*, *wikis*, *e-mails*, listas abertas de mensagens, questionários, fóruns, conferências, *blogs*, portfólios, *quizzes*, etc. A interatividade é um dos princípios centrais da produção docente e da colaboração discente e o AVA apresenta interfaces e ferramentas decisivas para a construção dessa interatividade e do diálogo no ensino-aprendizagem (BIEGING; BUSARELLO, 2014, p. 151).

Além disso, a interatividade, hipertextualidade e conectividade são suas características fundamentais e “a flexibilidade da navegação e as formas síncronas e assíncronas³ de comunicação oferecem aos estudantes a oportunidade de definirem seus próprios caminhos de

³ **Assíncrono:** que não se realiza ao mesmo tempo que outro. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/assincrono>>

acesso às informações” (SILVA, 2011, p. 3), pois podem garantir aprendizagens personalizadas e afastar modelos massivos⁴ de ensino.

No início, os AVAs eram utilizados na educação baseados em estratégias relacionadas às suas funcionalidades para administração acadêmica sobre cursos e alunos, como: gerenciamento de arquivos e cópias de segurança, correio eletrônico, grupos de discussão, módulos de conteúdo, avaliação e relatórios (ARAÚJO, 2003; MÜLLER, 2011).

Atualmente, os AVAs rompem os limites da sala de aula presencial e têm grande relevância, pois suas ferramentas e instrumentos de apoio podem garantir o sucesso do processo de ensino e aprendizagem, tanto para as atividades presenciais em sala de aula, quanto para suporte de sistemas de educação a distância exclusivamente *online* (SILVA, 2011).

Nesses ambientes de ensino *online*, a comunicação pode ser feita de “um para um”, “um para muitos” e “muitas pessoas para muitas pessoas” (ALMEIDA, 2003, p. 332). A comunicação “um para um” caracteriza-se pelo envio e recebimento de mensagens, como é o caso da comunicação via *e-mail*; na comunicação “um para muitos” existe o mediador, que estabelece regras de conduta e faz intervenções necessárias, como ocorre nos fóruns de discussão (SILVA, 2011, p. 5); e na comunicação “muitos para muitos” todos os integrantes participam da criação e desenvolvimento, agindo de forma colaborativa, como ocorre nos *wikis* (ALMEIDA, 2003; SILVA, 2011).

Nessa dinâmica da EAD, os AVAs são ferramentas essenciais no gerenciamento dos cursos, nos fluxos de interação e comunicação e na aprendizagem colaborativa dos atores envolvidos (SILVA, 2011, p. 3). Filatro (2008, p. 120) define o AVA como a “sala de aula *online*” que “precisa atender às necessidades vinculadas ao contexto institucional, imediato e individual”. Segundo Filatro (2008), esses contextos são descritos como:

- a) **Contexto institucional:** o AVA deve integrar-se a sistemas de gestão acadêmica, de recursos humanos, de bibliotecas, de gerenciamento de conteúdo, entre outros;
- b) **contexto imediato:** o AVA deve ser simples em sua configuração, suporte e ferramentas, adequando-se ao domínio de conhecimento e abordagens pedagógicas e andragógicas⁵ de forma contextualizada;

⁴ Os modelos massivos de ensino proporcionam acesso a seu conteúdo na *Web* para grande número de alunos de diversas partes do mundo, sem barreiras de idade, sexo, escolaridade ou condição social.

⁵ Andragogia é o processo de ensino-aprendizagem de adultos.

- c) **contexto individual:** a interface deve ser agradável e agregar valor à experiência de aprendizagem, apresentando *feedback* e *layout* consistentes e materiais complementares que tornem estudos mais flexíveis.

Existem sistemas eletrônicos de aprendizagem disponíveis como, por exemplo: Sakai, Moodle, ATutor, Claroline, DotRLSn (MONTENEGRO-MARIN *et al.*, 2011), EDMODO, EdX, Chamilo, entre outros. Para este trabalho, os AVAs Chamilo, Moodle, EdX e EDMODO foram os objetos de análise, e o modelo de relações ontológicas desenvolvido foi aplicado para análise das ferramentas de interatividade desses ambientes de aprendizagem.

3.2.1 Ferramentas no AVA

As ferramentas do AVA são utilizadas para realizar diferentes atividades planejadas ou adaptadas, a fim de propiciar uma aprendizagem ativa, interagindo com mediadores, tutores e colegas virtuais. Nesse ambiente circulam textos, imagens, *podcasts*, vídeos, *e-mails*, listas abertas de mensagens, fóruns, portfólios, conferências, *chats*, *wikis*, *blogs*, *quizzes*, questionários, entre outros; “de maneira a integrar e potencializar o poder da aprendizagem por meio da comunicação adequada às distintas necessidades e características pessoais dos educandos” (SILVA, 2009⁶, *apud* MARTINS, TIZIOTTO; CAZARINI, 2016, p. 115).

As principais ferramentas presentes no AVA são: pedagógicas/ andragógicas, administrativas e comunicacionais. No presente trabalho serão enfatizadas as ferramentas comunicacionais, pois são estas que “possibilitam a interação entre os alunos e entre os alunos e o educador, dando visibilidade aos trabalhos desenvolvidos individual ou coletivamente” (FILATRO, 2008, p. 121). Essas ferramentas comunicacionais podem ser síncronas ou assíncronas, como descrito no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Ferramentas comunicacionais

Ferramentas síncronas	Ferramentas assíncronas
Permitem a comunicação em tempo real.	Permitem a comunicação entre as pessoas de modo que não precisam estar conectadas no mesmo espaço de tempo para que haja a interação.
Exemplos: salas de bate-papo, teleconferências, mensageiros instantâneos e lousa eletrônica (<i>whiteboard</i>).	Exemplos: <i>blog</i> , mural de avisos, correio eletrônico, lista de discussão, <i>podcast</i> , <i>wiki</i> e fórum de discussão.

Fonte: adaptado de Filatro (2008, p. 121).

⁶ SILVA, A.C. (Org.) **Aprendizagem em Ambientes Virtuais:** e educação a distância. Porto Alegre: Mediação, 2009. 176p.

Por essa complexidade de elementos e processos envolvidos no desenvolvimento e manutenção do AVA, a representação de conhecimento por meio de ontologias constitui-se em alternativa para resolver problemas associados à interatividade.

3.2.2 *Interação e interatividade no AVA*

Nos textos que tratam de educação, principalmente na modalidade *online*, há muitos conceitos de interação e interatividade. Esses conceitos geram muita confusão e por isso pretende-se defini-los conceitos de forma simples e clara, mas sem abordar aspectos filosóficos ou epistemológicos relacionados. Tori (2010, p. 84-85) traz a definição descrita no dicionário Houaiss:

- a) **Interação:** atividade ou trabalho compartilhado, em que existem trocas e influências recíprocas;
- b) **Interatividade:** capacidade de um sistema de comunicação ou equipamento de possibilitar interação.

Para Filatro (2008, p. 107), “a interação diz respeito ao comportamento das pessoas em relação a outras pessoas e aos sistemas. Ela está ligada à ação recíproca pela qual indivíduos e objetos se influenciam mutuamente”. E completa que a interatividade, por sua vez, é um pré-requisito para a interação, pois descreve a capacidade ou o potencial de um sistema de propiciar interação. Em outras palavras, a interatividade significa a “possibilidade para o usuário de interagir com o produto (ou de fazer o produto interagir com suas necessidades, interesses, vontade, decisões)” (BRAGA, 1999, p. 141).

Moore (1989) sugere que as aplicações em EAD devem ter, no mínimo, três tipos de interações: interação estudante-conteúdo; interação estudante-professor; interação estudante-estudante (QUADRO 2). Além disso, devem-se considerar as interações professor-professor, professor-conteúdo e conteúdo-conteúdo que também são muito importantes para as aplicações básicas da EAD e contribuem para a produção e pesquisas nesse ambiente.

QUADRO 2 - Tipos de interação

Interação estudante-conteúdo	Interação estudante-professor	Interação estudante-estudante
O texto didático é a forma mais antiga de interação com o conteúdo, em educação a distância. Atualmente, os estudantes interagem com o conteúdo por meio de computadores, televisão, <i>softwares</i> , CD-ROMs e DVDs.	Nessa interação, os professores estimulam o interesse do aluno e procuram mantê-los motivados, a partir de apresentações, avaliações periódicas do progresso dos alunos e, se necessário, mudanças nas estratégias de aprendizado.	A interação estudante-estudante de uma classe ou de outros grupos é um recurso valioso para o aprendizado. É um tipo de interação aplicada em tarefas cooperativas e colaborativas. Os alunos podem interagir entre si, assincronamente, por meio de <i>e-mails</i> e, sincronamente, de <i>chats</i> .

CD-ROMs: *Compact Disc Read-Only Memory*; DVD: *Digital Versatile Disc*.

Fonte: adaptado de Moore (1989).

Sodré e Paiva (2010, p. 19) falam da “interação midiática”, na qual “o nível relacional é propriamente o informacional”, e os sujeitos “fazem contato por meio de dispositivos técnicos de comunicação”. Para eles, a tecnologia é um dos elementos que constituem o processo de interação comunicativa do “ser-em-comum”.

Sob o ponto de vista interatividade, o professor pode tornar-se o coordenador de equipes de trabalho, com a finalidade de sistematizar experiências, valorizar o diálogo e a colaboração entre alunos. Nesse sentido, ele deixa de ser um transmissor de conteúdo para ser um “provocador de interrogações” (SILVA, 2005, p. 64-65). E a interação está centrada na participação de professores, tutores e alunos. O professor baseia-se no conteúdo para propor atividades e o tutor corrige, orienta, esclarece dúvidas dos alunos quanto aos recursos oferecidos e atividades propostas (SILVA; SHITSUKA; PASCHOAL, 2015, p. 13).

Percebe-se que, com os avanços das TICs, as formas de interação no AVA também se modificaram, de forma que traz para esses ambientes ferramentas capazes de estimular a participação e o contato nos cursos a distância (SILVA; SHITSUKA; PASCHOAL, 2015).

Neste sentido, como proposta desta dissertação no contexto das interações no AVA, a utilização das ontologias serve como uma ferramenta para representar essas interações e seus elementos, de forma que, o modelo ontológico desenvolvido represente as relações interativas de qualquer ambiente virtual de aprendizagem no que se refere as suas classes, subclasses e suas relações.

3.3 Sistemas de organização do conhecimento

Os sistemas de organização do conhecimento (*Knowledge Organization System - KOS*) estão inseridos no campo da Ciência da Informação e são indispensáveis para a

organização e representação do conhecimento. Segundo Hodge (2000), os KOS são mecanismos para organizar informações e servem como uma ponte entre a necessidade de informação do usuário e o material na coleção, ou seja, ao utilizar um KOS o usuário deve ser capaz de identificar um objeto de interesse sem conhecimento prévio de sua existência.

Os KOS podem ser aplicados aos esquemas de organização da informação e gerenciamento do conhecimento e “tem um único propósito: organizar conteúdo para apoiar a recuperação de itens relevantes de uma coleção” (HODGE, 2000, p. 9).

Conforme Hodge (2009, p. 9), os KOS incluem:

- a) Esquemas de classificação e categorização que organizam materiais em nível geral;
- b) cabeçalhos de assunto que fornecem acesso mais detalhado;
- c) arquivos de autoridade que controlam versões variantes de informações importantes, como nomes geográficos e nomes pessoais;
- d) vocabulários altamente estruturados, como tesouros;
- e) esquemas menos tradicionais, como redes semânticas e ontologias.

Souza, Tudhope e Almeida (2010, p. 3) consideram os KOS como “representações do conhecimento com base em conceitos e com diferentes graus de relações entre eles”. De acordo com Soergel (2008, p. 3), os KOS são usados por pessoas para encontrar informações e dar sentido a isso; devem apoiar as pessoas em busca de significado e apresentar estruturas significativas de conceitos; são usados por programas de computador para argumentar sobre dados; devem representar conhecimento formal sobre conceitos.

Os KOS são usados por comunidades e contextos diferentes, para significar coisas diversas e atender a propósitos diversificados. “Eles são conhecidos sob nomes como ontologia, esquema de metadados, taxonomia, classificação, estrutura de diretório da *Web*, plano de arquivamento, dicionário de sinônimos, dicionário, folksonomia e muito mais” (SOERGEL, 2008, p. 3).

Assim, muitos KOS contêm uma grande quantidade de asserções empíricas e teóricas; não existe um limite claro entre um KOS e uma base de conhecimento [...] A informação em muitos KOS serve uma função dupla: é útil por si só - o KOS é uma fonte de informação por direito próprio - e é útil para organizar e procurar outras informações - o KOS é um guia para outras informações. Todos os KOS surgem da mesma base conceitual, a representação da realidade e do pensamento através de um esquema de entidade-relação (SOERGEL, 2008, p. 4).

Seguem-se algumas das aplicações nas quais os sistemas de organização do conhecimento (KOS) podem ser utilizados:

Apoio na aprendizagem e assimilação de informações; apoio ao *e-learning*; apoio ao aprendizado através de estruturas conceituais adequadas ao aluno para ajudar o aluno a fazer as perguntas certas e a apresentar informações de forma estruturada; apoiar o desenvolvimento (colaborativo) de materiais de instrução através de estruturas conceituais; apoio na organização e a descoberta de todos os tipos de objetos de aprendizagem; ajuda aos leitores a entender o texto, dando o significado e o contexto conceitual dos termos; fornece a base conceitual para sistemas baseados no conhecimento; suporte de raciocínio automatizado; suporte a aplicações da *Web* semântica; suporte à modelagem de dados; definição de elemento de dados, dicionário de elementos de dados (SOERGEL, 2008, p. 8-9).

No caso desta pesquisa, as ontologias foram escolhidas como uma das opções de KOS para aplicar nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), a fim de utilizar o potencial de representação do conhecimento que elas podem permitir.

As ontologias tendem a ter definições precisas e formais de relacionamentos e, com suas classes (termos), possuem atributos para que objetos complexos no domínio possam ser descritos. Como um “sistema de conceitos e relacionamentos”, esse sistema define e rotula assuntos ou tópicos no domínio para dar suporte à atribuição de metadados para diversos tipos de recursos (SOERGEL, 2008, p. 40).

3.3.1 Ontologia

O conceito de ontologia mais citado na literatura no campo da filosofia é o de Gruber (1993), que define uma ontologia como uma especificação explícita de uma conceitualização. Studer, Benjamins e Fensel (1998, p. 25) ampliaram essa definição ao afirmar que uma ontologia é uma “especificação explícita e formal de uma conceitualização compartilhada”.

Fensel (2000, p. 8) desenvolve essa afirmação comentando que os termos: “formal” refere-se ao fato de que a ontologia deve ser legível por máquinas; “explícita” significa que o tipo de conceitos utilizados e as restrições sobre seu uso são explicitamente definidos e claros; e “compartilhado” reflete a noção de que uma ontologia capta conhecimento consensual e aceita por um grupo.

O termo ontologia tem origem no grego *onus* (ser) e *logos* (palavra). O termo original é a palavra aristotélica “categoria”, que pode ser usada para classificar alguma coisa. Aristóteles apresenta categorias que servem de base para classificar qualquer entidade e introduz ainda o termo “diferente” para propriedades que distinguem distintas espécies do mesmo gênero (AFONSO; PEREIRA, 2013, p. 36).

Na literatura existe uma distinção entre “Ontologia” e “ontologia”, que é importante destacar: Ontologia (com inicial maiúscula) compreende estudos do ramo da Filosofia que tratam da natureza e da organização da realidade; nesse sentido filosófico, é um sistema de categorias que representa certa visão do mundo. Já a ontologia (com inicial minúscula) refere-se ao estudo de vocabulário específico usado para descrever determinada realidade, relatando uma hierarquia de conceitos relacionados (GUARINO, 1998; MÜLLER, 2011).

A Ontologia é uma forma de representação de conhecimento sobre um domínio ou parte dele. É utilizada para realizar dedução sobre os objetos do domínio, seus conceitos e o relacionamento entre esses. Em termos gerais, ela descreve:

- a) **Indivíduos** (exemplares): são componentes básicos do domínio;
- b) **classes** (termos): são grupos abstratos, conjuntos, etc.;
- c) **atributos** (características): são informações específicas para o objeto ligado a ele;
- d) **relacionamentos** (relações formais): descrevem relações entre objetos na ontologia.

Os componentes básicos de uma ontologia são: as classes e subclasses, que são conjunto de elementos, “coisas”, conceitos estruturados em uma taxonomia; as relações, que expressam interações entre conceitos de um domínio; as propriedades ou atributos, que correspondem a descrições adicionais ligadas à estrutura hierárquica; os axiomas, que modelam sentenças sempre verdadeiras; e as instâncias, que representam os próprios dados, ou seja, os elementos específicos ou individuais do domínio (GRUBER, 1993; MÜLLER, 2011; RAMALHO, 2010).

Müller (2011, p. 101), ao observar as metodologias referenciadas na literatura, comenta que esses elementos fazem parte do processo de construção de uma ontologia na seguinte ordem:

- a) Definição das classes;
- b) organização das classes em uma hierarquia taxonômica (subclasses e superclasses);
- c) definição das propriedades (atributos) e valores;
- d) preenchimento dos valores das propriedades para cada instância.

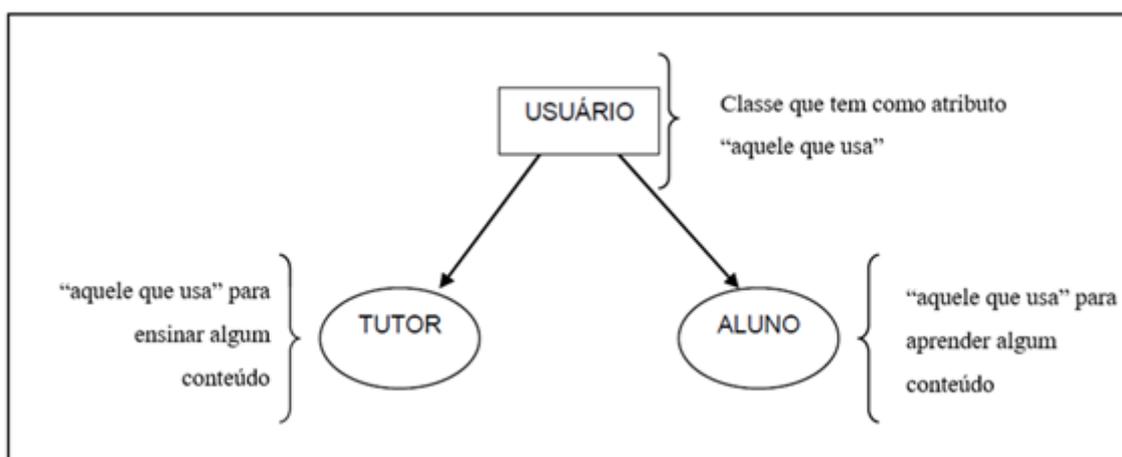
Para completar, Ramalho (2010, p. 38-39) também explica sobre elementos do processo de construção de ontologias:

- a) **Propriedades descritivas:** são qualidades das classes, características, adjetivos;
- b) **propriedades relacionais:** descrevem e rotulam relações entre classes pertencentes ou não a uma mesma hierarquia;
- c) **regras e axiomas:** são enunciados lógicos e descrições formais de valores aceitos, a fim de possibilitar inferências⁷ automáticas implícitas na estrutura da ontologia;
- d) **valores:** indicam formatos e tipos de valores aceitos em cada classe.

Uma ontologia “define os termos básicos e as relações que compõem o vocabulário de uma área temática, bem como as regras para combinar termos e relações para definir extensões ao vocabulário” (NECHES *et al.*, 1991, p. 40).

As características das classes “são definidas pelos atributos ou propriedades que têm valor na subclasse, dessa forma, se estabelece uma relação hierárquica, compondo uma taxonomia” (MÜLLER, 2011, p. 40). No exemplo apresentado na FIG. 1, a classe *usuário* (considerada a “classe-pai”) possui características definidas pelos atributos ou propriedades. “As subclasses TUTOR e ALUNO são classes-filho que herdaram o atributo da classe pai USUÁRIO, estabelecendo uma relação hierárquica” (MÜLLER, 2011, p. 40-41).

FIGURA 1 - Herança de classes



Fonte: Müller (2011, p. 41).

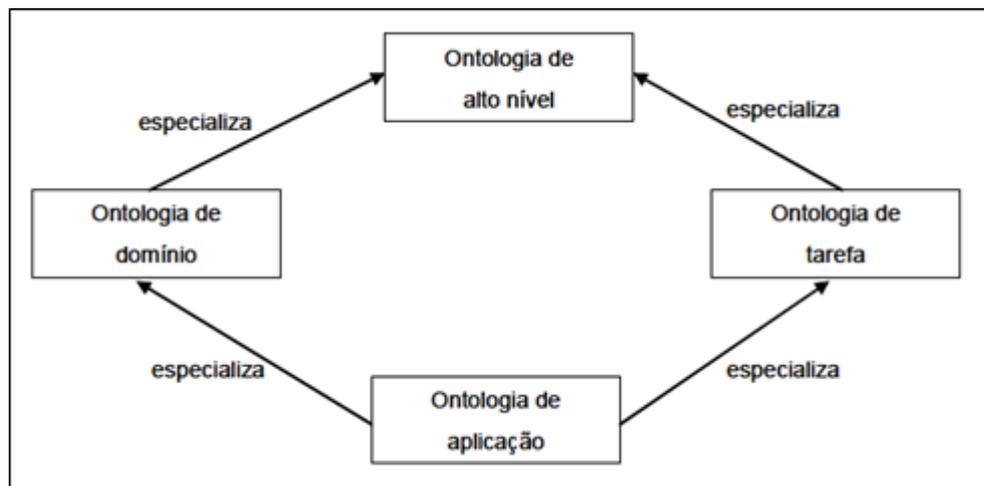
As propriedades (atributos) trazem informações adicionais e descrevem outros tipos de relações ligadas à estrutura hierárquica entre classe e subclasses. “É através das propriedades

⁷ Inferência: ato ou efeito de inferir; dedução, conclusão. Disponível em: Dicionário Aurélio *online*: <<https://dicionariodoaurelio.com/inferencia>>

que ocorrem a caracterização e a qualificação da categoria com a qual estão relacionadas” (MÜLLER, 2011, p. 41).

Segundo Vignoli, Souto e Cervantes (2013, p. 64), as ontologias podem ser “classificadas segundo seu nível de especialização, sendo dispostas em ontologias de alto nível (*top-level ontology*), ontologias de domínio e de tarefa (*domain ontology or task ontology*) e ontologias de aplicação (*application ontology*)” (FIG. 2).

FIGURA 2 - Tipos de ontologias e seus relacionamentos



Fonte: adaptado de Müller (2011, p. 36).

Esses tipos de ontologias são explicadas a seguir, segundo Guarino (1998):

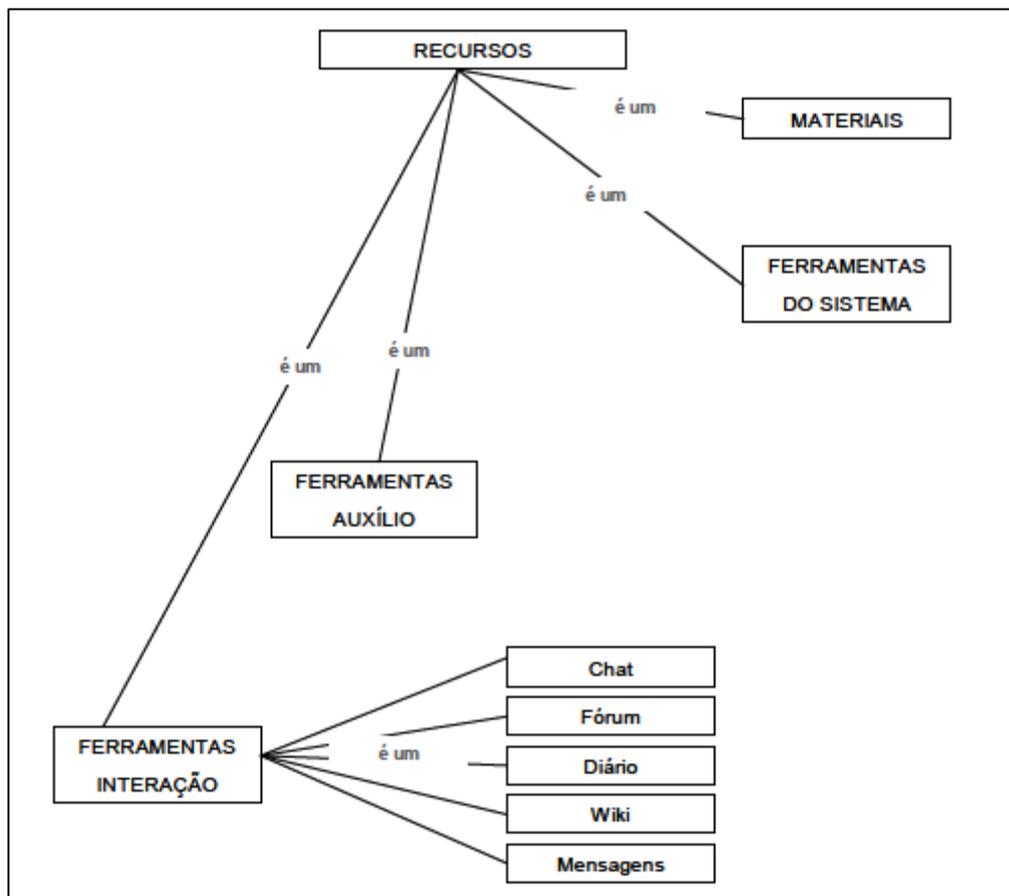
- a) **Ontologias de alto nível ou *top-level*** descrevem conceitos gerais, como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, os quais são totalmente independentes de um problema ou domínio particular;
- b) **ontologias de domínio** descrevem um vocabulário relacionado a um domínio genérico, para especializar os conceitos introduzidos nas ontologias de alto nível;
- c) **ontologias de tarefa** descrevem um vocabulário relacionado a uma tarefa ou atividade genérica, a fim de especializar os conceitos introduzidos nas ontologias de alto nível;
- d) **ontologias de aplicação** descrevem conceitos dependentes de um domínio e de uma tarefa específicos. Em geral, são especializações de ambas as ontologias relacionadas.

Dos tipos de ontologias citados, as ontologias de domínio foram o foco da presente dissertação, que apresentou um vocabulário relacionado ao domínio do AVA, cuja ontologia

representou conceitos e relações entre esses conceitos organizados em uma estrutura hierárquica.

Através da representação do domínio, “um sistema computacional é capaz de entender esse conhecimento representado, além de deduzir novos conhecimentos através de mecanismos de inferência” (SILVA; BEZERRA, 2013, p. 796). Assim, tanto as máquinas quanto os seres humanos podem entender as informações (NGANJI; BRAYSHAW; TOMPSETT, 2013), e o domínio do conhecimento pode ser representado computacionalmente, viabilizando a comunicação entre pessoas e computadores, automaticamente, de forma inteligente (MÜLLER, 2011, p. 14).

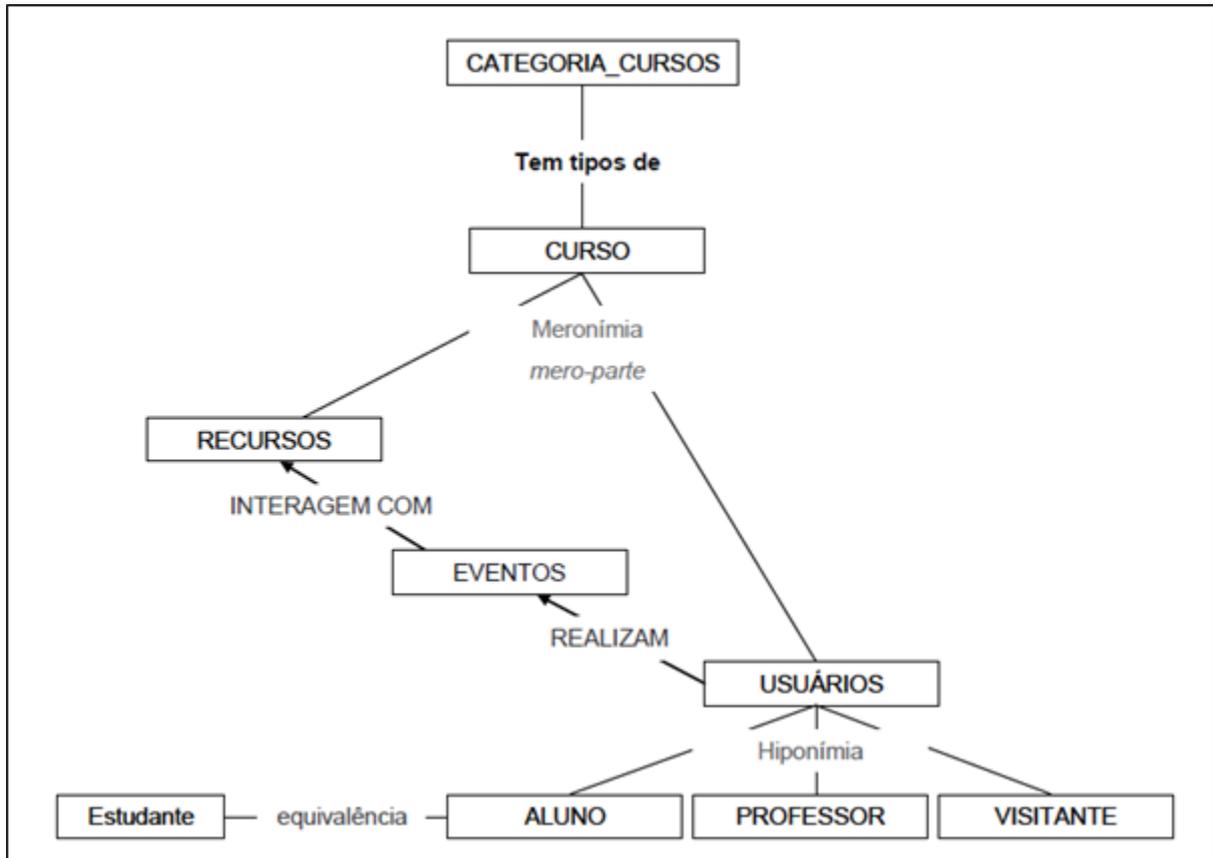
FIGURA 3 - Relações hierárquicas para a classe “recursos”



Fonte: Müller (2011, p. 68).

A FIG. 3 demonstra um exemplo de relações hierárquicas no AVA. E a FIG. 4 ilustra um exemplo de classes definidas e seus relacionamentos no AVA.

FIGURA 4 - Classe: categoria_cursos



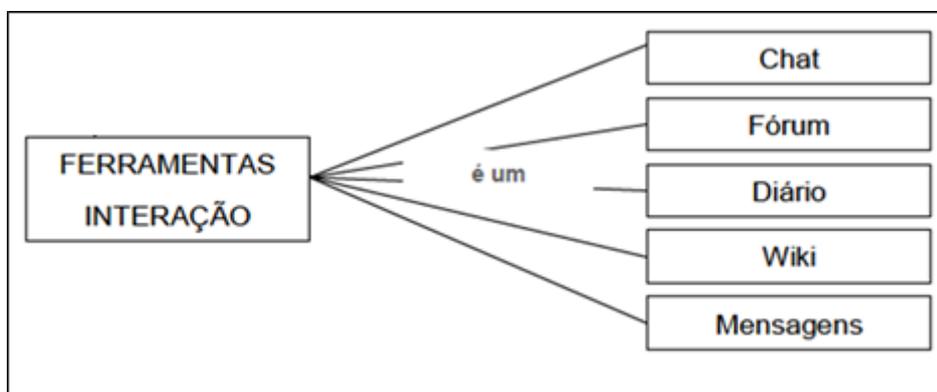
Fonte: Müller (2011, p. 111).

Na organização das classes em uma hierarquia taxonômica (subclasses e superclasses), as relações taxonômicas – relações de hiponímia e meronímia – são tratadas como relações “estruturantes”; as demais são tratadas como “não estruturantes”, referindo-se àquelas que oferecem informação adicional aos conceitos – as relações associativas (GUARINO, 1995, p. 634; MÜLLER, 2011, p. 65).

A “relação de hiponímia” é taxonômica de termo específico para um mais geral, que corresponde à relação de inclusão de uma classe a outra (MÜLLER, 2011). Já a meronímia “difere da hiponímia, pois estabelece uma relação hierárquica em que “Y” é parte de um outro objeto “A”. Dessa forma, trata-se de uma relação parte-todo, sendo caracterizada, dentro da hierarquia, pelo verbo *ter*” (MÜLLER, 2011, p. 69).

A FIG. 5 exibe as subclasses e superclasses da classe ferramentas de interação.

FIGURA 5 - Subclasses e superclasses das ferramentas de interação



Fonte: Müller (2011, p. 68).

Na definição das propriedades (atributos) e valores, Müller (2011) explica que essa etapa corresponde ao estabelecimento das relações sintagmáticas, que se caracterizam como uma forma diferenciada de estabelecer os relacionamentos entre as classes. As relações sintagmáticas estão ligadas ao estudo da semântica gramatical. Essa abordagem semântica enfatiza a descrição das situações e seus participantes. Essa etapa se refere à descrição de outros tipos de relações, que correspondem a informações adicionais ligadas à estrutura hierárquica das classes e subclasses.

No preenchimento dos valores das propriedades para cada instância, Müller (2011) explica que as instâncias são utilizadas para representar elementos específicos, ou seja, são os próprios dados, as instâncias consideradas como indivíduos de uma classe.

As ontologias têm a vantagem de definir um modelo semântico dos dados combinados com o conhecimento de domínio associado e também podem ser usadas para definir *links* entre diferentes tipos de conhecimento semântico (MUNIR; ANJUM, 2017).

Para estruturar os materiais de aprendizagem com pontos comuns de referência é necessário que os conceitos e relações estejam baseados em um vocabulário padrão. Com este vocabulário, e usando as ontologias, pode-se manter todas as partes que compõem os materiais de aprendizagem interligadas entre si. Para que os computadores possam compreender e interpretar os materiais de aprendizagem, as páginas que compõem as aplicações necessitam estar anotadas, ou seja, devem conter uma marcação semântica, baseada nos termos definidos por uma ou mais ontologias. Estas anotações possibilitam que pesquisas mais estruturadas possam ser realizadas nos materiais de aprendizagem (ARAÚJO; FERREIRA, 2004, p. 3).

Por meio das ontologias, a representação dos dados traz benefícios ao desenvolvimento de aplicações para EAD, sendo fundamental para a normalização de conceitos e as relações semânticas estabelecidas entre eles. Na conversão da linguagem natural para a linguagem artificial, as ontologias garantem consistência na terminologia e no estabelecimento de inferências (SALES; SAYÃO, 2012).

3.3.2 Ontologias e modelos conceituais

Um modelo serve fundamentalmente para comunicar algo sobre o objeto da modelagem, a fim de gerar entendimento mais completo sobre a realidade e permitir a visualização e compreensão de determinada classe de fenômenos. Ou seja, representa uma realidade, ou alguns de seus aspectos, para descrevê-la qualitativa ou quantitativamente e torná-la observável (SAYÃO, 2001).

A elaboração de modelos vem da necessidade de o homem querer entender a complexidade da realidade do universo que o envolve (SALES; SAYÃO, 2012) e buscar a formalização do universo a partir de meios de expressões controláveis por ele (SAYÃO, 2001). Os modelos são “representações simplificadas e inteligíveis do mundo, que permitem vislumbrar características essenciais de um domínio ou campo de estudo” (SAYÃO, 2001, p. 82).

Um modelo como representação da realidade assume a “natureza ambígua de ser igual e desigual à realidade que ele modela” e impõe ao pesquisador uma seleção correta dos elementos do universo do discurso que compõe essa realidade (SAYÃO, 2001, p. 83).

No domínio da Ciência da Computação, “a elaboração de modelos conceituais fornece subsídios para construção de sistemas eficazes aos seus propósitos”. Já no domínio da Ciência da Informação, “os modelos são construídos para servirem de instrumentos padronizadores de informações, tornando a recuperação e comunicação mais precisas” (SALES; SAYÃO, 2012, p. 2). Um “modelo conceitual é, assim, voltado para melhorar a compreensão de um sistema pelos seus usuários” (BEZERRA; MARCONDES, 2013, p. 7).

A criação de modelos conceituais serve para representar parte de uma realidade ao descrever a estrutura, os conceitos, os processos e o comportamento de um sistema real. Segundo Borges (2010, p. 38), o objetivo da modelagem conceitual é “analisar o domínio da aplicação e representá-lo em modelos que auxiliem na identificação de informações da aplicação”. Esses modelos conceituais devem ser entendidos como a simplificação do original e podem ser representados por ontologias.

Para a modelagem de conteúdos educacionais, o uso de ontologias pode ser aplicado para estruturar o domínio de conhecimento com pontos comuns de referência, utilizando os conceitos que foram definidos com base em um vocabulário padrão. Esse vocabulário, especificado formalmente por meio de termos descritos para sistematizar o domínio de conhecimento, permite a elaboração de todo o conteúdo que compõe o material didático interligados de forma coerente e ordenada (BORGES, 2010, p. 46).

A “modelagem ontológica pode constituir-se em uma base para modelagem conceitual, no sentido de prover ao projetista, de forma clara e sem ambiguidades, o conhecimento necessário sobre o domínio a ser modelado” (VILLELA; OLIVEIRA; BRAGA, 2004, p. 243).

Os “modelos baseados em ontologias e tecnologias de *Web Semântica* oferecem maior rapidez no acesso às informações com relevância dos resultados” (GUEDES; STRAUHS, 2016, p. 166). Na literatura já existem métodos ou modelos para desenvolvimento de ontologias em AVA. Esses métodos ou modelos servem como diretrizes para que os pesquisadores representem o conteúdo semântico do domínio e, a partir das diretrizes e orientações descritas, os modelos ontológicos são criados para aplicações em domínios educacionais e *e-learning*⁸. Assim, o conteúdo educacional pode ser definido de forma estruturada, dando mais possibilidade na sua compreensão e facilidade no processo de ensino e aprendizado (BORGES, 2010) e o desenvolvimento do modelo de relações ontológicas de interatividade no AVA poderá definir o processo interativo nesse sistema.

3.3.3 Ontologias: métodos, modelos ou abordagens para desenvolvimento

As metodologias para desenvolvimento de ontologias são muitas, nenhuma delas pode ser considerada padrão e diferentes grupos de metodologias com essa finalidade podem ser encontrados (GLADUN *et al.*, 2009). Por isso, citar todos os métodos existentes não é o foco deste trabalho, mas aqueles encontrados na RSL serão listados. Algumas metodologias encontradas:

- a) **Ontology Development 101**: também chamada por autores brasileiros como “Método 101” (SILVA; SOUZA; ALMEIDA, 2008). Essa metodologia foi criada por Noy e McGuinness (2001) e será detalhada nas próximas seções. É uma das metodologias

⁸ Segundo Rani, Srivastava e Vyas (2016), *E-Learning* pode ser considerado sinônimo de “aprendizado *online*” ou “aprendizado virtual”.

mais citadas segundo o sítio *Google Acadêmico*, que informou, até a data de 31 de março de 2018, mais de 5.600 citações;

- b) **methontology**: desenvolvida pelos pesquisadores Fernandez, Gomez-Perez e Juristo (1997) e baseia-se “de acordo com a evolução do processo de desenvolvimento - especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção” (RAUTENBERG *et al.*, 2008, p. 247);
- c) **on-to-knowlegde** (OTKM): desenvolvida por Sure, Staab e Studer (2004) e tem como foco o gerenciamento de conhecimento baseados em ontologias;
- d) metodologia **Liverpool Metadata** (LiMe): aplica uma abordagem ontológica estruturando experiências em termos de conceitos e a relação entre conceitos (MEENORNGWAR, 2013);
- e) metodologia **IDEF5**⁹: foi utilizada pelos autores Gladun *et al.* (2009) e exige três etapas: catalogar termos; capturar restrições e construir um modelo;
- f) abordagem baseada em **redes bayesianas**¹⁰: descrita em Colace e De Santo (2010) a partir de um algoritmo baseado no formalismo das redes bayesianas, é usada para mapear ontologias e traduzi-las em uma rede que descreve as relações entre as variáveis.

O *Protégé* também foi citado nos artigos e trata-se de uma “ferramenta que permite construir ontologias de domínio, personalizar formulários de entrada de dados, inserir e editar dados, possibilitando a criação de bases do conhecimento” (MÜLLER, 2011, p. 122). O *Protégé* foi desenvolvido pela *Stanford University School of Medicine* e tem o código aberto (*PROTÉGÉ*, 2018). Segundo Müller (2011, p. 123) essa ferramenta “sugere um padrão para a nomenclatura das classes e das propriedades”.

Para completar, os trabalhos relacionados nesse campo estão focados principalmente no desenvolvimento de ontologias de domínio (GLADUN *et al.*, 2009; MEENORNGWAR, 2013), no desenvolvimento de ontologias para recursos e/ou objetos de aprendizagem (NGANJI; BRAYSHAW; TOMPSETT, 2013), no desenvolvimento de ontologias para sistemas de aprendizagem personalizados (ACAMPORA, GAETA, LOIA, 2011; BAJENARU; BOROZAN; SMEUREANU, 2015; NGANJI; BRAYSHAW; TOMPSETT,

⁹ Integrated DEFinition Methods (IDEF) - Disponível em <<http://www.idef.com/idef5-ontology-description-capture-method/>>

¹⁰ Redes bayesianas – usadas para modelar o conhecimento sob condições de incerteza dentro de sistemas especialistas – baseiam-se em “nós” e “arcos” para representação do conhecimento. Os “nós” modelam os sujeitos e os arcos representam as relações entre os sujeitos (COLACE; DE SANTO, 2010).

2013), para representação semântica do ambiente virtual de aprendizagem (GLADUN *et al*, 2009; HEIYANTHUDUWAGE; KARUNARATNA, 2009; MEENORNGWAR, 2013; MONTENEGRO-MARIN *et al*, 2011; OUF *et al.*, 2017), para gerar ambientes de aprendizagem colaborativos (CUBRIC; TRIPATHI, 2009), entre outros.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresentam-se os métodos utilizados para a realização da pesquisa. Usou-se como instrumento de coleta de dados a revisão sistemática da literatura (RSL). Após a leitura e análise do conteúdo dos textos escolhidos, realizou-se a interpretação dos dados por meio do método *Ontology Development 101*, ou “Método 101”, que resultou em um modelo ontológico de interatividade para o domínio do AVA. Por fim, os AVAs de instituições de ensino escolhidos foram objetos de análise para aplicação do modelo proposto pela autora.

Os procedimentos metodológicos ocorridos na pesquisa foram resumidos no QUADRO 3.

QUADRO 3 - Procedimentos metodológicos

Objetivo específico	Atividade	Metodologia
Identificar modelos ontológicos para aplicação em recursos interativos do ambiente virtual de aprendizagem	Realizar a revisão sistemática da literatura (RSL)	Kitchenham (2004)
Desenvolver um modelo de relações ontológicas de interatividade do ambiente virtual de aprendizagem.	a) Determinar o domínio e o escopo da ontologia; b) Considerar o reuso de ontologias existentes; c) Listar termos importantes; d) Definir as classes e hierarquias de classes; e) Definir propriedades; f) Definir as facetas (restrições) das propriedades; g) Criar instâncias.	Modelo <i>Ontology Development 101</i> (NOY; MCGUINNESS, 2001)
Analisar os AVAs conforme modelo de relações ontológicas de interatividade desenvolvido.	Escolher quatro AVAs diferentes para análise; aplicar o modelo de relações ontológicas e descrever as instâncias e propriedades que caracterizam os AVAs escolhidos conforme o modelo.	Observação, leitura e anotações de informações (análise de conteúdo).

Fonte: elaborado pela autora.

O tipo de pesquisa, a amostragem, o resultado da RSL, os procedimentos do método *Ontology Development 101* (NOY; MCGUINNESS, 2001) e o resultado da análise dos AVAs escolhidos serão apresentados nas próximas seções.

4.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa desenvolvida neste trabalho foi de abordagem qualitativa, método dedutivo e de natureza aplicada.

A abordagem qualitativa da pesquisa se dá pela pesquisa bibliográfica, que se constitui principalmente de teses, dissertações, livros e artigos científicos. Nesse sentido, a RSL foi a

base para a identificação dos modelos ontológicos, para a identificação dos conceitos do domínio do AVA definidos pelos autores e o desenvolvimento do modelo de relações ontológicas de interatividade do AVA.

O método dedutivo “parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal” (GIL, 2008, p. 9). Assim, a dedução “parte do entendimento das leis e teorias que abrangem determinado fenômeno e a partir da definição de premissas e análise da relação entre elas se constrói o conhecimento” (DRESCH, 2013, p. 45).

A aplicação da pesquisa ocorreu a partir do estudo de campo, quando os AVAs de instituições de ensino foram analisados conforme o modelo de relações ontológicas desenvolvido. O estudo de campo foi de caráter empírico e enfatizou um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social a ser estudado, ressaltando a interação de seus componentes; assim, “tende a utilizar muito mais técnicas de observação do que de interrogação” (GIL, 2008, p. 57).

Quanto aos objetivos, a abordagem foi descritiva, pois a pesquisa buscou a “descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2002, p. 42).

4.2 Objeto de estudo e amostragem

O objeto de estudo foi a aplicação de ontologias em recursos de interatividade nos AVAs de instituições de ensino. Os AVAs escolhidos foram: Chamilo, EdX, Moodle e EDMODO. A escolha dos AVAs para a análise foi por conveniência e preferiram-se plataformas de ensino que utilizam *softwares* gratuitos e de código aberto.

4.3 Técnica de coleta de dados

A análise do cenário sobre a aplicação das ontologias no AVA justificou-se para documentar o posicionamento geral das pesquisas sobre o assunto, uma vez que a EAD tem crescido bastante e a oferta de cursos que utilizam esse ambiente de aprendizagem é muito extensa. Como dito anteriormente, a aplicação de ontologia no AVA pode aumentar a possibilidade de mais organização semântica e a utilização mais eficaz por parte de seus usuários. Essa etapa da pesquisa foi embasada por Kitchenham (2004), por meio da RSL.

A pesquisa foi feita nas bases DOAJ, SCOPUS e *SCIENCE DIRECT JOURNALS* do portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As palavras-chave da busca sistemática, chamadas *strings* de busca, foram: ***ontolog* AND ((virtual learning environment) OR (learning management systems) OR e-learning OR Moodle OR ATutor¹¹ OR EdX).***

A RSL buscou a identificação de um modelo ontológico para aplicação em recursos interativos do ambiente virtual de aprendizagem, para responder a questão: **qual é o método utilizado para aplicação de ontologias no ambiente virtual de aprendizagem que auxilia no desenvolvimento do modelo de relações ontológicas de interatividade?** E para auxiliar essa questão, outras também foram buscadas:

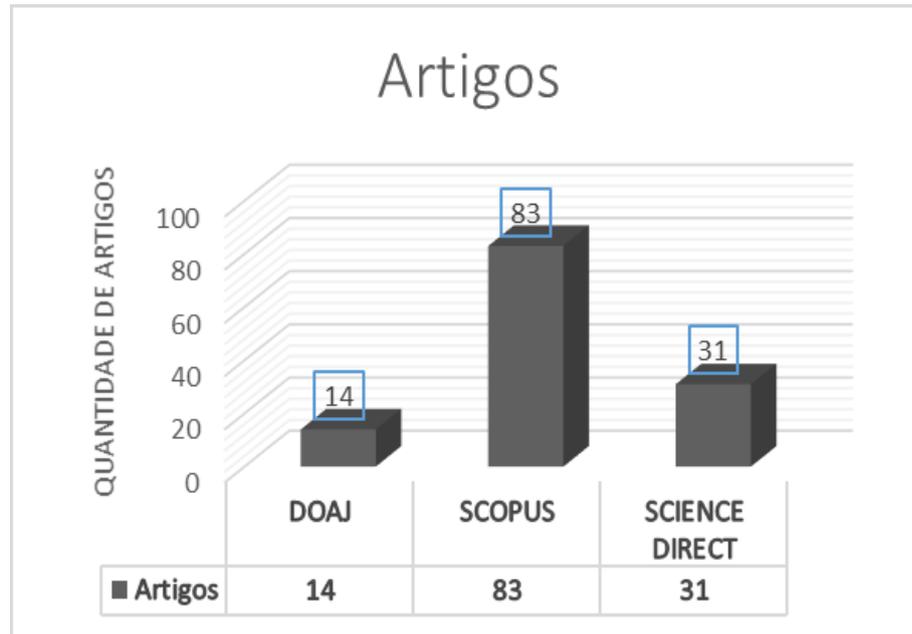
- a) Que tipo de ontologias foram utilizadas na aplicação em AVA?
- b) Quais métodos ou modelos para aplicação de ontologias em AVA foram citados?
- c) Quais ferramentas para construção de ontologias foram citadas?
- d) Com quais finalidades as ontologias foram aplicadas no AVA?
- e) Qual linguagem, método ou ferramenta de ontologia identificou especificamente os recursos de interatividade do AVA?

A princípio, foram encontrados 128 artigos, nos idiomas inglês e espanhol, sem considerar a apresentação de textos completos. Após delimitar o período do ano de 2008 a janeiro de 2018 (10 anos), escolher textos revisados por pares e excluir textos duplicados, restaram para análise 90 referências.

Seguem-se os dados antes de excluir textos duplicados (GRÁF. 1):

¹¹ No início da pesquisa, o curso escolhido para análise foi criado no AVA ATutor. Posteriormente esse curso migrou para a plataforma Chamilo. Por esse motivo, a análise ocorreu na plataforma Chamilo.

GRÁFICO 1 - Artigos encontrados



Fonte: elaborado pela autora.

Para seleção dos estudos, a partir das 90 referências, foram lidos os títulos e resumos dos textos para uma primeira seleção. Após a leitura, selecionaram-se 16 textos (veja em APÊNDICE A) com informações que respondiam a principal pergunta de pesquisa.

FIGURA 6 - Esquema de seleção dos estudos da RSL



Fonte: elaborada pela autora.

O tópico seguinte apresenta a análise dos dados sobre as pesquisas dos autores dos textos selecionados na RSL.

4.4 Análise dos dados

Nesta seção reúnem-se as informações sobre as pesquisas apresentadas nos textos selecionados na RSL. Segundo os autores dessas pesquisas, estudos que aplicam ontologias em ambientes virtuais de aprendizagem já são comuns (BAJENARU; BOROZAN; SMEUREANU, 2015) e a ontologia de domínio é o tipo mais descrito nas pesquisas. Os pesquisadores procuram uma forma de melhorar a experiência do usuário nesses sistemas de aprendizagem e tornar seus conceitos de maneira compreensível por máquina com base em ontologias (GAETA *et al.*, 2013).

Os AVAs permitem o compartilhamento de documentos, fóruns, mídia, portfólios, mensagens, etc. e evoluíram para proporcionar ampla interação entre alunos e professores por meio de ferramentas que facilitam o aprendizado (CUÉLLAR; DELGADO; PEGALAJAR, 2011).

Gladun *et al.* (2009) propuseram um sistema de *e-learning* baseado em multiagentes que controlavam automaticamente o conhecimento adquirido pelos alunos, que construíam suas próprias ontologias relacionadas à disciplina e, em seguida, a ontologia do aluno era comparada com a ontologia de referência criada pelo tutor. Nesse sentido, a informação do domínio abstrato do curso e os principais termos e conceitos eram descritos pelo tutor. A finalidade era fornecer *feedback* ao aluno de forma automática, enviando notificações e sugestões de materiais conforme a dificuldade percebida. Assim, a ontologia de domínio era um instrumento de aprendizagem e também um meio para testar e ensinar os alunos.

Foi sugerido por Cubric e Tripathi (2009) um *framework* para gerar ambientes de *e-learning* com conteúdo de aprendizado personalizado e recursos de avaliação eletrônica. A “estrutura” foi projetada para ajudar os alunos a explorar, conceituar e ampliar domínios de conhecimento selecionados em grupo ou individualmente. Para os autores, a novidade da pesquisa estava na geração de avaliações eletrônicas baseadas em ontologia de domínio e os modelos de perguntas predefinidas e fundamentadas na Taxonomia de Bloom¹². A “comunidade de aprendizagem” registrada podia adicionar ou modificar o conteúdo da ontologia conforme uma área específica do conhecimento. Assim, o *framework* era utilizado para geração rápida de ambiente de *e-learning* para uma área específica.

¹² Taxonomia de Bloom é um instrumento de apoio didático-pedagógico para auxiliar na definição de objetivos instrucionais e na escolha de instrumentos de avaliação (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Uma estrutura de engenharia ontológica¹³ para desenvolver ontologias no domínio *e-learning* foi adotada por Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009). A metodologia consistiu em cinco etapas principais: planejamento; coleta de conceitos e conceitualização de ontologias; projeto de ontologia; construção de ontologia; e uso e evolução da ontologia. Cada etapa consistia em um conjunto de atividades e técnicas relevantes a serem realizadas.

As redes bayesianas foram descritas por Colace e De Santo (2010) para mapear e representar ontologias no campo do *e-learning*. Essa abordagem “baseou-se em grafos que codificaram a distribuição de probabilidade conjunta de um conjunto de variáveis aleatórias” (COLACE; DE SANTO, 2010, p. 225). O objetivo da pesquisa foi a introdução de um algoritmo capaz de inferir relações introdutórias entre sujeitos pertencentes ao domínio do conhecimento (o curso) dos currículos universitários.

Acampora, Gaeta e Loia (2011) propuseram um sistema de *e-learning* baseado em um conjunto de modelos (modelo de domínio, modelo de aluno e modelo de atividade de aprendizagem) os quais representam as entidades principais envolvidas no processo ensino/aprendizagem. Os modelos e processos ontológicos foram adaptados para atender às expectativas do aluno e definir experiências personalizadas de *e-learning*. Os autores reuniram diferentes metodologias e técnicas para alcançar os objetivos da pesquisa, as quais são: metodologias ontológicas; técnicas de modelagem de usuários; e algoritmos de grafos¹⁴.

Ontologia de módulos comuns para cinco sistemas de gerenciamento de aprendizagem, cujos padrões eram diferentes, mas tinham os módulos principais semelhantes, foi utilizada por Montenegro-Marin *et al.* (2011). Eles analisaram os ambientes virtuais de aprendizagem: Sakai, Moodle, Atutor, Claroline, DotRLSn e perceberam que havia muita incompatibilidade, devido à falta de unificação na nomeação e composição dos módulos e submódulos que integravam as diversas plataformas de aprendizagem.

Jia *et al.* (2011) escolheram um sistema de *e-learning* aplicado no local de trabalho, o qual usava ontologia para conceituar o ambiente de aprendizagem orientado para o desempenho e definir o treinamento considerando as necessidades da organização e dos indivíduos. O sistema possuía três interfaces: a interface do aprendiz; a interface do especialista; e a interface do gerente.

Foi desenvolvida por Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011) uma ontologia para ambientes de *e-learning*, a fim de fazer a correspondência entre as classes e propriedades da

¹³ “Engenharia ontológica” ou engenharia de ontologia trata-se do processo de desenvolvimento de ontologias, suas ferramentas, seus métodos e linguagens para construção (CORCHO; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; GÓMEZ-PÉREZ, 2003).

¹⁴ Algoritmo de Grafos: conjunto de elementos formados por arcos e nós (COLACE; DE SANTO, 2010).

ontologia e bancos de dados relacionais desses sistemas na internet e de obter uma estrutura comum para compartilhamento de dados entre diferentes sistemas de *e-learning*. A abordagem desenvolvida foi semiautomática, pois uma parte era feita pelo especialista, que associava as classes e propriedades da ontologia, e a outra parte era um procedimento automático aplicado para mapear os dados dos bancos de dados dos sistemas. Além disso, para atingir padronização, a ontologia construída foi baseada em *Friend of a Friend* (FOAF)¹⁵ e na linguagem *Resource Description Framework* (RDF)¹⁶.

A metodologia “*Liverpool Metadata*” (LiMe) foi empregada por Meenorngwar (2013) para desenvolver ontologia e organizar o conhecimento necessário para o desenvolvimento das descrições do ambiente de domínios emergentes. O *e-learning* foi escolhido como um domínio emergente, cujas características dos conceitos foram extraídas a partir de artigos em *sites* de revistas conceituadas, em que o corpo de conhecimento poderia ser considerado confiável. O LiMe foi implementado para capturar informações relevantes do domínio e transferir as informações e dados para uma representação do conhecimento em um sistema de computador.

Gaeta *et al.* (2013) desenvolveram o *Intelligent Web Teacher* (IWT), uma plataforma de *e-learning* que permitia a definição e a execução de aprendizagem personalizada. As estruturas semânticas, representadas pelas ontologias, permitiam a definição do domínio educacional particular e forneciam as modalidades de aprendizagem na plataforma. Os autores apresentaram o “modelo de aprendizagem”, que se subdividia em: “modelo de conhecimento”, que representava o domínio educacional, cujos termos representavam assuntos relevantes do conhecimento; e “modelo de aprendiz”, que segundo os autores descrevia o ator principal do processo de *e-learning* - o aluno e suas preferências.

O ONTODAPS é um sistema de *e-learning* personalizado orientado por ontologia e sensível às deficiências. Possuía um mecanismo de adaptação às necessidades dos estudantes com deficiência, com base em suas preferências. A ontologia foi usada para anotar os recursos de aprendizagem e representar o conhecimento do domínio (NGANJI; BRAYSHAW; TOMPSETT, 2013).

Serviços de recomendação em sistemas de gerenciamento de aprendizagem (LMS) por meio de sistema inteligente semântico foram criados por Muñoz *et al.* (2015). O modelo de ontologia, chamado OntoSakai, consistia em quatro ontologias em diferentes áreas do

¹⁵ *Friend of a Friend* (FOAF) é um vocabulário usado para descrever pessoas e suas relações (CUÉLLAR; DELGADO; PEGALAJAR, 2011).

¹⁶ *Resource Description Framework* (RDF) – linguagem interpretada por programas de computador para especificar metadados que descrevem recursos da *World Wide Web* (www) (CERÓN-FIGUEROA *et al.*, 2017).

processo de aprendizagem: competências, perfis de usuários, ferramentas de aprendizagem e classificação semântica dos elementos do LMS.

Com o intuito de estruturar o conteúdo educacional no domínio de recursos humanos em saúde, Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015) desenvolveram um modelo de uso de ontologia em sistemas de *e-learning*, a fim de oferecer um sistema de aprendizagem personalizado usando ontologia de domínio, objetos de aprendizagem e modelagem do conhecimento do aluno. Segundo os autores, o desenvolvimento de um sistema baseado em ontologias para gerenciamento de competências permitia interações e estratégias educacionais avançadas.

Foi desenvolvido um sistema “*m-learning*”¹⁷, por Rani, Srivastava e Vyas (2016), que apresentava como elementos principais: professores, alunos, ambiente de aprendizagem, conteúdo e avaliação. Esse sistema de gestão de aprendizado baseava-se no modelo *Visual, auditive, reading e kinesthetic* (VARK)¹⁸ e usava a ontologia para fornecer recursos apropriados aos alunos com base em seu estilo de aprendizagem. O modelo VARK fazia a personalização dos dados junto com a ontologia de domínio e tarefa e, por isso, o sistema era capaz de recomendar recursos apropriados ao aprendiz.

Modelo aplicado em metadados para objetos de aprendizagem (LOM) para encontrar semelhanças entre duas ontologias foi indicado por Cerón-Figueroa *et al.* (2017). Esse método utiliza um algoritmo de classificação de padrões e quatro características baseadas em uma função de similaridade para treinar um classificador de padrões, encontrando, assim, relações entre pares de instâncias.

Ouf *et al.* (2017) propuseram e implementaram um modelo para o ambiente de *e-learning* incluindo quatro ontologias: ontologia do modelo do aluno; ontologia do objeto de aprendizagem; ontologia das atividades de aprendizagem; e ontologia dos métodos de ensino. A proposta personalizava o AVA e fornecia aos alunos as atividades de aprendizagem, os métodos de ensino e objetos de aprendizagem conforme suas preferências. O modelo compreendia quatro camadas: “camada de interface”; “camada de mecanismo de raciocínio semântico”; “camada semântica”; e camada de metadados semânticos.

¹⁷ *M-learning* significa de *mobile learning* que pode ser definido como sistemas de aprendizagem móvel.

¹⁸ VARK é a sigla para as palavras: *visual, auditive, reading e kinesthetic*. O Estilo VARKLearning é o estilo de aprendizagem mais simples e não envolve nenhuma habilidade e inteligência do aluno (RANI, SRIVASTAVA; VYAS, 2016).

4.5 Técnica de interpretação dos dados

Nessa fase da pesquisa, o desenvolvimento do modelo de relações ontológicas foi realizado conforme descrito em Noy e McGuinness (2001), chamado *Ontology Development 101*, um método de construção de ontologias de sete passos. As autoras esclarecem que há vários motivos para que se construam ontologias e um deles é “analisar o conhecimento de domínio” (NOY; MCGUINNESS, 2001). Para Dresch (2013, p. 45) a construção de modelos parte de “conhecimentos teóricos prévios e, de maneira lógica, propõe certas relações entre as variáveis”.

Montenegro-Marin *et al.* (2011) utilizaram o *Ontology Development 101* (NOY; MCGUINNESS, 2001) para desenvolverem uma ontologia dos módulos comuns em sistemas de gerenciamento de aprendizagem (*Learning Management System - LMS*). Eles descreveram todos os passos desse método e a ontologia gerada foi composta, segundo os autores, por 50 classes, incluindo a classe *thing*¹⁹, quatro propriedades do objeto, 16 propriedades de dados, 69 indivíduos, cada um desses componentes com suas respectivas descrições (MONTENEGRO-MARIN *et al.*, 2011).

Abech *et al.* (2016) combinaram duas metodologias, entre as quais uma delas foi a *Ontology Development 101*, para construir uma ontologia chamada *OntoAdapt*, em cinco etapas. Esse modelo baseado em ontologia incluiu a representação do aluno, contexto, perfil, estilo de aprendizagem e dispositivo móvel. A proposta dos autores foi a criação do modelo *EduAdapt*, que usa o contexto dos alunos para a adaptação de objetos de aprendizagem considerando as características do dispositivo, estilo de aprendizagem e outras informações desse contexto. O modelo *EduAdapt* foi submetido a uma turma de 20 alunos e os autores usaram cenários e métricas para a avaliação da ontologia, resultando em 78% de aceitação do modelo (ABECH *et al.*, 2016).

Knight, Gašević e Richards (2006) desenvolveram o *Learning Object Context Ontology* (LOCO) na linguagem OWL em conformidade com as recomendações de boas práticas estabelecidas para concepção de ontologias segundo Noy e McGuinness (2001). O objetivo desses autores foi fazer uma conexão entre o conteúdo de aprendizagem e o *design* de aprendizagem, com a finalidade de aumentar o nível de reutilização dos projetos de aprendizagem. Os autores propuseram modelos conceituais e desenvolveram ontologias para

¹⁹ Classe *thing* é a classe mais geral em uma ontologia (NOY; MCGUINNESS, 2001). Representa o conjunto de todas as classes do domínio na ferramenta *Protégé*.

especificar tanto os projetos de aprendizagem quanto os objetos de aprendizagem e as relações entre eles.

Desse modo, o método *Ontology Development 101* norteará o desenvolvimento do modelo de relações ontológicas desta pesquisa, a partir das ontologias identificadas, as quais poderão ser reusadas para a análise dos AVAs indicados na próxima seção. Os sete passos da metodologia são: determinar o domínio e o escopo da ontologia; considerar o reuso de ontologias existentes; listar termos importantes; definir as classes e hierarquias de classes; definir propriedades das classes (*slots*); definir as restrições das propriedades – (facetas); e criar instâncias. Esses passos serão descritos a seguir:

4.5.1 Determinar o domínio e o escopo da ontologia (passo 1)

De acordo com Noy e McGuinness (2001, p. 4), nessa etapa buscou-se responder as questões básicas:

- a) Qual é o domínio que a ontologia abrangeu? E, para que será usada a ontologia? Nesta pesquisa, a ontologia abrangeu o domínio do ambiente virtual de aprendizagem e foi utilizada para representar as classes, hierarquia de classes, relacionamentos e restrições desse ambiente.
- b) Para quais tipos de perguntas as informações na ontologia devem fornecer respostas? O modelo deve apresentar as seguintes informações sobre o AVA:
 - A ontologia identificou uma estrutura geral do AVA, representando seus elementos?
 - Os usuários principais do AVA foram identificados?
 - A ontologia detalha quais foram os dados do perfil do aluno?
 - Os elementos de avaliação foram identificados?
 - As ferramentas e recursos principais foram representados?
 - As relações ontológicas do AVA foram identificadas?
- c) Quem usará e manterá a ontologia? O modelo desenvolvido pode ser utilizado por instituições de ensino, desenvolvedores de ambientes de virtuais de aprendizagem, professores ou pessoas interessadas no assunto.

Segundo orientações das autoras essas perguntas não precisam ser exaustivas, mas devem determinar o alcance da ontologia. Dessa forma, essa ontologia deve conter informações suficientes para responder a esses tipos de perguntas (NOY; MCGUINNESS, 2001).

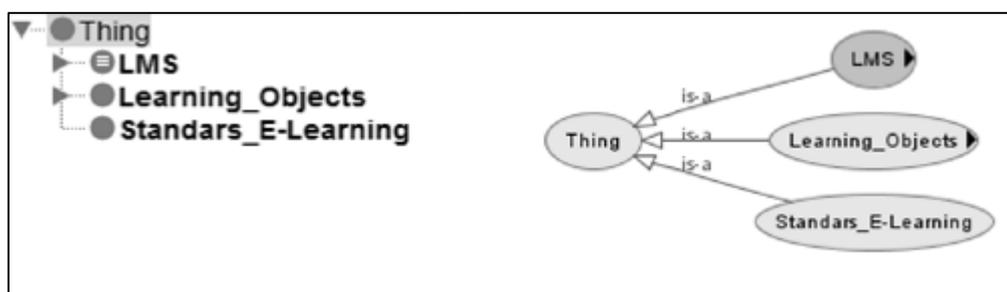
4.5.2 Considerar o reuso de ontologias existentes (passo 2)

Noy e McGuinness (2001) incentivaram a reutilização de ontologias existentes. Uma vez que o reuso teve incentivo e apoio no campo de desenvolvimento de ontologias, esse procedimento foi feito. Por meio dos textos encontrados, propôs-se a utilizar os dados explicitados para a análise dos termos do AVA, contribuindo com o processo de desenvolvimento do modelo ontológico dessa pesquisa.

Nesta seção os modelos ontológicos pesquisados foram identificados e cada modelo e seus dados relevantes foram apresentados. Esses dados dos modelos identificados serão reusados, posteriormente, na seção 6.4 (passo 4), onde serão definidas as classes e as subclasses do modelo de relações ontológicas de interatividade do AVA proposto nesta pesquisa.

Os autores Montenegro-Marin *et al.* (2011) apresentaram uma ontologia para conceituar os termos associados ao AVA e unificá-los a partir de suas relações formais. Os termos escolhidos para representar as classes, subclasses e hierarquia de classes basearam-se nos módulos comuns dos AVAs: Sakai, Moodle, ATutor, Claroline e DotRLSn. A visão mais geral das classes principais foi representada na FIG. 7.

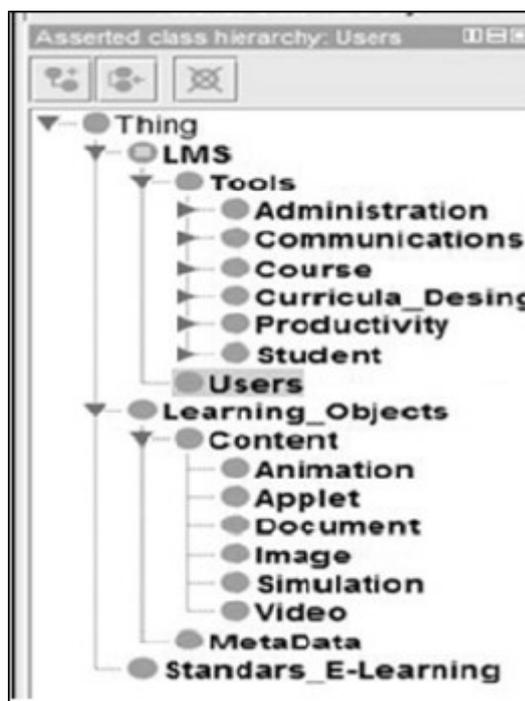
FIGURA 7 - Visão geral das classes do AVA geradas na ferramenta *Protégé*



Fonte: Montenegro-Marin *et al* (2011, p. 51).

Com o desdobramento das classes representadas na FIG. 7, demonstra-se a ontologia do AVA com as classes e hierarquia de classes na FIG. 8. A ontologia completa encontra-se no ANEXO.

FIGURA 8 - Classes e hierarquias de classes representadas na ferramenta *Protégé*



Fonte: Montenegro-Marin *et al* (2011, p. 52).

Segundo os autores, os elementos similares e módulos comuns entre os AVAs analisados são: gerenciador de arquivos, registro, anúncios, calendário, bate-papo, fórum, notícias, anotações, *Wiki*, calendário de atividades, sistema de capacitação²⁰, sistema de avaliação, *frequently asked questions* ou perguntas mais frequentes (FAQ), glossário, grupos, ajuda, pesquisa, portfólio, grupos de trabalho, usuários e objetos de aprendizagem (MONTENEGRO-MARIN *et al.*, 2011, p. 53).

Muñoz *et al.* (2015) sugeriram o modelo *OntoSakai*²¹ baseado na metodologia *Methontology* (FERNANDEZ; GOMEZ-PEREZ; JURISTO, 1997) e as ontologias desenvolvidas em OWL. Segundo eles, o *OntoSakai* representou um vocabulário comum padronizado sobre elementos de sistema de gestão de aprendizagem e tarefas acadêmicas. Foi

²⁰ Tradução livre de “*Calification_System*”, que é a subclasse da classe curso (*course*).

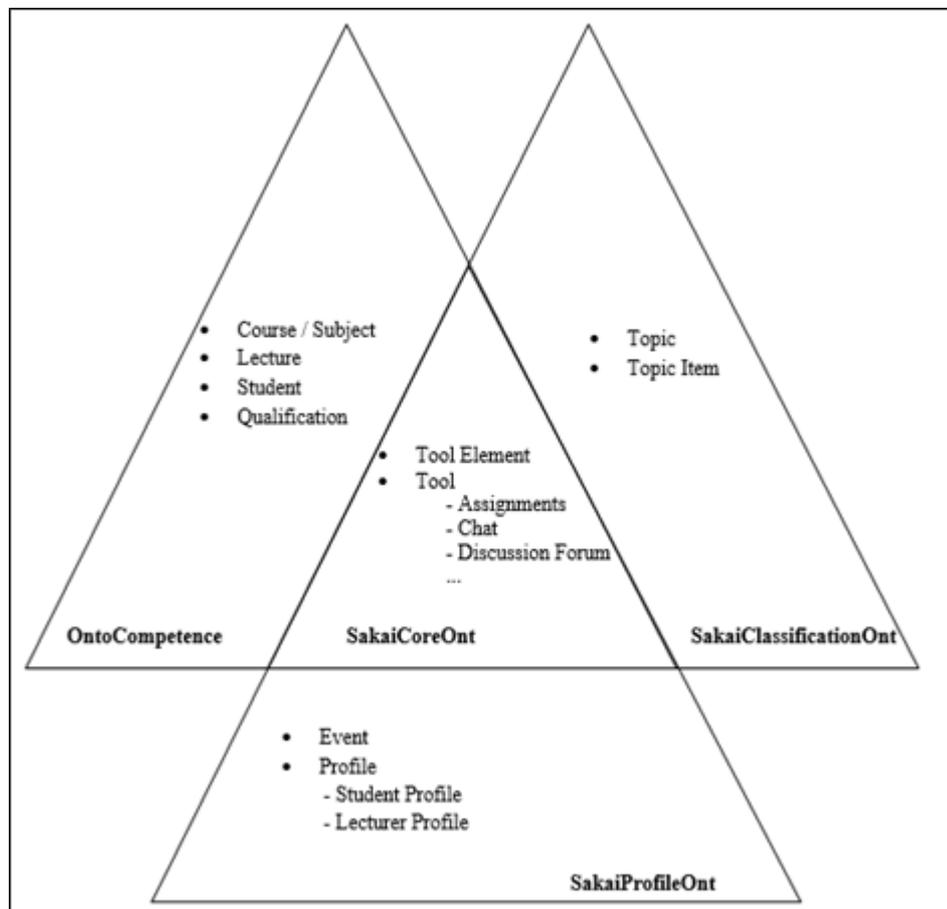
²¹ O modelo utilizou a plataforma Sakai, que é um AVA de código aberto (*open source*) e gratuito criado em 2003 pelas Universidades de Michingan, Indiana e Stanford e o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) (MUÑOZ *et al.*, 2015).

criado para oferecer serviços de recomendação a partir do contexto e características dos perfis de seus usuários.

Para Muñoz *et al.* (2015), a representação semântica dos componentes desse AVA e o processo de inferência das regras de ontologias permitiam, por exemplo, simular a tomada de decisão do professor/aluno, de forma que foi possível classificar alunos como participativos/inativos e o sistema recomendava documentos relacionados conforme o contexto, automaticamente, como se fosse o professor atuando naquele momento.

Esse modelo foi subdividido em quatro ontologias: SakaiCoreOnt; SakaiClassificationOnt; OntoCompetence e SakaiProfileOnt (FIG. 9):

FIGURA 9 – Visão geral do modelo OntoSakai

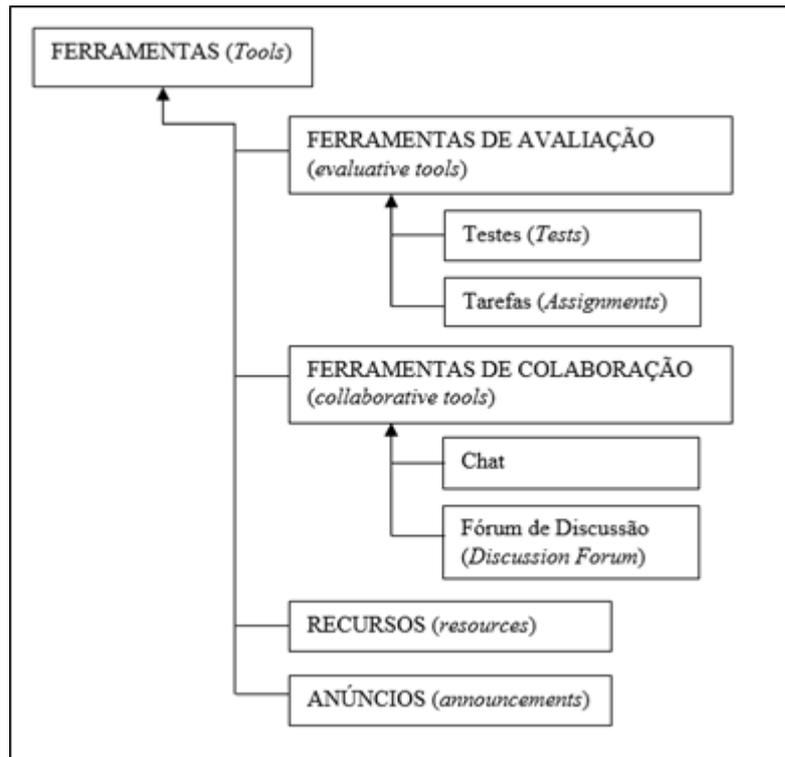


Fonte: Muñoz *et al.* (2015, p. 5998).

Cada uma das ontologias representou elementos específicos no AVA, segundo Muñoz *et al.* (2015):

Os autores salientam que as ferramentas comuns do Sakai mais utilizadas eram as chamadas “ferramentas de conteúdo”, “ferramentas colaborativas” e “ferramentas de avaliação”. Essas ferramentas foram a base para a criação de uma das ontologias, a *SakaiCoreOnt*, que foi destacada na FIG. 11.

FIGURA 11 - *SakaiCoreOnt*: representação das ferramentas de aprendizagem e conteúdo



Fonte: adaptado de Muñoz *et al.* (2015)

Os “recursos” e “anúncios” foram descritos no texto de Muñoz *et al.* (2015) como ferramentas de conteúdo. A FIG. 11 mostra que eles preferiram deixar essas ferramentas de conteúdo ligadas diretamente à classe “ferramentas”.

Com a representação semântica e o processo de inferência baseados nas regras de ontologias, o sistema fazia recomendações oferecendo serviços personalizados com base nas atividades registradas pelos alunos. Assim, os dados principais sobre a atividade do aluno eram gravados e reunidos no sistema em uma tabela de eventos e classificados como: criar; excluir; revisar; ler; responder; enviar (MUÑOZ *et al.*, 2015).

O QUADRO 4 mostra os tipos de eventos gerados pelas ferramentas mais usadas pelos alunos no AVA, em consonância à pesquisa dos autores Muñoz *et al.* (2015).

QUADRO 4 – Tipos de eventos gerados pelas ferramentas utilizadas no AVA

Ferramentas	Eventos					
	Criar	Excluir	Revisar	Ler	Responder	Enviar
Recursos	X	X	X	X		
Fórum de discussão	X	X	X	X	X	
Tarefas	X	X	X	X		X
Chat	X	X				
Anúncios	X	X	X			
Testes	X	X	X			X

Fonte: adaptado de Muñoz *et al.* (2015, p. 5997).

De acordo com o comportamento do usuário, os perfis eram criados levando-se em consideração as ferramentas utilizadas no AVA, como tipos de recursos acessados, número de acessos ou contribuições colaborativas, etc. Assim, a representação ontológica ajudava o aluno a encontrar recursos de maneira mais eficiente e servia de base para recomendações automáticas no AVA (MUÑOZ *et al.*, 2015).

No modelo proposto por Rani, Srivastava e Vyas (2016), os elementos básicos considerados em um AVA foram: professor, aluno, ambiente de aprendizagem, conteúdo e avaliação. Além disso, incluíram também as classes usuário, administrador e gerente como elementos integrantes do sistema e que os alunos estão no ponto central de qualquer sistema de aprendizagem *online*, cujos recursos devem ser projetados para atendê-los. Também defenderam que os termos professor, aluno, administrador e gerente são subclasses da classe usuário. Essa pesquisa ainda verificou o papel ou permissão de cada usuário no AVA. Esses dados encontram-se no QUADRO 5, conforme descrito por Rani, Srivastava e Vyas (2016):

QUADRO 5 - Papel de cada usuário no AVA

USUÁRIO			
Administrador	Professor	Gerente	Aluno
---	---	---	Registra-se;
Adiciona aluno	---	---	---
Adiciona professor	---	---	---
Adiciona curso	Adiciona curso	Adiciona curso	---
Adiciona recurso	Adiciona recurso	Adiciona recurso	---
Deleta aluno	---	---	---
Deleta professor	---	---	---
Visualiza curso	Visualiza curso	Visualiza curso	Participa curso
Visualiza perfil	Visualiza perfil	Visualiza perfil	Visualiza perfil
Atualiza perfil	Atualiza perfil	Atualiza perfil	Atualiza perfil

Fonte: adaptado de Rani, Srivastava e Vyas (2016).

A FIG. 12 mostra o esquema defendido pelos autores, no qual o aluno apresenta-se como elemento central dos sistemas de aprendizagem *online* e a ontologia é utilizada na classificação dos diferentes termos que ficam em uma estrutura hierárquica organizada.

FIGURA 12 - Elementos básicos do sistema “*m-learning*”

Fonte: elaborada pela autora, baseado em Rani, Srivastava e Vyas (2016).

Rani, Srivastava e Vyas (2016) também sugeriram as propriedades de objetos do AVA, as quais estão descritas na FIG. 13:

FIGURA 13 - Propriedades dos objetos no AVA

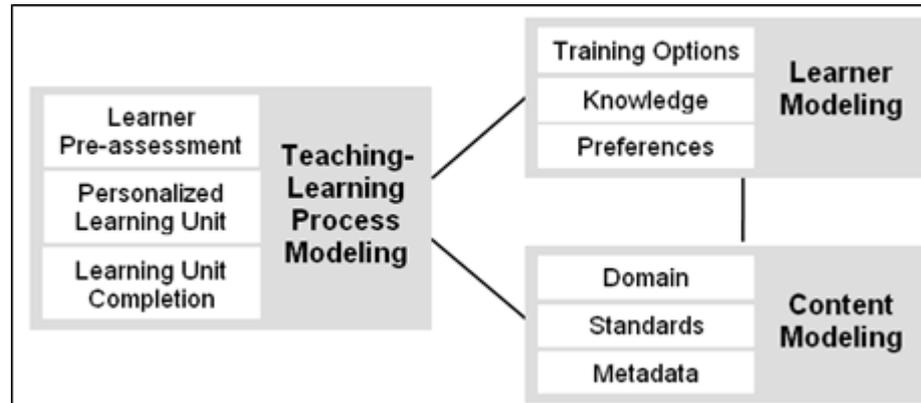
Name	Domain	Range	Inverse
IsStudentOf	Student	Teacher	isTeacherOf
IsTeacherOf	Teacher	Student	isStudentOf
Teaches	Teacher	Computer Science	taughtBy
taughtBy	Computer Science	Teacher	Teaches
UploadedBy	Resource	User	Not Applicable
IsPursuing	Student	Computer Science	enrolledAt
enrolledAt	Computer Science	Student	isPursuing
addedBy	User	User	Not Applicable
Contains	Resource	Computer Science	Not Applicable

Fonte: Rani, Srivastava e Vyas (2016, p. 10).

As propriedades vinculavam os indivíduos definidos na ontologia criando relações entre as classes. Observou-se que algumas propriedades mostravam o seu inverso, de forma que tornava possível que a ontologia fosse interpretada pela máquina e associasse os diferentes indivíduos às classes conforme a interação permitida no sistema de aprendizagem (RANI; SRIVASTAVA; VYAS, 2016).

Por sua vez, Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015, p. 16) propuseram um “modelo de personalização que envolve três domínios principais: a modelagem do processo de ensino-aprendizagem; modelagem do aprendiz; e modelagem do conteúdo digital” (FIG. 14).

FIGURA 14 - Modelo de personalização

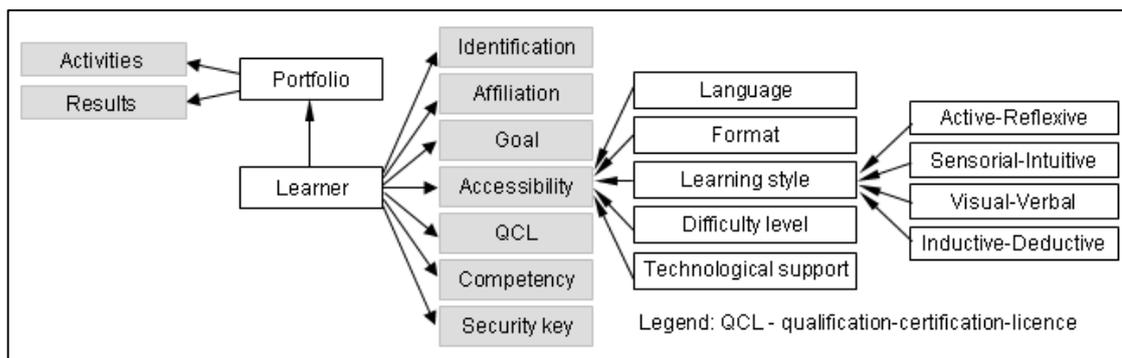


Fonte: Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015, p. 16).

Na **modelagem do processo de ensino-aprendizagem**, segundo os autores, os elementos que devem compor a ontologia envolvem informações sobre: a pré-avaliação do aprendiz; a unidade de aprendizagem personalizada; e a conclusão da aprendizagem personalizada. Na **modelagem do aprendiz**, os elementos da ontologia dizem respeito a dados de opções de treinamento e dados do conhecimento do aprendiz e suas preferências. Na **modelagem do conteúdo educacional**, os elementos da ontologia envolvem o domínio do conhecimento abordado e os padrões e metadados dos objetos de aprendizagem (BAJENARU; BOROZAN; SMEUREANU, 2015).

A seguir, a proposta da “modelagem do aprendiz” elaborada por Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015) em mais detalhes na FIG. 15.

FIGURA 15 – Modelo de dados do aluno



Fonte: Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015, p. 17)

A forma detalhada na apresentação da “modelagem do aprendiz” mostrou a preocupação dos autores em explicar que os alunos (*learner*) têm diferentes estilos de aprendizagem, objetivos, preferências pessoais e um perfil que varia para cada participante no

ambiente virtual de aprendizagem. Com o desenvolvimento de um sistema de aprendizado baseado em ontologia, os autores adotaram um modelo de interface inteligente que fornecia *feedback* de forma automática, permitindo acesso permanente aos recursos, ao conteúdo e à avaliação e garantindo a comunicação entre professor e aluno (BAJENARU; BOROZAN; SMEUREANU, 2015).

Já o modelo de Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009) trata-se do diagrama de classes para modelar a ontologia do domínio *e-learning*, cujos módulos foram organizados em uma hierarquia. Os conceitos foram organizados utilizando-se um mapa conceitual com base nas informações coletadas em materiais de estudos, questionários aplicados a coordenadores, desenvolvedores, alunos e examinadores de conteúdo.

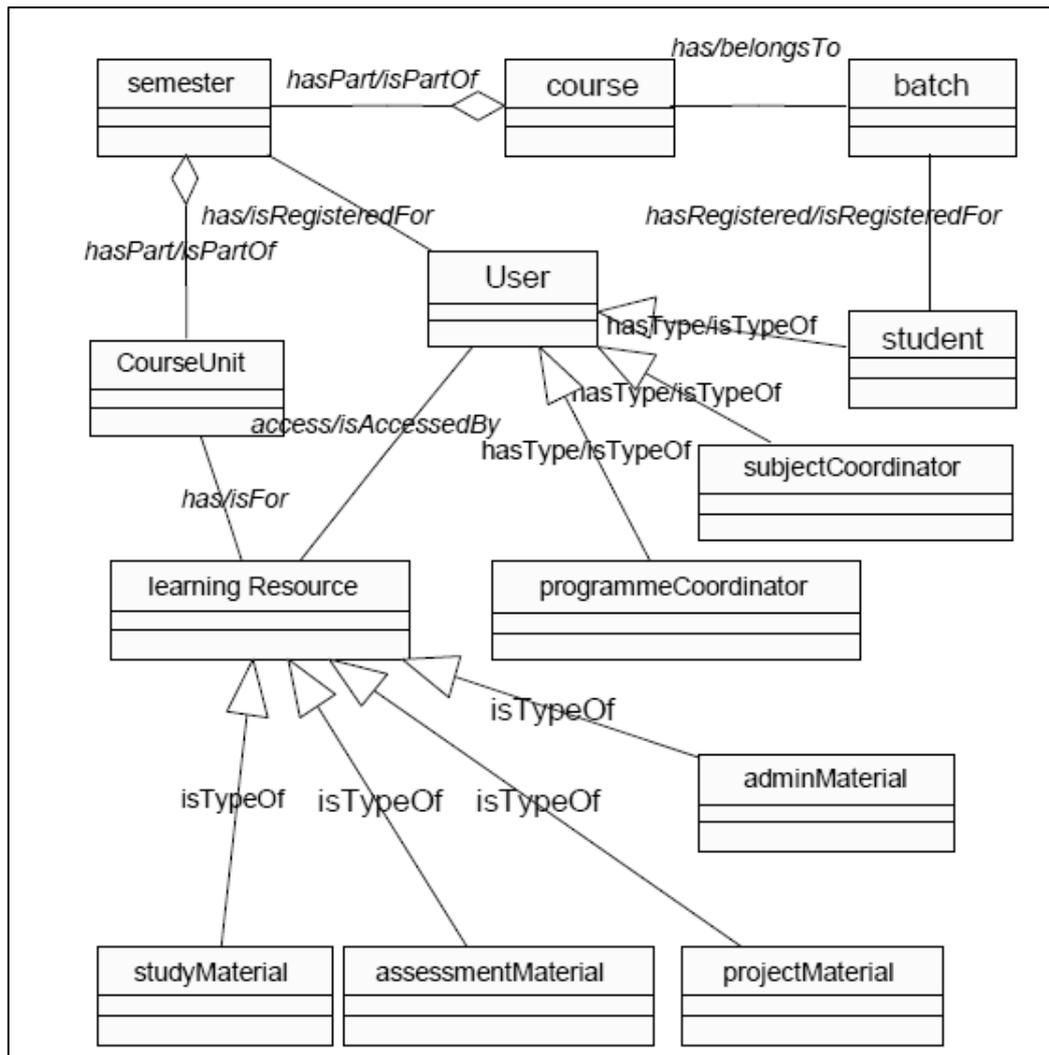
Além disso, também apresentaram em suas pesquisas algumas regras com um conjunto de termos e seus relacionamentos do domínio do *e-learning*. Essas regras podem ser vistas na FIG. 16.

FIGURA 16 - Termos e regras no domínio do *e-learning*

Context	Term1	Role	InvRole	Term2
e-Learning	Course	Has-Part	Is-Part-Of	Semester
e-Learning	Semester	Offers	Is-Offered-In	Subject
e-Learning	Subject	Has	Is-Of	Note
e-Learning	Course	Is-Supported-By	Supports	Resource-Person
e-Learning	Resource-Person	Has-Type	Is-Type-Of	Lecturer

Fonte: Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009, p. 44).

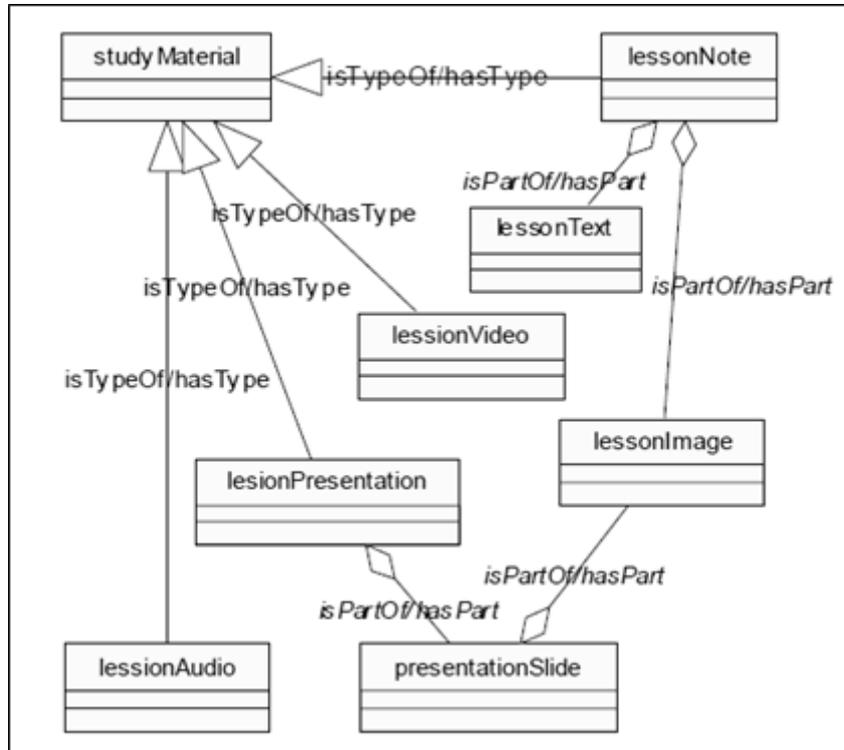
A FIG. 17 ilustra o módulo principal da ontologia no domínio do *e-learning* empregada por Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009) e mostra as classes e as propriedades relacionais da ontologia.

FIGURA 17 – Módulo principal da ontologia de *e-learning*

Fonte: Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009, p. 43).

E o módulo do material de estudo é ilustrado na FIG. 18.

FIGURA 18 - Módulo material de estudo

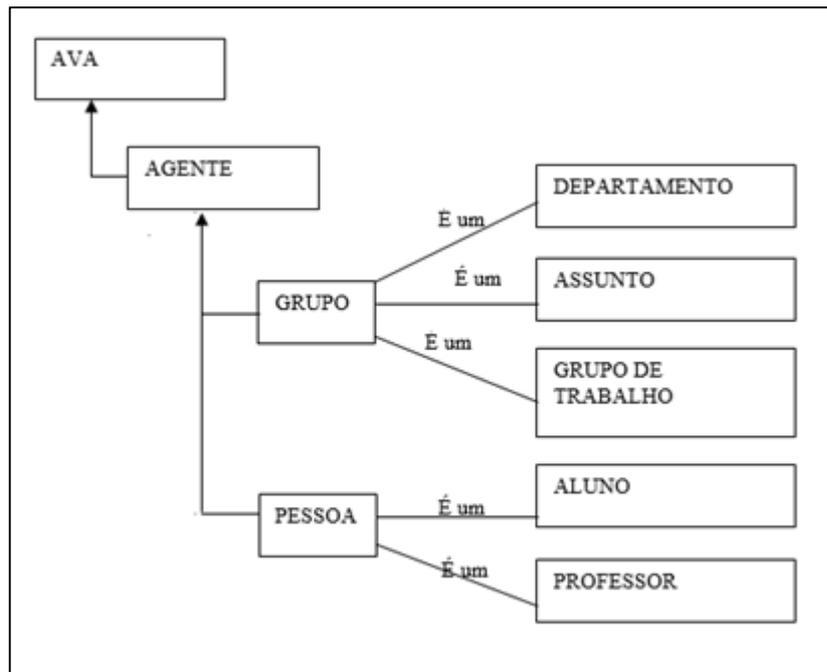


Fonte: Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009, p. 43).

Segundo Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009), as ontologias desempenham importante papel na construção das relações entre os conceitos no AVA. Essas relações são definidas com base nas propriedades e atributos definidos na modelagem ontológica. Os autores defenderam que a utilização de “atributos-chave” no sistema possibilita mais usabilidade e eficácia para atender aos requisitos do usuário final.

O modelo *foafLMS*, que foi sugerido por Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011), é uma organização hierárquica de atores e relações no sistema. Os termos escolhidos como as principais representações das classes foram “agente” e “documento”, podendo um “agente” ser uma pessoa (professor ou aluno) ou um grupo.

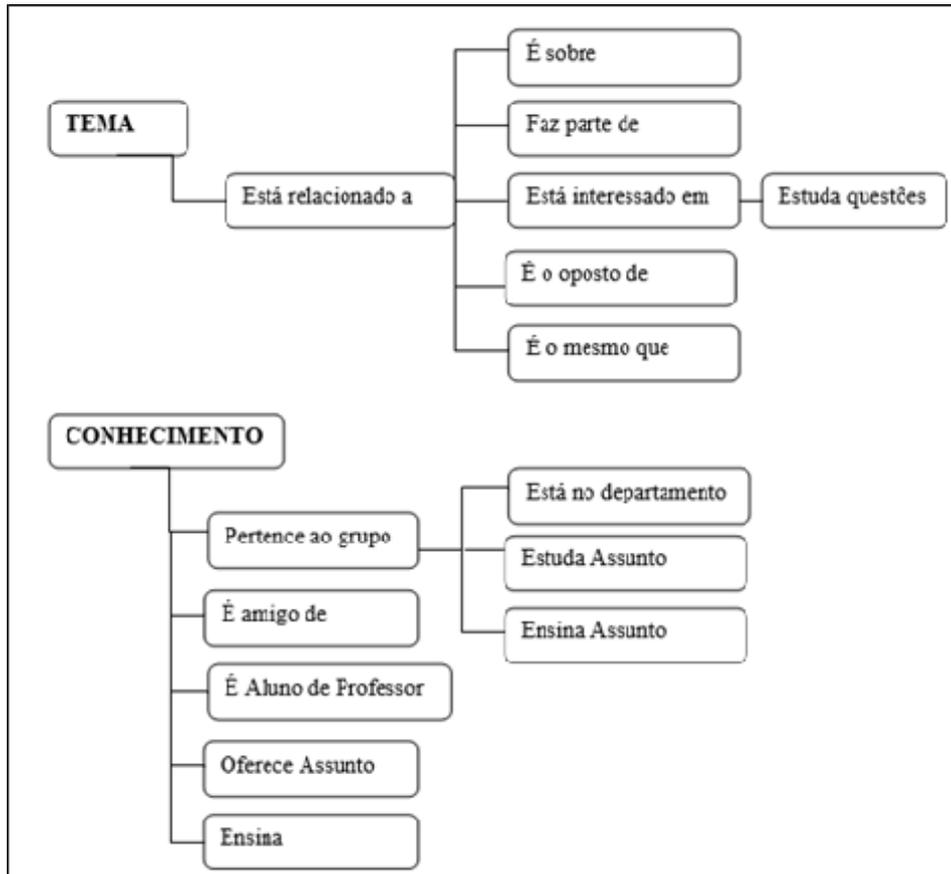
A FIG. 19 mostra a representação do “agente” no sistema de aprendizagem, conforme os autores:

FIGURA 19 - Representações dos atores do modelo *FoafLMS*

Fonte: adaptado de Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011).

Os termos “conhecimento” e “tema” foram escolhidos por Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011) como as principais relações abstratas no AVA (FIG. 20). As propriedades dos dados descrevem essas relações entre indivíduos de classes e fornecem as informações sobre um recurso específico que pertence a um indivíduo da classe no sistema, como, por exemplo: “professor ensina aluno” ou “assunto faz parte de grupo”.

FIGURA 20 - Relações abstratas de conhecimento e tema



Fonte: adaptado de Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011).

Nas pesquisas de Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011), a integração de ontologias no AVA possibilitou a disseminação de recursos de aprendizagem e a interpretação semântica dos esquemas, permitindo encontrar informações mais precisas dentro do sistema.

O modelo ONTODAPS utiliza a ontologia *Ability and Disability Ontology for Online Learning and Services* (ADOLES) para personalizar o AVA. Essa ontologia “anota os recursos de aprendizagem e representa o conhecimento do domínio em *e-learning* e deficiência” (NGANJI; BRAYSHAW; TOMPSETT, 2013, p. 22). A personalização dos recursos ocorre após o aluno fornecer seus dados pessoais de perfil e se identificar no sistema, que interage com a ontologia e pesquisa nos recursos gerais de aprendizagem, inferindo quais os recursos mais apropriados para o aluno.

Entre os dados de interesse para esta pesquisa, utilizaram-se as classes “pessoa” e “curso” relatadas pelos autores na FIG. 21:

FIGURA 21 - Classes: “pessoa” e “curso” do modelo ONTODAPS

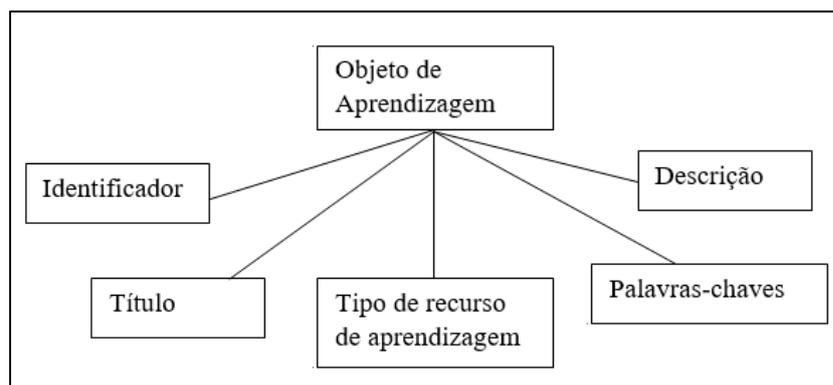
Classe	Subclasses
PESSOA	E-mail Nome Senha Perfil Função Nome de usuário
CURSO	Código Nome Título Objetivos de aprendizagem Recursos de aprendizagem

Fonte: adaptado de Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013, p. 22).

Os autores ressaltaram que a personalização dos sistemas de aprendizagem pode ocorrer de diferentes formas, baseando-se nas necessidades dos usuários. A personalização baseada em ontologia, além de representar o conhecimento do domínio, também fornece o meio de comunicação entre humanos e as máquinas de maneira mais eficaz (NGANJI; BRAYSHAW; TOMPSETT, 2013).

Cerón-Figueroa *et al.* (2017) enfatizaram o uso de algoritmos para a extração de ontologia em metadados de objetos de aprendizagem – *Learning Object Metadata* (LOM). A importância do trabalho desses autores para a presente pesquisa foi a ênfase nos materiais de aprendizagem, que também são importantes no ambiente virtual de aprendizagem. Eles apresentaram algumas informações sobre as características dos objetos de aprendizagem, os quais foram destacados na FIG. 22.

FIGURA 22 - Características dos objetos de aprendizagem



Fonte: adaptado de Cerón-Figueroa *et al.* (2017, p. 15).

A vantagem encontrada por Cerón-Figueroa *et al.* (2017) na representação ontológica dos documentos e recursos de aprendizagem está na possibilidade de troca de informações sem a intervenção humana entre diferentes sistemas de *e-learning*. Além disso, eles constataram que o uso de ontologias para a descrição de características importantes dos objetos de aprendizagem contribuiu para a busca rápida no banco de dados do sistema de aprendizagem e associação de informações relevantes desses objetos.

No entendimento de Ouf *et al.* (2017), o ambiente de aprendizagem tem a possibilidade de adaptar-se às características dos diferentes alunos e tem capacidade de personalização. Em suas pesquisas, os autores defenderam que o “modelo do aluno” pode ser considerado o mais importante para o sistema de aprendizagem, uma vez que destaca características diferentes para cada aluno, a fim de armazenar informações sobre os elementos essenciais dos mesmos nos processos educacionais. As características do modelo do aluno, segundo Ouf *et al.* (2017), estão apresentadas no QUADRO 6:

QUADRO 6 - As diferentes características do modelo de aluno

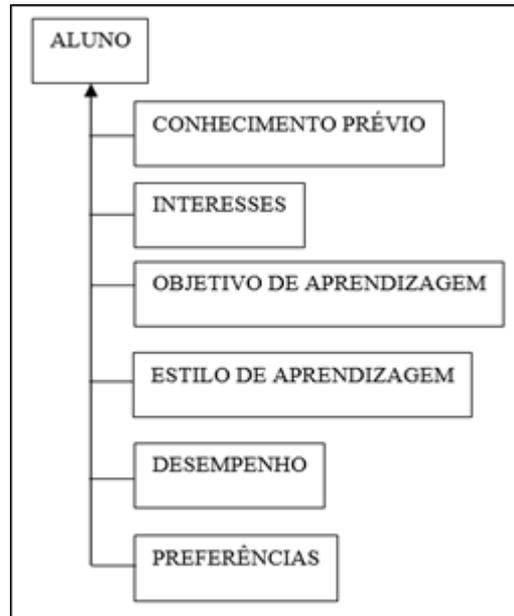
Características	Descrição	Exemplo
Personalidade	Informações pessoais do aluno	Primeiro nome, sobrenome, <i>e-mail</i> , endereço, gênero e número de telefone
	Estilo de aprendizagem	Felder-Silverman (sensorial/ intuitivo, visual/ verbal, ativo/ refletivo, sequencial/ global)
Conhecimento	Conhecimento prévio	Pré-teste (novato, iniciante e avançado); última escolaridade
Comportamental	Atuação, desempenho do aluno	Módulo GPA (<i>Grade Point Average</i>)* Teste de documento GPA do semestre anterior Acumulativo GPA
Preferências	Interesses	<i>Hobbies</i> e atividades de entretenimento
	Gosta e não gosta	Cores, fontes, tipo de mídia e idioma
Objetivo de Aprendizagem	Propósitos de educação	Desenvolvimento de carreira, mudança de carreira e conhecimento geral).
Segurança	Direitos de acesso e credenciais	Nome de usuário, senha

* Média de notas do aluno.

Fonte: adaptado de Ouf *et al.* (2017, p. 14).

Dessa forma, os autores definiram a classe “aluno” como a principal, pois consiste em todas as características relacionadas ao aluno e que influenciam na forma como este interage com um sistema de aprendizagem; as outras características foram definidas como subclasses da classe “aluno” (OUF *et al.*, 2017). FIG. 23.

FIGURA 23 - Elementos da ontologia do modelo do aluno



Fonte: adaptado de Ouf *et al.* (2017, p. 12).

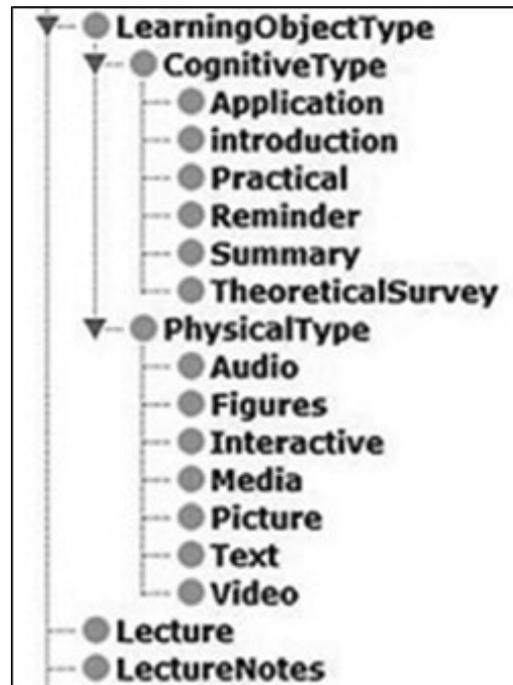
Além disso, a ontologia dos objetos de aprendizagem também foi definida por Ouf *et al.* (2017) e representou o conteúdo dos módulos do AVA e sua adequação para alunos em diferentes níveis de aprendizado. Para os autores, os objetos de aprendizagem têm um “tipo” que pode ser composto por um conjunto de “tipos físicos” e um conjunto de “tipos cognitivos” (QUADRO 7).

QUADRO 7 - Características dos objetos de aprendizagem

Tipo	Tipo físico	Tipo cognitivo
Definição	Mídia interativa	Introdução
Modelo	Vídeo	Resumo
Nota de aula	Áudio	Lembrete
Exercício	Figuras	Aplicação prática
Exame	Texto	Pesquisa teórica
---	Imagem	---

Fonte: adaptado de Ouf *et al.* (2017).

A partir dessas características, a ontologia de objetos de aprendizagem foi definida por Ouf *et al.* (2017) na ferramenta *Protégé* (FIG. 24).

FIGURA 24 - Ontologia de objetos de aprendizagem na ferramenta *Protégé*

Fonte: Ouf *et al.* (2017, p. 18).

Ouf *et al.* (2017) defenderam a ontologia como futuro do sistema de gerenciamento de aprendizagem *online* e que a utilização da ontologia nos ambientes virtuais de aprendizagem tornou-se uma maneira eficaz de fornecer aos alunos os objetos de aprendizagem conforme sua necessidade e atividades de aprendizagem e métodos de ensino personalizados.

Como dito no início desta seção, as informações dos modelos apresentados serão utilizadas, posteriormente, na definição das classes e subclasses do modelo proposto nesta pesquisa. Antes, é necessário ser feita a listagem dos termos relevantes para o domínio do conhecimento do AVA. Essa listagem, definida no próximo passo, também será utilizada no modelo proposto para definir as propriedades e relações no AVA identificadas pelos pesquisadores.

4.5.3 Listar termos importantes (passo 3)

Nessa etapa, fez-se uma lista de todos os termos e elementos necessários para fazer declarações sobre o domínio ou para explicar a um usuário sobre esse domínio (NOY; MCGUINNESS, 2001). Essas autoras sugerem responder as questões do tipo:

- a) Quais são os termos identificados?

- b) O que se pode dizer sobre esses termos?
- c) Quais termos se tornaram as classes e propriedades?

Essa listagem foi construída a partir das informações encontradas nos textos da RSL. No QUADRO 8, os indivíduos, as classes, os atributos e propriedades foram expostos; os elementos foram destacados e retirados os termos que definem e identificam os pertinentes ao AVA e suas ferramentas de interatividade segundo os autores. A listagem, nesse momento, acontece de forma livre, sem a preocupação em separar os tipos de conceitos.

QUADRO 8 – Lista parcial* dos termos do AVA retirados dos textos da RSL

Gladun et al. (2009)	Aluno; tutor; avaliação; disciplina; curso, sistema de <i>e-learning</i> , conteúdo; ferramentas de <i>e-learning</i> ; aprendiz; corpo docente; recursos; agente; professor; estudante; classe; tarefa; materiais de aprendizagem; objetos de aprendizagem.
Cubric e Tripathi (2009)	Sistema de <i>e-learning</i> ; avaliação; recursos; conteúdo; testes; alunos; estudantes; usuário.
Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009)	Sistema de <i>e-learning</i> ; usuário; aprendiz; professores; cursos; estudante; recurso de aprendizagem; material de estudo; material de avaliação.
Colace e De Santo (2010)	Alunos; professores; conteúdo; ferramentas; curso; avaliação; sistema de <i>e-learning</i> ; estudante; testes de avaliação; disciplina; objetos de aprendizagem; atores no sistema (administradores, professores e alunos).
Acampora, Gaeta e Loia (2011)	Sistema de <i>e-learning</i> ; alunos; estudantes; recursos; conteúdos; recursos educacionais; aprendiz; professor; conteúdo educacional; aluno; ferramentas (<i>blogs; wikis; podcast</i>); usuários; disciplinas; testes; avaliação; estilo de aprendizagem; objetos de aprendizagem.
Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011)	Sistemas de aprendizagem <i>on-line</i> ; ferramentas; usuários; conteúdo; recursos de aprendizagem; professores; alunos; recursos; material de aprendizagem; avaliação; recursos de aprendizagem; agente (pessoa): professor ou aluno ou grupo.
Montenegro-Marin et al. (2011)	Sistema de <i>e-learning</i> ; documentos = recursos; ferramentas; cursos; usuário; fórum; módulos; professor; objetos de aprendizagem (metadados e conteúdo); estudante; conteúdo da aprendizagem; curso (módulo, duração); usuários; sistema de avaliação; grupos; perguntas frequentes (FAQ); calendário de atividades; módulo.
Jia et al. (2011)	Sistema de <i>e-learning</i> ; alunos; cursos; conteúdos e recursos de aprendizagem (objetos de aprendizagem e materiais de avaliação); avaliação do conhecimento; ambientes virtuais de aprendizagem; aprendiz.
Meenorngwar (2013)	Sistema <i>e-learning</i> ; usuário; instrutor/professores; aluno; atividades baseadas em computadores e em rede.
Gaeta et al. (2013)	Sistema de <i>e-learning</i> ; avaliação; ferramentas; cursos; conteúdos de aprendizagem; alunos; professor; curso (módulo; lição); recursos de aprendizagem (objetos de aprendizagem ou serviços de aprendizagem); exames (avaliação).
Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013)	Sistema de <i>e-learning</i> ; alunos; recursos de aprendizagem (áudio, vídeo, texto); usuário; conteúdo; estudantes; aprendiz; perfil do usuário; objetos de aprendizagem; estilo de aprendizagem; avaliação; professor; classe de pessoa; curso.
Muñoz et al. (2015)	Usuário; Sistema de <i>e-learning</i> ; ferramentas de aprendizagem; estudantes; professores; alunos; participantes; conteúdo; disciplina (curso); recurso; material educacional; avaliação; testes.
Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015)	Conteúdo educacional (coleção de objetos de aprendizagem); sistemas de <i>e-learning</i> ; usuário; questões de testes; aluno; aprendiz; participantes; avaliação; estilo de aprendizagem; curso; lição, módulo; ferramentas automatizadas; materiais didáticos.
Rani, Srivastava e Vyas (2016)	Sistema de <i>e-learning</i> ; curso; estilos de aprendizagem; objetos de aprendizagem (material de aprendizagem); avaliação; recursos de aprendizagem; aprendiz; conteúdo; usuários (aluno, professores e administrador são definidos como subclasses da classe de usuário).
Cerón-Figueroa et al. (2017)	Recursos de aprendizagem; sistemas de aprendizagem <i>on-line</i> ; usuários; conteúdo; ferramentas de <i>e-learning</i> ; objetos de aprendizagem; professores; alunos; pesquisadores; recursos (animações, estudos de caso, coleções, questionários, simuladores); cursos.
Ouf et al. (2017)	Sistema de <i>e-learning</i> ; alunos; educador; conteúdo educacional; professor; objetos de aprendizagem; aprendiz; estilo de aprendizagem; recursos de aprendizagem; pesquisador.

* A listagem completa encontra-se no APÊNDICE B.

Fonte: elaborado pela autora.

Durante o processo de levantamento de termos do QUADRO 8, percebeu-se que as palavras professor, aluno, conteúdo, curso, ambiente virtual de aprendizagem (AVA), recurso, avaliação, ferramentas e objeto de aprendizagem são citados nos textos para serem classes das

ontologias. Os termos “conteúdo” e “recurso” têm significados semelhantes nos textos, embora, em alguns casos, ora “conteúdo é classe, ora conteúdo é subclasse de recurso. O termo “administrador” também é citado em Rani, Srivastava e Vyas (2016), Montenegro-Marin *et al.* (2011) e Colace e De Santo (2010) como um dos atores envolvidos nesse sistema e, por isso, esse termo também foi incluído na hierarquia de classes.

Baseando-se listagem do QUADRO 8 e nos modelos apresentados na seção 4.5.2, os termos escolhidos para reuso na definição das classes e subclasses para o modelo ontológico proposto nesta dissertação se apresenta na TAB. 1.

TABELA 1 – Relação de termos escolhidos como classes nos textos da RSL

TERMOS	Quantidade de textos que utilizaram os termos como classes no AVA
*Sistema de <i>e-learning</i> (AVA)	16
Professor	14
Aluno	14
Administrador	04
Usuário	07
Conteúdo	14
Recurso	14
Objeto de aprendizagem	11
Ferramentas	04
Curso	09
Avaliação	09

* O termo Sistema de *e-learning* foi usado na ontologia no mesmo sentido de AVA, ambiente de aprendizagem *online* ou sistema de gerenciamento de aprendizagem.

Fonte: elaborada pela autora.

Observou-se que o termo “professor” variou nos textos, que apresentaram as palavras instrutor ou educador como substitutas. Alguns textos também utilizaram as palavras “participante” ou “pessoa” com o mesmo sentido de “usuário” do sistema. O termo recurso também teve variações, como: material de aprendizagem, conteúdo educacional, instrumentos de aprendizagem ou conteúdo de aprendizagem. E os termos aprendiz, estudante e aluno foram utilizados com o mesmo sentido.

Os termos da TAB. 1 serão a base para a criação das classes e hierarquias de classe que será apresentado na próxima etapa.

4.5.4 Definir as classes e hierarquias de classes (passo 4)

Nesta etapa foi necessário escolher qual a estratégia para definição da hierarquia de classes. Noy e McGuinness (2001) acreditam que há três tipos de estratégias: *top-down*, *bottom-up* e combinação. Segue-se a explicação de cada estratégia:

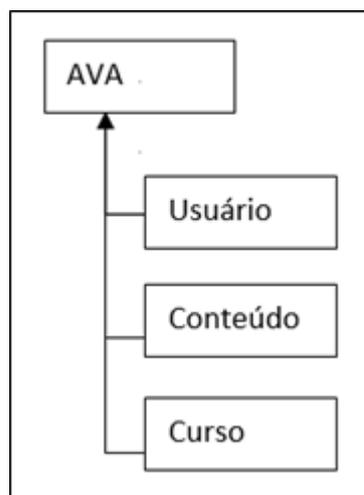
- a) *Top-down* (topo-para-baixo) – nessa estratégia os conceitos mais gerais são definidos e segue-se a partir de um processo de decomposição, onde são colocados os termos mais abrangentes (superclasse) e abaixo os mais específicos (subclasse) por meio de relacionamentos (MÜLLER, 2011);
- b) *bottom-up* (baixo-para-cima) – define-se primeiramente o conjunto de termos mais específicos para depois identificar os possíveis agrupamentos (MÜLLER, 2011);
- c) combinação – utiliza um misto das duas estratégias descritas anteriormente. Os conceitos mais salientes são identificados e escolhidos, assim, o processo de generalização ou decomposição é guiado por esse conjunto de termos (MÜLLER, 2011).

Na presente pesquisa, foi utilizada a estratégia de combinação, que é um misto das outras duas. Noy e McGuinness (2001) recomendam que, seja qual for a estratégia escolhida, geralmente se comece definindo as classes. Assim, da lista criada no passo 3, selecionaram-se os termos que descrevem objetos com existência independente. Esses termos foram definidos como classes e tornaram-se âncoras na hierarquia de classes (NOY; MCGUINNESS, 2001).

As autoras explicam que não existe hierarquia de classe única para qualquer domínio. A hierarquia depende dos possíveis usos da ontologia, do nível dos detalhes necessários para a aplicação, de preferências pessoais e, às vezes, de requisitos de compatibilidade com outros modelos classes (NOY; MCGUINNESS, 2001, p. 12).

A definição das classes e hierarquia de classes, nesta pesquisa, teve como ponto de partida o reuso dos modelos identificados na seção 4.5.2 e a listagem de termos da seção 4.5.3. Assim, baseando-se nos elementos da TAB. 1, QUADRO 8 e nos modelos identificados anteriormente, definiram-se as classes do AVA para o modelo proposto nesta dissertação na FIG. 25:

FIGURA 25 – Visão geral das classes principais do AVA para o modelo proposto

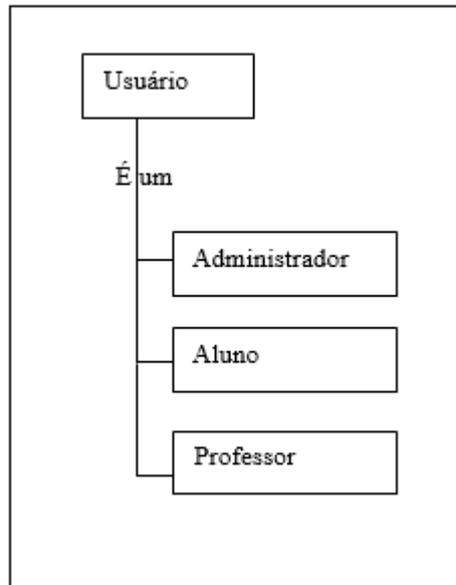


Fonte: elaborada pela autora, baseado em Montenegro-Marin *et al.* (2011), Nganji, Brayshaw e Tompssett (2013), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011), Rani, Srivastava e Vyas (2016), Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015), Ouf et al. (2017) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009).

A Figura 25 baseou-se nos termos e hierarquias dos modelos apresentados pelos autores Montenegro-Marin *et al.* (2011), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011), Nganji, Brayshaw e Tompssett (2013), Rani, Srivastava e Vyas (2016) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009), para os quais o “AVA” foi classificado como a classe principal e os termos “usuário”, “conteúdo” e “curso” foram considerados como as subclasses de “AVA”.

Já o termo “usuário” foi utilizado como classe principal para definir as pessoas envolvidas no sistema de aprendizado *online*, conforme o modelo dos autores Montenegro-Marin *et al.* (2011), Nganji, Brayshaw e Tompssett (2013), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011), Rani, Srivastava e Vyas (2016), Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009). De forma que os termos “professor”, “aluno” e “administrador” tornaram-se subclasses. Assim, de acordo com estes autores citados, apresentam-se as subclasses da classe “usuário” proposta para o modelo de relações ontológicas de interatividade desta dissertação na FIG. 26.

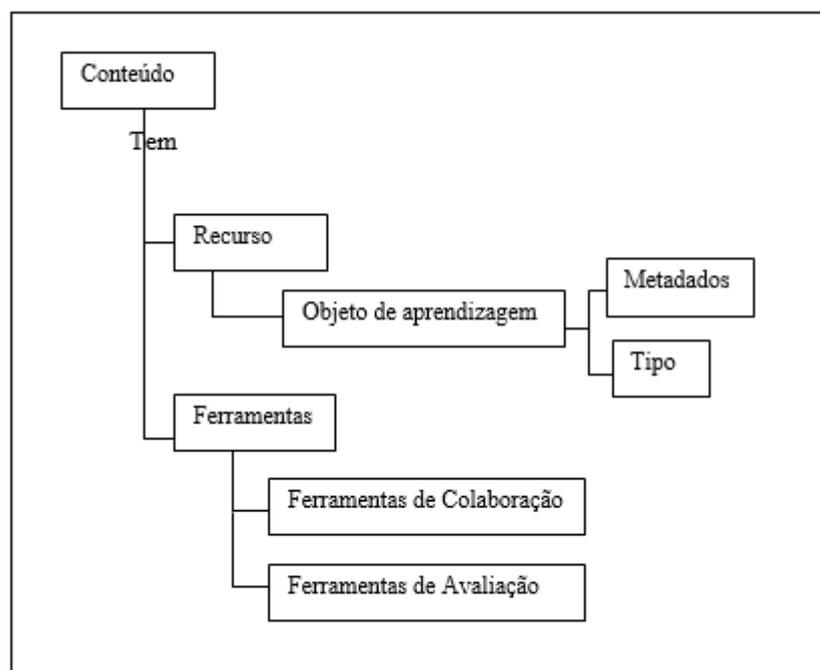
FIGURA 26 – Visão geral da classe usuário e subclasses para o modelo proposto



Fonte: elaborada pela autora, baseado em Montenegro-Marin *et al.* (2011), Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011), Rani, Srivastava e Vyas (2016), Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009).

A seguir, a FIG. 27 mostra a classe conteúdo e subclasses propostas para o modelo ontológico desta pesquisa:

FIGURA 27 – Visão geral da classe conteúdo e subclasses para o modelo proposto

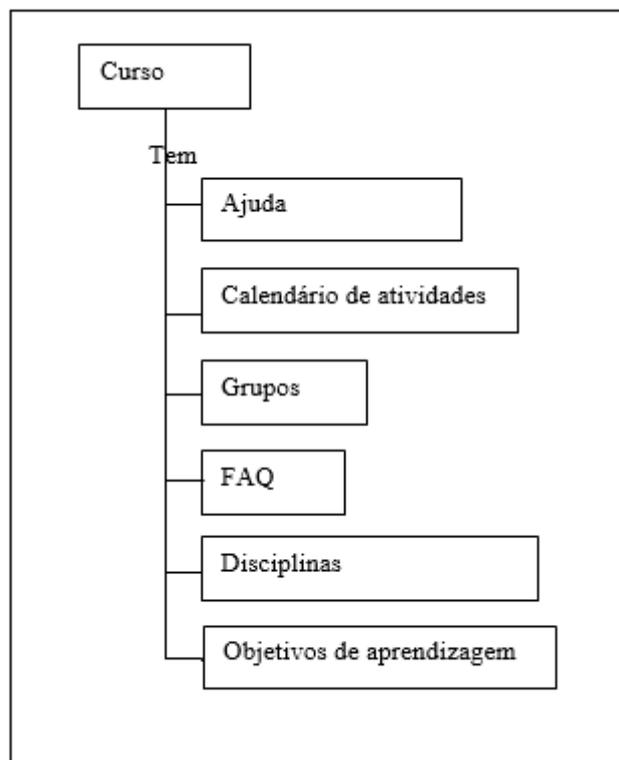


Fonte: elaborada pela autora, baseado em Montenegro-Marin *et al.* (2011), Muñoz *et al.* (2015), Ouf *et al.* (2017), Rani, Srivastava e Vyas (2016), Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015) e Cerón-Figueroa *et al.* (2017).

As classes e hierarquias das classes da FIG. 27 foram definidas conforme descritos nos modelos dos autores que representaram os objetos de aprendizagem (OUF et al., 2017; CERÓN-FIGUEROA et al., 2017; MONTENEGRO-MARIN et al., 2011), as ferramentas (MUÑOZ et al., 2015; MONTENEGRO-MARIN et al., 2011), o conteúdo e os recursos (RANI, SRIVASTAVA e VYAS, 2016; BAJENARU, BOROZAN e SMEUREANU, 2015; CUÉLLAR, DELGADO e PEGALAJAR, 2011).

Por fim, baseando-se nos modelos definidos em Montenegro-Marin et al. (2011), Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009) apresentam-se, a seguir, as subclasses da classe curso propostas para o modelo ontológico desta dissertação na FIG. 28:

FIGURA 28 – Visão geral da classe curso e subclasses para o modelo proposto



Fonte: elaborada pela autora, baseado em Montenegro-Marin *et al.* (2011), Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009).

4.5.5 Definir propriedades das classes (slots) (passo 5)

Nessa fase foi feita a descrição da estrutura interna dos conceitos determinados como classes, utilizando a lista de termos criados no passo 3. A maioria dos termos restantes formou as propriedades (*slots*) dessas classes. Essas propriedades tornam-se *slots* (atributos de um

domínio) anexados às classes. Em geral, existem tipos de propriedades do objeto que podem se tornar *slots* em uma ontologia (NOY; MCGUINNESS, 2001, p. 8).

O QUADRO 9 descreve *slots* das classes ou subclasses definidas anteriormente. Para cada classe da lista, as propriedades foram descritas a partir da listagem de termos apresentados no QUADRO 15 (APÊNDICE B).

QUADRO 9 – Propriedades descritivas das classes e subclasses no AVA

Classe ou subclasse	Propriedades (<i>Slots</i>)
Usuário	Perfil Nome <i>E-mail</i> Senha Nome de usuário.
Aluno	Estilo de aprendizagem Objetivos de aprendizagem Competências Perfil Nome <i>E-mail</i> Senha Nome de usuário.
Professor	Perfil Nome <i>E-mail</i> Senha Nome de usuário.
Administrador	Perfil Nome <i>E-mail</i> Senha Nome de usuário.
Objetos de Aprendizagem	Descrição Palavras-chave Identificação Título Tipo (mídia interativa; vídeo; áudio; figuras; texto; imagem).
Ferramentas de Colaboração	<i>Chat</i> Fórum de discussão Mensagem <i>Wiki</i>
Ferramentas de Avaliação	Teste Tarefa Portfólio Diário
Curso	Duração, Semestre, Ano, Título

Fonte: elaborado pela autora.

Noy e McGuinness (2001) advertem que as propriedades também podem se tornar relações com outros indivíduos. Ou seja, as relações de membros individuais de uma classe e outros itens, como, por exemplo: “curso tem parte de semestre” ou “aluno está matriculado em curso”. Nessas frases, as expressões “tem parte de” e “está matriculado em” representam

tipos de propriedades dos elementos no AVA. A decisão do que pode se tornar propriedade das classes depende do grau de detalhamento decido pelo pesquisador.

No QUADRO 10 descrevem-se as propriedades (*slots*) para representar as relações dos conceitos do AVA, em consonância a Rani, Srivastava e Vyas (2016), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009). As relações são definidas na ordem: domínio – propriedade – escopo, como, por exemplo: “aluno acessa curso” ou “professor é tipo de usuário”, etc. Essas propriedades também colaboram na construção das restrições existentes no domínio.

QUADRO 10 - Propriedades relacionais das classes no AVA

Propriedade	Domínio (<i>Domain</i>)	Escopo (<i>Range</i>)	Inverso
Acessa	Usuário / Aluno / Professor	Curso	éAcessadoPor
Ensina	Professor	Curso	éEnsinadoPor
Gerencia	Administrador	AVA	éGerenciadoPor
Tem	AVA	Conteúdo / Curso / Usuário	éParteDe
TemTipoDe	Usuário	Professor / Administrador / Aluno	éTipoDe
éAcessadoPor	Curso	Usuário / Aluno / Professor	Acessa
éAlunoDe	Aluno	Professor	éProfessorDe
éEnsinadoPor	Curso / Conteúdo	Professor	Ensina
éGerenciadoPor	AVA	Administrador	Gerencia
éMatriculadoEm	Curso / Conteúdo	Aluno	Esta_seguinte
éParteDe	Curso / Conteúdo	AVA	Tem
éProfessorDe	Professor	Aluno	éAlunoDe
éTipoDe	Professor / Administrador / Aluno	Usuário	TemTipoDe
Enviado_por	Recurso	Usuário	Envia
Esta_seguinte	Aluno	Curso / Conteúdo	éMatriculadoEm
Adicionado_por	Usuário	Usuário	Não se aplica

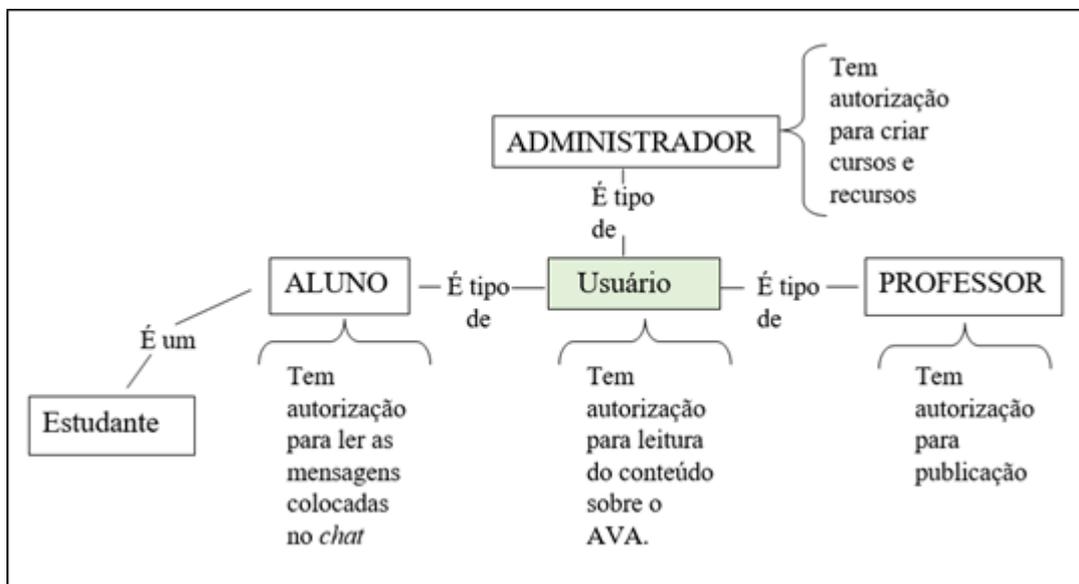
Fonte: Baseado em Rani, Srivastava e Vyas (2016); Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011); Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009).

4.5.6 Definir as restrições das propriedades (facetas) (passo 6)

Para Noy e McGuinness (2001, p. 9), as facetas descrevem os tipos de valores ou “valores permitidos” para as propriedades, que podem ter diferentes facetas. Os tipos mais comuns de facetas são: *string*, número, *slots* booleanos (sinalizadores sim-não); *slots* enumerados e instâncias.

A FIG. 29 lista as restrições das propriedades para as classes Aluno, Professor, Administrador e Usuário baseando-se nas informações apresentadas pelos autores da pesquisa. As restrições aparecem nas chaves da figura e entre as classes.

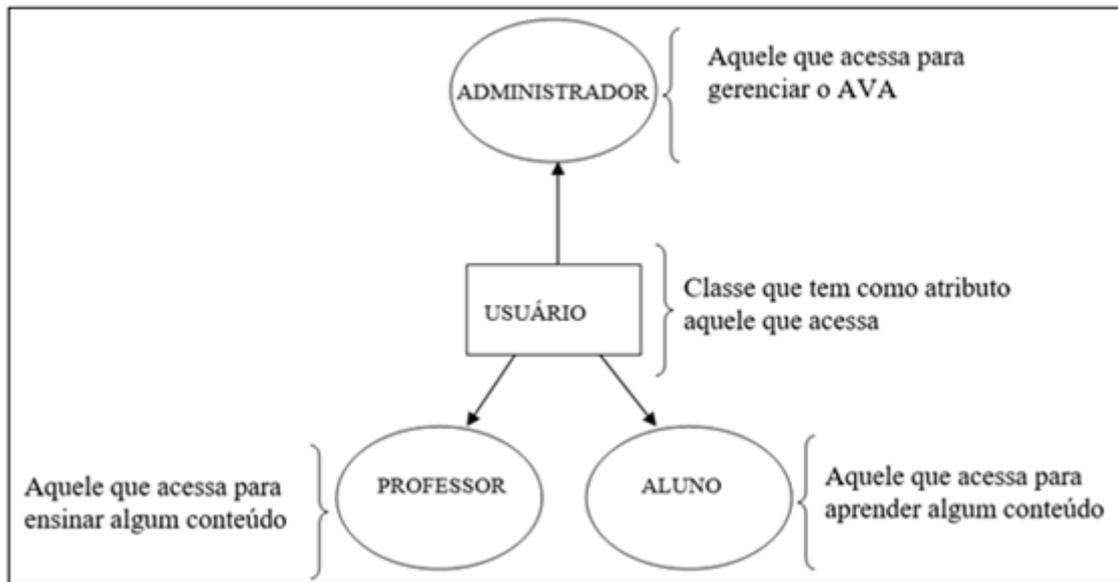
FIGURA 29 - Restrições das classes aluno, professor, administrador e usuário



Fonte: adaptado de Müller (2011, p. 111).

Com base na FIG. 1, a FIG. 30 foi ampliada com a classe administrador e adaptaram-se mais algumas restrições, conforme os autores, juntamente com as classes professor e aluno.

FIGURA 30 - Restrições das propriedades: ampliação da Figura 1



Fonte: adaptado de Müller (2011, p. 41) e baseado em Rani, Srivastava e Vyas (2016) e Colace e De Santo (2010).

A FIG. 31 também mostra uma restrição (faceta) para as classes aluno, professor e administrador.

FIGURA 31 – Facetas das classes aluno, professor e administrador



Fonte: elaborado pela autora, baseado em Müller (2011).

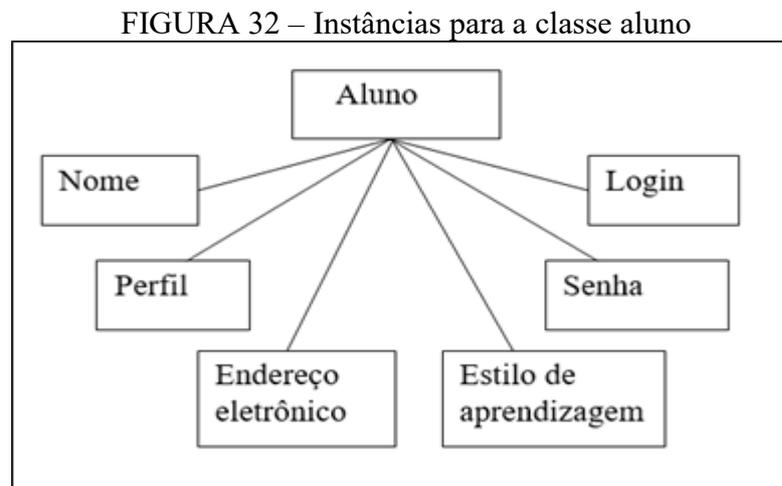
As restrições dos outros elementos podem ser interpretadas conforme os dados descritos no QUADRO 10. Essas restrições podem ser definidas na ordem: domínio – propriedade – escopo, como no exemplo: “curso é acessado por usuário” ou “curso é parte de AVA”.

4.5.7 Criar instâncias (passo 7)

A última etapa é criar instâncias individuais de classes na hierarquia. Definir uma instância individual de uma classe requer: a) escolher uma classe; b) criar uma instância individual dessa classe; c) preencher os valores das propriedades (*slots*) (NOY; MCGUINNESS, 2001, p. 11).

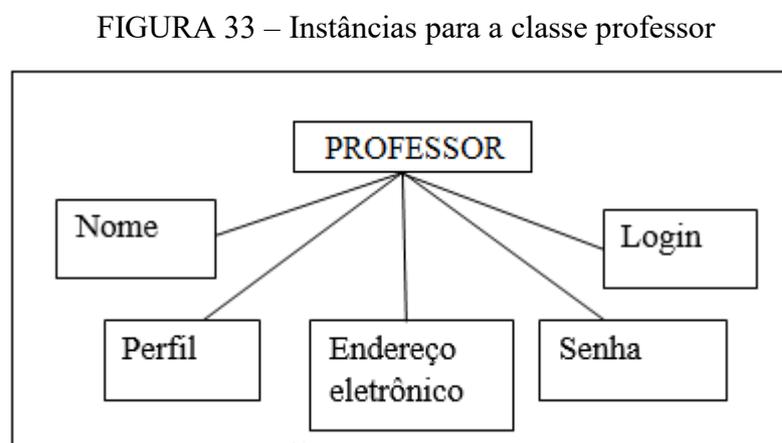
As instâncias representam os itens mais específicos para cada classe encontrada nos textos. Nessa etapa preenchem-se os valores conforme os elementos das instâncias individuais de cada classe. Para as pessoas envolvidas no sistema de aprendizado, as instâncias serão as mesmas, exceto “estilo de aprendizagem”, incluída na classe aluno.

A FIG. 32 ilustra as instâncias individuais para a classe aluno.



Fonte: elaborada pela autora baseado em Müller (2011) e Nganji, Brayshaw e Tompssett (2013).

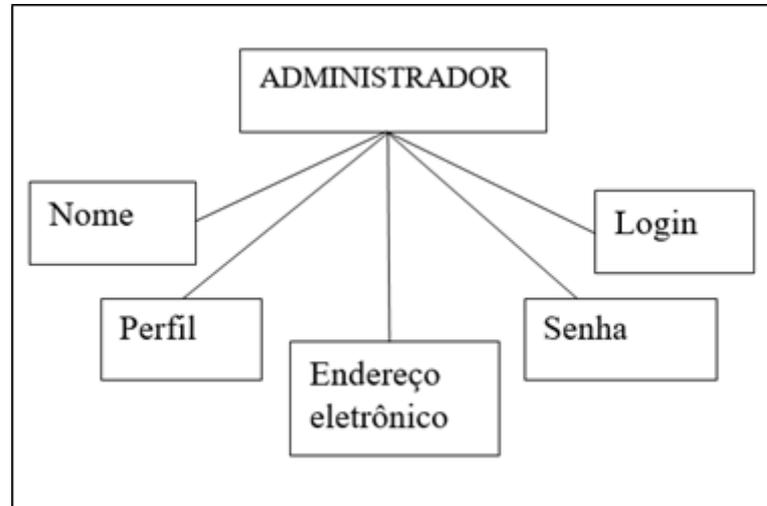
As instâncias individuais da classe professor são descritas na FIG. 33.



Fonte: elaborada pela autora baseado em Müller (2011) e Nganji, Brayshaw e Tompssett (2013).

Já na FIG. 34 podem-se acompanhar as instâncias individuais da classe administrador.

FIGURA 34 - Instâncias para a classe administrador



Fonte: elaborada pela autora baseado em Müller (2011) e Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013).

A seguir, registram-se no QUADRO 11 as instâncias para as classes objetos de aprendizagem e ferramentas de colaboração e avaliação. As instâncias dos objetos de aprendizagem basearam-se nas características apresentadas no QUADRO 7.

QUADRO 11 - Instâncias para objetos de aprendizagem e ferramentas de colaboração e avaliação

Classe	Instâncias
Objetos de Aprendizagem	Mídia interativa Vídeo Áudio Figuras Texto Imagem
Ferramentas de Colaboração	Fórum de discussão <i>Wiki</i> <i>Chat</i> Mensagens
Ferramentas de Avaliação	Exercício Explicação Palestra Exemplo Prova Anotações de aula Projeto

Fonte: elaborado pela autora baseado em Ouf *et al.* (2017) e Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011).

Noy e McGuinness (2001) preconizam que a importância no desenvolvimento de ontologias está em obter as informações mais fundamentais para aplicação, não sendo

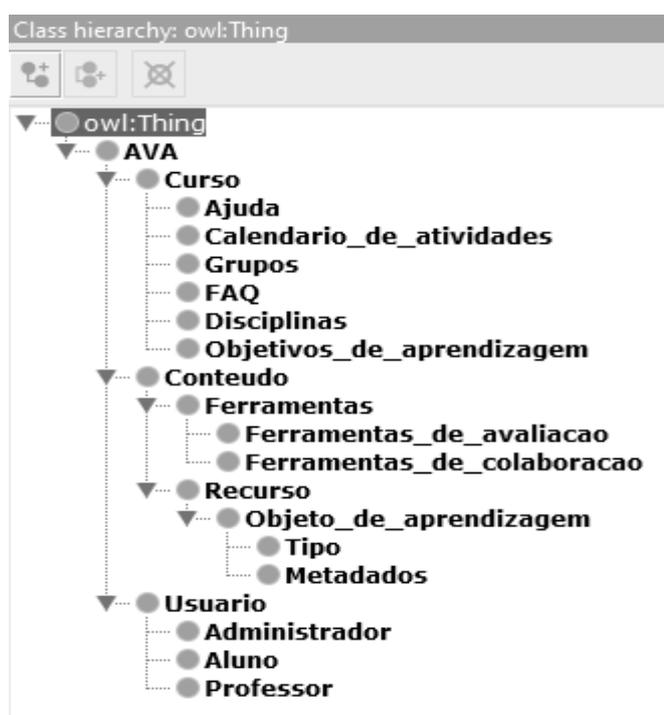
necessário que uma ontologia se especialize ou generalize a ponto de ter todas as informações possíveis de um domínio.

4.5.8 Visão geral do modelo ontológico de interatividade proposto

Após seguir os sete passos descritos em Noy e McGuinness (2001), apresenta-se, nesta seção, a síntese das interpretações dos dados dos modelos citados nas seções anteriores. A ferramenta *Protégé* também foi utilizada para apoiar a construção da ontologia, pois ela implementa “recursos úteis para as atividades de implementação e avaliação de ontologias” (RAUTENBERG *et al.*, 2008, p. 252). Essa ferramenta foi desenvolvida pela Universidade de Stanford, no Centro Stanford de Pesquisa em Informática Biomédica, com a finalidade de representar e processar informações sobre a saúde humana (PROTÉGÉ, 2018). Atualmente, já é utilizada em várias áreas do conhecimento para a criação de ontologias.

Depois de representar as classes, subclasses, propriedades, restrições e instâncias descritas pelos autores nas seções anteriores, o modelo proposto reúne dados das FIG. 25, 26, 27 e 28 na ferramenta *Protégé* (2018), resultando na FIG. 35, que representou as classes e subclasses do modelo proposto nesta dissertação.

FIGURA 35 – Visão geral das classes e subclasses do modelo proposto em Protégé (2018)



Fonte: elaborada pela autora, baseado em Montenegro-Marin *et al.* (2011), Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011), Rani, Srivastava e Vyas (2016), Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015), Ouf *et al.* (2017) e Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009).

A FIG. 35 representa o resultado do que foi descrito nas pesquisas da RSL, as quais declararam quais eram as classes mais importantes e utilizadas nos AVAs. Identificou-se quais elementos foram considerados essenciais pelos autores. Não houve a pretensão de esgotar os detalhes, mas sim apresentar de maneira simples o que mais se aproxima das propostas apresentadas nos textos da RSL.

A seguir, na FIG. 36, apresentam-se as propriedades relacionais descritas no QUADRO 10 e representadas na ferramenta *Protégé* (2018). Essas relações foram definidas conforme dados apresentados nos modelos dos autores Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011) e Rani, Srivastava e Vyas (2016). Essas propriedades relacionais também fazem parte do modelo de relações ontológicas de interatividade proposto neste estudo.

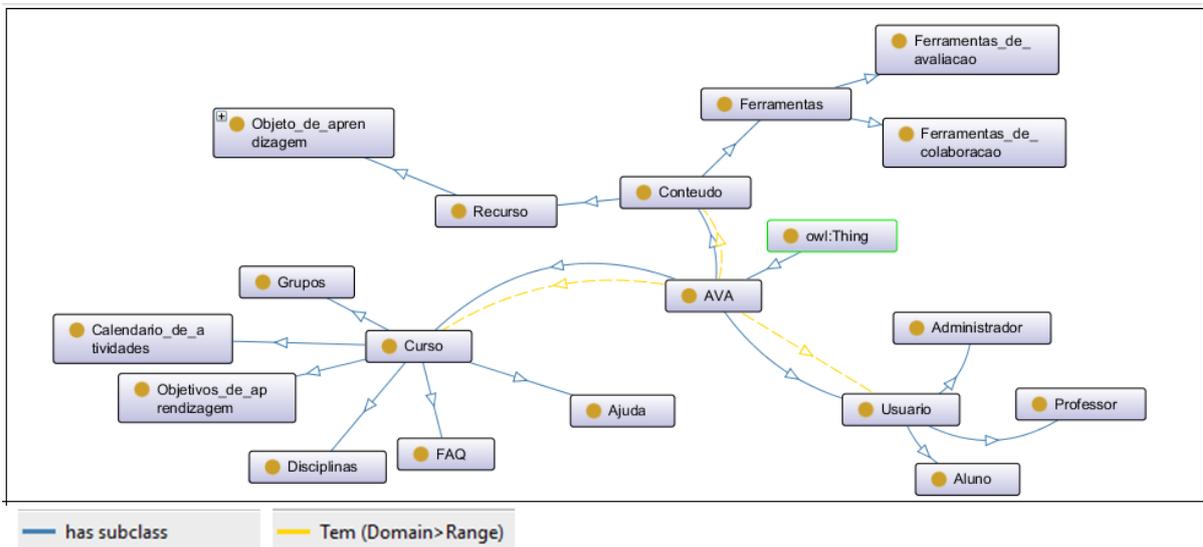
FIGURA 36 – Visão geral das propriedades relacionais do modelo proposto em *Protégé* (2018)



Fonte: elaborada pela autora, baseado em Rani, Srivastava e Vyas (2016), Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011) e Heiyanthuduwage e Karunaratna (2009).

A seguir, a FIG. 37 representa o modelo de relações ontológicas de interatividade proposto para este trabalho. Essa figura é o resultado da junção da FIG. 35 (representação das classes e subclasses) e a FIG. 36 (representação das propriedades relacionais).

FIGURA 38 – Visão geral do modelo de relações ontológicas de interatividade proposto – representação na ferramenta Protégé (2018).



Fonte: elaborada pela autora

No APÊNDICE D ilustram-se outras figuras do modelo proposto representado na ferramenta *Protégé* (2018). No próximo capítulo relatam-se os resultados da aplicação do modelo ontológico proposto em AVAs de instituições de ensino.

5 RESULTADOS

Após definir uma versão inicial da ontologia, Noy e Mcguinness (2001) sugerem que seja feita sua análise em aplicativos ou em métodos de solução de problemas ou discutindo com especialistas no campo do conhecimento.

Nessa etapa, a análise do modelo de relações ontológicas desenvolvido neste trabalho foi feita nos AVAs de instituições de ensino, a fim de identificar suas classes, atributos e relacionamentos de interatividade do ambiente. Como dito anteriormente, escolha dos AVAs para análise foi por conveniência e preferiu-se plataformas de ensino de código aberto e gratuitos. Pretendeu-se analisar a página inicial apresentada após o aluno ter o acesso ao curso das plataformas: Chamilo, EdX e Moodle. A **primeira página no perfil de aluno** foi analisada, porque se pressupõe existir aí toda a informação necessária para que ele possa interagir com o sistema de aprendizagem. Após a análise da página inicial, outras páginas também foram analisadas.

Além disso, a plataforma EDMODO foi incluída na pesquisa posteriormente, para ser analisada como **perfil de professor**, a fim de verificar se a plataforma dispõe de elementos da ontologia ou se foi possível incluir itens conforme os sugeridos no modelo ontológico. Cada um desses sistemas de aprendizagem analisados utiliza *softwares* gratuitos e livres para disponibilizar cursos *online*. A seguir, apresentam-se as análises dos AVAs:

5.1 Ambiente virtual de aprendizagem Chamilo

O Chamilo é um sistema de e-learning e gerenciamento de conteúdo de código aberto criado pela Associação Chamilo, fundada na Bélgica em 2010 e com sede oficial na Espanha desde 2014. O principal objetivo da associação foi melhorar o acesso à educação e ao conhecimento globalmente (CHAMILO, 2018). O AVA **analisado sob perfil de aluno** nessa plataforma é ofertado pelo Centro Nacional de Educação a Distância (CENED)²². (FIG. 39).

²² No início da pesquisa, o Curso de Ecoturismo da CENED, o qual foi analisado, estava hospedado na plataforma ATutor (2018), mas posteriormente o curso migrou para a plataforma Chamilo (2018) e, por esse motivo, o AVA Chamilo foi analisado e não mais o ATutor.

FIGURA 39 - Página de curso na plataforma Chamilo

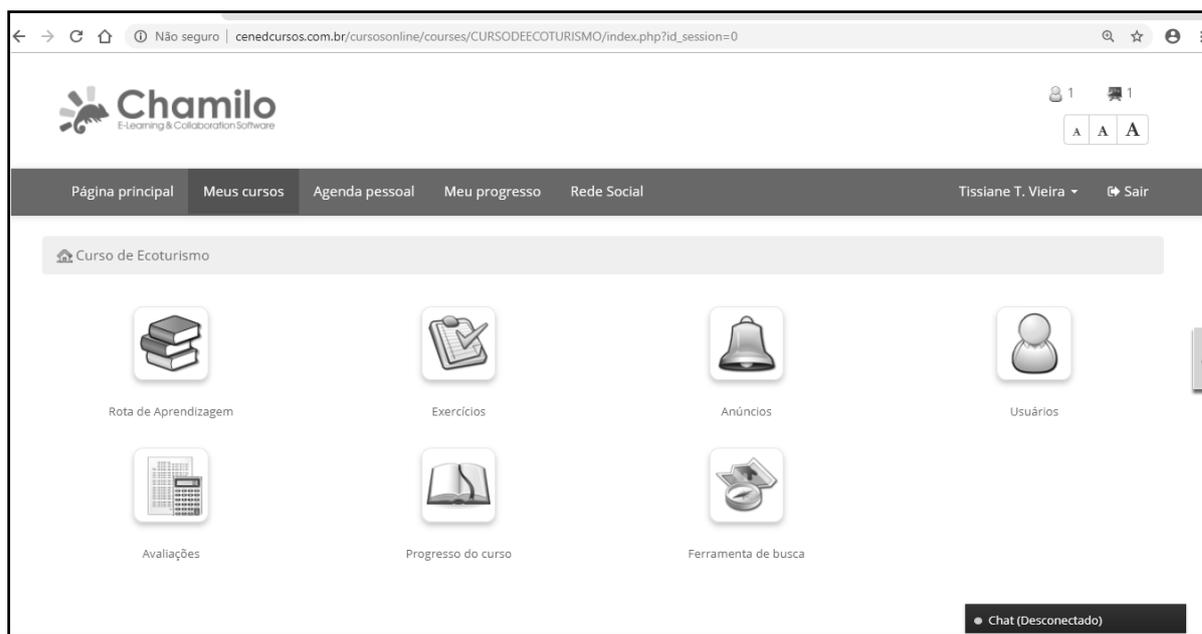


Fonte: CENED, 2018.

O AVA apresentou os seguintes elementos para acesso às informações logo na página inicial do curso:

- a) **Página principal do Campus:** apresentam-se todos os cursos disponíveis para inscrição;
- b) **minha lista de cursos:** apresentam-se os cursos nos quais que o aluno está inscrito;
- c) **curso:** tela do curso com *links* para acesso aos recursos disponíveis: rota de aprendizagem; exercícios; avaliações; progresso do curso; anúncios; ferramentas de busca; usuários;
- d) **minha agenda:** dados do calendário de atividades e tarefas;
- e) **meu progresso:** o aluno acompanha o andamento do progresso no curso;
- f) **rede social:** *link* para acesso à rede de contatos criada dentro do curso;
- g) **perfil:** informações de cadastro do aluno;
- h) **descrição:** informações gerais sobre o curso, como duração, metodologia, objetivos, avaliações e certificados.

FIGURA 40 - Página inicial do curso de Ecoturismo no AVA Chamilo



Fonte: CENED, 2018

Observou-se que o AVA Chamilo apresentou ícones associados aos termos definidos no ambiente de aprendizagem.

5.2 Ambiente virtual de aprendizagem EdX

A plataforma da EdX, fundada pela Universidade de Harvard e pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 2012, é de aprendizado *online* e provedor *Massive Open Online Courses* (MOOC). Oferece cursos das melhores universidades e instituições do mundo para alunos de todos os lugares. Tem mais de 130 parceiros globais (EDX, 2018). O AVA **analisado sob perfil de aluno** nessa plataforma é ofertado no próprio *site* da EdX. (FIG. 41).

FIGURA 41 - Página de curso ofertado no EdX

The screenshot shows the EdX website interface for a course. At the top, there is a navigation bar with the EdX logo, links for 'Courses', 'Programs', 'Schools & Partners', and 'About', a search bar, and buttons for 'Sign In' and 'Register'. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads 'Home > All Subjects > Business & Management > Gestão de Projetos de Desenvolvimento'. The main content area features a video player thumbnail on the left, the course title 'Gestão de Projetos de Desenvolvimento' in bold, and a description: 'Aprenda melhores práticas de gestão de projetos governamentais para promover o desenvolvimento social e econômico da América Latina e do Caribe.' Below the description is the logo for BID (Banco Interamericano de Desarrollo). To the right of the description, it says 'Self-Paced' and a large 'Enroll Now' button. Below the button is a checkbox option: 'I would like to receive email from Inter-American Development Bank and learn about other offerings related to Gestão de Projetos de Desenvolvimento.'

Fonte: EDX, 2018.

O AVA exibiu os seguintes elementos para acesso às informações logo na página inicial do curso:

- a) **Ajuda** (*Help*): nessa página há uma central de ajuda para todos os tópicos do curso, além de um *link* para as perguntas frequentes (FAQ);
- b) **perfil**: apresenta *link* para configurações da conta, informações básicas da conta e dados sobre o participante, como nome, data de nascimento, senha, país de origem, língua, nome de usuário, endereço eletrônico, fuso horário, formação acadêmica, gênero e língua preferida para leitura dos textos e redes sociais das quais o participante é integrante;
- c) **curso** (*course*): nessa página o aluno encontra todas as informações sobre o curso no qual está inscrito, como: título; *links* e informações gerais de todos os módulos de estudo; calendário e duração do curso; data de inscrição e prazo final de conclusão; guias e planos de estudos; apoio ao participante;
- d) **discussão** (*discussion*): nessa página apresentam-se as ferramentas de colaboração, ou seja, os fóruns de discussão e anúncios. O aluno tem a opção de adicionar uma postagem no fórum ou fazer pesquisas de informações em todos os fóruns. Os fóruns são temáticos de acordo com cada semana de progresso no curso;

- e) **progresso** (*progress*): nessa tela o aluno acompanha todo seu o progresso no curso em todos os módulos disponíveis;
- f) **guia do participante**: apresentam-se todas as informações necessárias para o aluno sobre o curso: conteúdo; objetivos; perfil do aluno; duração e datas importantes; metodologia do curso; formas de avaliações e certificados; quem são os instrutores; políticas de acesso, privacidade e entregas; informações técnicas; serviços de apoio ao participante, entre outros.
- g) **guia de aprendizagem**: nessa tela encontra-se o conteúdo de aprendizagem de todos os módulos do curso. O guia pode ser baixado em formato *Portable Document Format* (pdf) e nas informações de cada módulo apresentam-se os objetivos de aprendizagem esperados;
- h) **instrutores do curso**: os professores participantes do curso são conhecidos nessa página. No curso analisado há quatro professores que colaboraram com as atividades do curso;
- i) **especialista ao vivo**: aqui o aluno tem a oportunidade de interagir com os especialistas da área do curso com transmissão ao vivo nos dias marcados. Há um calendário com datas, horários e temas apresentados pelos especialistas. Além disso, há o guia informativo para orientações de como participar da transmissão ao vivo;
- j) **apoio ao participante**: nessa tela o aluno pode preencher um formulário para enviar perguntas gerais ou técnicas aos instrutores do curso.

Percebeu-se que, nessa plataforma, o elemento “curso” tem mais ênfase e detalhamento. A interação depende do interesse do participante, que precisa explorar a plataforma e ler as informações. A participação no fórum faz parte da avaliação do curso, obrigando o aluno a participar para ganhar os pontos. A interação no *chat* acontece quando o aluno participa de encontros com transmissão ao vivo agendados pelo instrutor.

5.3 Ambiente virtual de aprendizagem *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (MOODLE)

O Moodle é uma plataforma de aprendizado projetada para fornecer aos educadores, administradores e alunos um sistema robusto, seguro e integrado para criar ambientes de aprendizado personalizados. É coordenado pelo Moodle HQ, que é apoiado financeiramente por uma rede de mais de 80 empresas de serviços Moodle *Partner* em todo o mundo

(MOODLE, 2018). O AVA **analisado sob perfil de aluno** nessa plataforma é ofertado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (FIG. 42).

FIGURA 42 - Página de curso no ambiente Moodle da UFSC



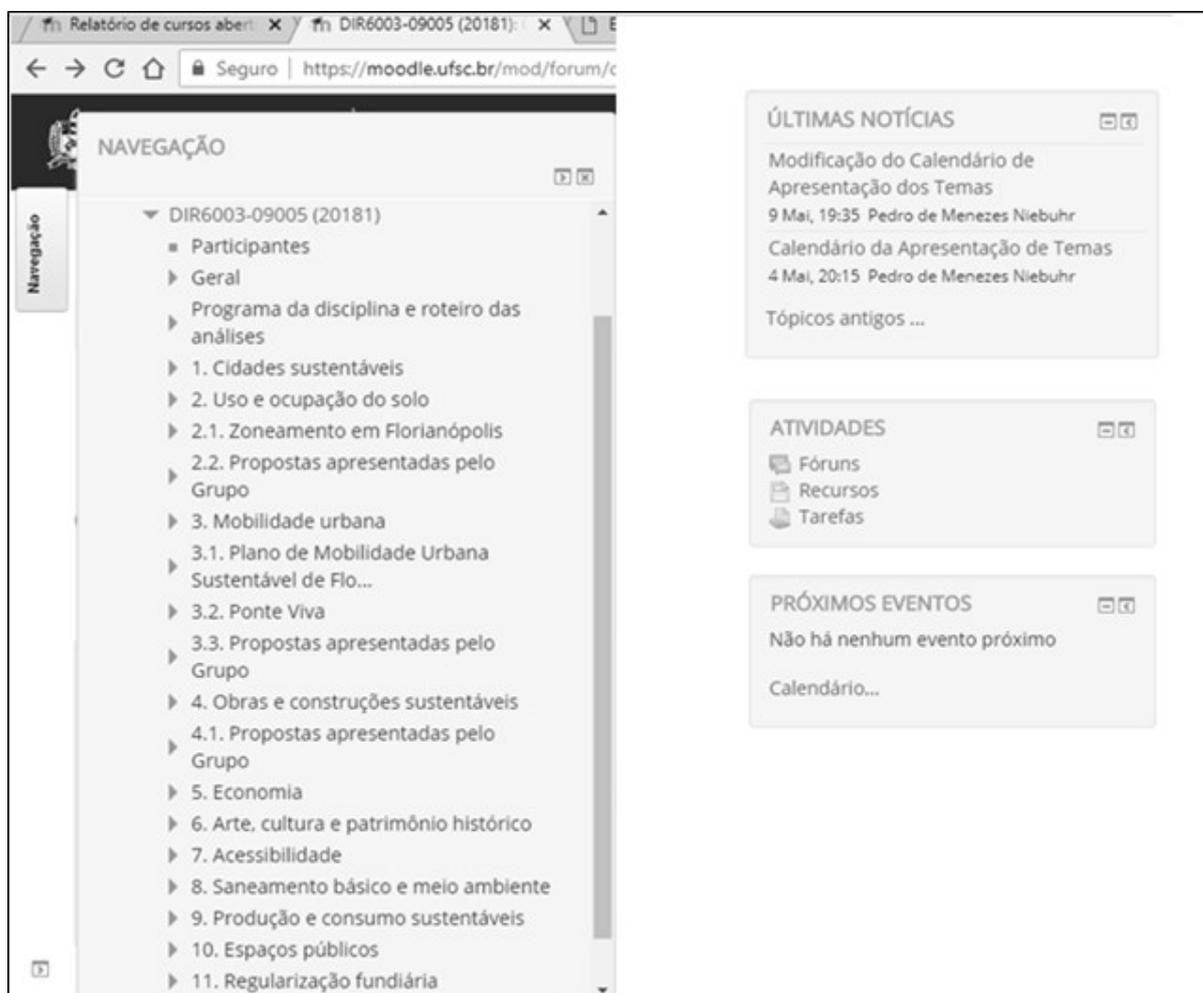
Fonte: UFSC, 2018.

O AVA apresentou os seguintes elementos para acesso às informações logo na página inicial:

- a) **Título e código do curso:** na área superior da página há essas informações;
- b) **navegação:** inclui o título de todas as disciplinas ofertadas no curso, inclusive o acesso aos recursos disponíveis em cada disciplina;
- c) **fórum de notícias:** *link* para acesso à ferramenta de comunicação de notícias e avisos diversos;
- d) ***link* para últimas notícias:** é um *link* para o fórum de notícias. Apresentam-se as informações sobre os recursos disponibilizados no AVA em ordem cronológica do mais recente;
- e) **atividades:** área que contém *link* para fóruns, recursos e tarefas disponibilizados no AVA - os **recursos** são identificados por “tópico”, “nome” e “descrição; os **fóruns** são divididos em “fóruns gerais” para notícias e “fóruns para atividades de aprendizagem”; as **tarefas** são informações e *links* das atividades de avaliação das disciplinas descritas por disciplina, nome da tarefa, data de entrega, data de envio e nota;
- f) **próximos eventos:** informações sobre calendário de atividades e eventos futuros;

g) **presença:** *link* para o aluno marcar sua presença no AVA.

FIGURA 43 - Área de navegação e *links* para interação no Moodle UFSC



Fonte: UFSC, 2018.

5.4 Análise dos AVAs EdX, Moodle e Chamilo e o modelo proposto

A seguir, demonstra-se a análise dos termos do modelo de relações ontológicas proposto com os termos dos AVAs EdX, Moodle e Chamilo, os quais foram analisados sob perfil de aluno no QUADRO 12.

QUADRO 12 - Comparativo entre os termos do modelo ontológico e termos dos AVAs analisados - continua

Termos do Modelo	AVA Sistema EdX Perfil: aluno	AVA Sistema Moodle UFSC Perfil: aluno	AVA Sistema Chamilo CENED Perfil: aluno
Curso	Termo apresentado. Título: gestão de projetos de desenvolvimento Apresenta código de identificação e período de duração e descrição geral	Termo apresentado. Título: Direito Urbanístico Apresenta código de identificação e período de duração e descrição geral.	Termo apresentado. Título: Curso de Ecoturismo Apresenta período de duração e descrição geral.
Objetivos de aprendizagem	Termo apresentado. Os objetivos de aprendizagem são apresentados no “Guia do Participante”	Termo apresentado. Os objetivos de aprendizagem são apresentados no “Programa do Curso”	Termo apresentado. Os objetivos são apresentados na página inicial do curso.
Disciplinas	Termo não utilizado. As disciplinas são descritas como “módulos” semanais.	Termo não utilizado. Na plataforma são denominadas “aulas” distribuídas semanalmente.	Termo não utilizado. As disciplinas são descritas como “módulos”.
FAQ	Termo apresentado. Incluído no menu chamado “apoio ao participante”.	Não existe <i>link</i> para perguntas frequentes. O aluno esclarece dúvidas e lê perguntas no fórum de notícias.	Não disponível.
Ajuda	Termo apresentado. <i>Link</i> ao lado do perfil do participante, que ao clicar entra na tela chamada “centro de ajuda”. O participante também pode preencher formulário disponibilizado no sistema para sanar dúvidas.	Termo apresentado. Não tem <i>link</i> direto. Está disponibilizado conforme disciplina nos fóruns temáticos.	Termo apresentado. <i>Link</i> descrito como “ajuda” na página específica do curso.
Grupos	Não disponível. Não foi disponibilizado na plataforma.	Termo não utilizado. Não está previsto na plataforma. Os grupos são formados pelos professores e os alunos participam em grupos nos fóruns.	Termo apresentado. O sistema permite a criação de grupos de trabalho.
Calendário de atividades	Termo apresentado.	Termo não utilizado. Mas existe termo semelhante chamado “próximos eventos” com calendário.	Termo apresentado. Está no menu “minha agenda”.
Usuário	Termo não utilizado. Descrito com termo semelhante chamado “participante”.	Termo não utilizado. Descrito com termo semelhante chamado “participante”.	Termo utilizado. O termo descreve <i>link</i> para acesso ao grupo de trabalho.
Professor	Termo não utilizado. É descrito como “instrutores do curso”.	Termo apresentado. Está inserido no <i>link</i> “participante”.	Termo apresentado.
Aluno	Termo não utilizado. É descrito como “participante”.	Termo apresentado. Está inserido no <i>link</i> “participante”.	Termo apresentado.
Administrador	Não disponível.	Não disponível.	Termo apresentado. É colocado o nome do administrador na página inicial do curso.

QUADRO 12 - Comparativo entre os termos do modelo ontológico e termos dos AVAs analisados – continua

Termos do Modelo	AVA Sistema EdX Perfil: aluno	AVA Sistema Moodle UFSC Perfil: aluno	AVA Sistema Chamilo CENED Perfil: aluno
Conteúdo	Termo não utilizado. Descrito em “Guia de aprendizagem”, que é uma apostila com todo o conteúdo do curso e em “Guia do Participante” com instruções gerais sobre utilização do curso. Possui vídeos; fórum de discussão; questionários múltipla escolha.	Termo não utilizado. Descrito como “atividades” com <i>links</i> para: fóruns; recursos; tarefas.	Termo não utilizado. O conteúdo está organizado em “rota de aprendizagem” (apostilas, videoaulas e exercícios); e apresentam-se na página inicial: exercícios; anúncios; avaliações, progresso do curso, ferramenta de busca.
Recursos	Termo não utilizado. Possui vídeos; textos em pdf; videoaulas.	Termo não utilizado. Possui textos em pdf e <i>Word</i> ; <i>links</i> ; apresentações; vídeos.	Termo não utilizado. Possui conteúdo teórico; vídeos, apresentações; imagens; videoaulas.
Ferramentas de colaboração	Termo não utilizado. Descrito como “discussão”: possui fórum de discussão e <i>chat</i> com especialista ao vivo.	Termo não utilizado. Descrito como fórum de discussão.	Termo não utilizado. Descrito pelos termos: mensagens, grupos, compartilhamento de perfil, <i>chat</i> .
Ferramentas de avaliação	Termo apresentado: avaliação. Apresenta-se questionários de múltipla escolha; estudo de caso prático; participação no fórum.	Termo apresentado: avaliação. Apresenta-se trabalho escrito; grupos de trabalho no fórum; participação nas aulas; <i>link</i> para marcar presença.	Termo apresentado: avaliação. Apresenta-se questões objetivas, dissertativas e interativas.
Eventos, permissões e relações interativas no AVA			
AVA	Solicita cadastro de perfil com dados como nome, senha, <i>e-mail</i> , nome de usuário, endereço, telefone. Possui menu na borda superior que permite a navegação na tela; Permite acesso livre aos textos, vídeos e questionários; Permite contato por meio de formulários já disponíveis na plataforma.	Solicita cadastro de perfil com dados como nome, senha, <i>e-mail</i> , nome de usuário, endereço, telefone. Possui área de navegação que informa todas as aulas que estão organizadas em ordem cronológica no lado esquerdo da página inicial; Possui <i>link</i> para as últimas notícias.	Solicita cadastro de perfil com dados como nome, senha, <i>e-mail</i> , nome de usuário, endereço, telefone.
Aluno	Tem permissão para acessar o conteúdo, baixar os textos e vídeos, seguir <i>posts</i> do fórum. Pode votar nas melhores postagens no fórum. Participa de fórum de discussão; tem permissão para criar um <i>post</i> no fórum e/ou seguir um <i>post</i> . A interação entre alunos ocorre somente nos fóruns de discussão. O aluno tem contato com o professor por Webconferência.	Tem permissão para acessar o conteúdo, baixar os textos e vídeos. Tem permissão para criar fórum de notícias. Tem contato direto com o professor.	Tem permissão para: Acessar o conteúdo, baixar os textos e vídeos; convidar amigos para sua rede de contatos; participar de grupos; ler e criar anúncios. Tem contato direto com o professor.

QUADRO 12 - Comparativo entre os termos do modelo ontológico e termos dos AVAs analisados - conclui

Termos do Modelo	AVA Sistema EdX EdX Perfil: aluno	AVA Sistema Moodle UFSC Perfil: aluno	AVA Sistema Chamilo CENED Perfil: aluno
Eventos, permissões e relações interativas no AVA			
Professor	O “instrutor” ministra aulas; participa de <i>web</i> conferência; responde as postagens do fórum; corrige questões.	O professor ministra aulas; responde a dúvidas; corrige questões.	O professor ministra aulas; responde a dúvidas; corrige questões.
Conteúdo (recursos e ferramentas)	Todos os recursos podem ser acessados após data final de duração do curso. As atividades de avaliação só estão disponíveis no período de duração do curso.	Os recursos ficam disponíveis para acesso após o término do curso. As atividades de avaliação têm prazo para respostas dentro do período de duração do curso e conforme as aulas semanais.	Todos os recursos podem ser acessados após data final de duração do curso. As atividades de avaliação só estão disponíveis no período de duração do curso.

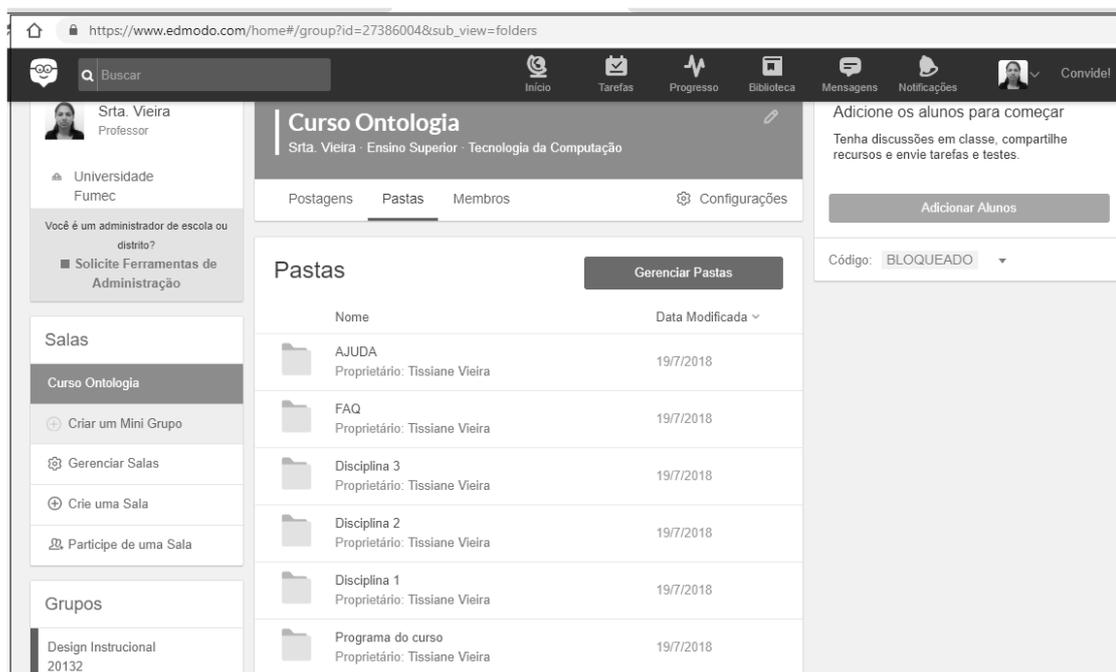
Fonte: elaborado pela autora, baseado em EDX, 2018, UFSC, 2018 e CENED, 2018.

Após análise dos AVAs sob perfil de aluno, apresenta-se na sequência a análise do AVA EDMODO sob perfil de professor.

5.5 Ambiente virtual de aprendizagem EDMODO

O EDMODO (2018) é uma “rede global de educação que ajuda a conectar todos os alunos às pessoas e recursos necessários para o atingimento do potencial máximo”. É uma plataforma de ensino com possibilidade de armazenamento ilimitado e criação de grupos e salas de aula na *Web* (EDMODO, 2018). O AVA foi **analisado sob perfil de professor** nessa plataforma (FIG. 44).

FIGURA 44 - Página de curso criada na plataforma EDMODO



Fonte: elaborada pela autora, baseado em EDMODO, 2018.

O AVA mostrou os seguintes elementos para acesso às informações na página inicial ao perfil do professor:

- a) **Perfil:** *link* para acesso direto às configurações de conta, central de ajuda; *logon*; contatos de professores colaboradores cadastrados;
- b) **configurações de conta:** informações pessoais; notificações; senha; privacidade; aplicativos;
- c) **página inicial:** *link* para a área de interação entre os participantes de toda a plataforma. Essa página tem a aparência de uma rede social e as postagens de todos os usuários cadastrados localizam-se nela;
- d) **tarefas:** área onde se encontram todas as disciplinas cadastradas, denominadas por “sala de aula”, e respectivas tarefas e testes a serem avaliados;
- e) **progresso:** local onde são lançadas as notas dos alunos de acordo com a disciplina;
- f) **biblioteca:** local onde são publicados os conteúdos e recursos de aprendizagem;
- g) **mensagens:** local utilizado para troca de mensagens entre os participantes cadastrados na sala de aula e o professor;
- h) **notificações:** local onde se reúnem as notificações ao professor sobre acesso às salas de aula e uso dos recursos disponibilizados;

- i) **convide!:** *link* para convidar pessoas para se cadastrarem como aluno ou professor para fazerem parte da plataforma de ensino;
- j) **salas:** área para gerenciar salas - criar ou participar. As salas criadas aparecem na área chamada de “tarefas”;
- k) **grupos:** área para gerenciar grupos: criar ou participar. Os grupos criados aparecem na área chamada de “tarefas”.

Segue-se a análise dos termos do modelo proposto com os termos do AVA EDMODO no QUADRO 13.

QUADRO 13 - Análise do modelo ontológico no AVA EDMODO -continua

Termos do modelo	AVA Sistema EDMODO Perfil: professor
Curso	O professor tem permissão para criar o curso colocando o título conforme interesse.
Objetivos de aprendizagem	Os objetivos de aprendizagem podem ser adicionados nas pastas que podem ser criadas no curso.
Disciplinas	Podem ser criadas em pastas dentro das “salas”.
FAQ	Podem ser criadas em pastas dentro das “salas”.
Ajuda	Podem ser criadas em pastas dentro das “salas”. O sistema também disponibiliza uma “Central de ajuda” ao professor/ aluno no <i>link</i> do perfil.
Grupos	Termo apresentado. Já está estabelecido no AVA como opção para criação de grupos de estudos e de mensagens.
Calendário de atividades	O sistema não disponibiliza um calendário. As informações podem ser colocadas em pastas dentro das “salas”.
Usuário	Termo não utilizado.
Professor	Termo apresentado. Ao se cadastrar no sistema como professor, essa informação aparece em seu perfil público.
Aluno	Termo apresentado. Ao se cadastrar no sistema como aluno, essa informação aparece em seu perfil público.
Administrador	O próprio professor é administrador do curso. O sistema também disponibiliza contato com seus criadores por meio da “Central de ajuda”.
Conteúdo	O professor tem permissão para incluir: vídeos, textos, <i>links</i> , tarefas, testes, enquetes, mensagens.
Recursos	Termo não utilizado. Os recursos são reunidos na “biblioteca”. O professor tem a permissão para incluir objetos de aprendizagem e ferramentas de avaliação.
Ferramentas de colaboração	Termo não utilizado. O sistema possui local para criação de grupos de trabalho; Possui espaço de mensagens e espaço para criação de fóruns de discussão.
Ferramentas de avaliação	Termo não utilizado. Há possibilidade de criação de testes e tarefas. Tipos de testes já disponíveis para edição no sistema: múltipla escolha, verdadeiro/falso, resposta curta, preencher o espaço em branco, correspondendo colunas corretas.
Eventos, permissões e relações interativas no AVA EDMODO	
AVA	Permite: a criação e edição de grupos; o envio de mensagens e <i>e-mails</i> ; a postagem de arquivos e pastas; a criação e edição de testes e tarefas; a inclusão de membros; a exclusão de pastas, recursos, grupos ou membros.

QUADRO 13 - Análise do modelo ontológico no AVA EDMODO - conclui

Termos do modelo	AVA Sistema EDMODO Perfil: professor
Eventos, permissões e relações interativas no AVA EDMODO	
Aluno	O aluno tem permissão para responder as mensagens, avaliações e testes, contatar o professor por mensagens e <i>e-mails</i> .
Professor	O professor tem permissão para criar pastas, postar mensagens, criar grupos, avaliar os alunos e para excluir pastas, grupos ou membros do curso. O professor pode selecionar quem pode ver suas publicações: todos professores da rede do sistema EDMODO ou, apenas professores do EDMODO conectados ao professor criador do curso; ou apenas professores da “minha escola”.

Fonte: elaborado pela autora baseado em EDMODO, 2018.

A plataforma EDMODO tem elementos ou termos que não podem ser alterados e o professor só tem a opção de criar e gerenciar pastas, recursos e mensagens no sistema. A utilização dos termos do modelo ontológico somente foi possível no momento da criação de salas, disciplinas e pastas (FIG. 45).

FIGURA 45 - Criação de pastas no AVA EDMODO

The screenshot shows the EDMODO interface for a course named 'Curso Ontologia'. The user is logged in as 'Srta. Vieira', a Professor. The course is associated with 'Universidade Fumec'. The main content area displays a list of folders (Pastas) under the course name. The folders listed are:

Nome	Data Modificada
Programa do curso Proprietário: Tissiane Vieira	19/7/2018
Disciplina 1 Proprietário: Tissiane Vieira	19/7/2018
Disciplina 2 Proprietário: Tissiane Vieira	19/7/2018

The interface also includes a sidebar with options like 'Salas', 'Gerenciar Salas', and 'Crie uma Sala', and a top navigation bar with icons for 'Início', 'Tarefas', 'Progresso', and 'Biblioteca'.

Fonte: elaborado pela autora, baseado em EDMODO, 2018.

Percebeu-se que no perfil de professor/criador de curso, a representação dos elementos no AVA EDMODO foi uma etapa importante, pois houve a preocupação em disponibilizar,

da melhor maneira, os recursos a serem acessados pelos alunos. Nesse sentido, a escolha dos termos utilizados para representar o conteúdo colocado no AVA faz diferença. Além disso, a utilização das ferramentas de comunicação e avaliação também são elementos-chave para permitir o contato com os alunos e posterior verificação da aceitação do curso e seus recursos.

5.6 Resultados da análise dos AVAs conforme o modelo proposto

Na análise dos AVAs sob perfil do aluno, constatou-se que a maioria dos elementos representados no modelo de relações ontológicas de interatividade estão presentes, dentre os quais, os comuns são: professor, aluno, curso, objetivos de aprendizagem, ajuda, calendário, avaliação e fórum.

Percebeu-se também que alguns termos não representados no modelo proposto estão presentes nesses sistemas de ensino por termos sinônimos, como, por exemplo, o termo “disciplina” que foi incluído no modelo, mas não foi representado em nenhum dos três AVA analisados: os AVAs EdX e Chamilo usaram o termo sinônimo “módulo” e o AVA Moodle utilizou “aulas”.

Outro exemplo de uso de termos sinônimos foi a representação do termo “usuário”, que os AVAs EdX e Moodle utilizaram o termo “participante” para indicar os usuários do sistema, já o AVA Chamilo representou o termo “usuário” para indicar o link aos grupos de trabalho. Os termos “professor” e “aluno” também apresentaram variações no AVA EdX que utilizou, respectivamente, “instrutor” e “participante”; já nas outras plataformas esses termos foram representados.

O elemento “FAQ”, ou perguntas frequentes, só foi encontrado no AVA EdX; já o elemento “ajuda” foi representado nos AVAs EdX e Chamilo. Os elementos “grupos” e “administrador” só foram encontrados no AVA Chamilo.

Os recursos e conteúdos existem em todos os sistemas analisados, mas não existe um termo que os identifique e/ou reúne nos AVAs, o que ocorre é a existência de link direto aos textos, vídeos, fóruns, avaliações, apresentações, *chat*, mensagens, etc.

O AVA que apresentou menos elementos do modelo proposto foi o Moodle, já os AVAs EdX e Chamilo apresentaram mais elementos, ficando o Chamilo na frente porque foi o único que representou também os elementos “grupos” e “administrador”.

O AVA EDMODO, que foi analisado sob perfil de professor, apresentou pouca opção de gerenciamento e mudanças. Pouco dos elementos propostos no modelo desta dissertação preexistiam nesse sistema de ensino, os quais foram: fórum de discussão, mensagens,

professor, aluno, ajuda e grupos. O restante dos elementos foram necessários ser incluídos pelo professor, que pode criar os cursos dentro dos parâmetros já estabelecidos no sistema de ensino, que permite a criação de pastas dentro de “salas”. Ao criar um curso no AVA EDMODO, percebeu-se que não adianta ter os elementos em mãos, se o sistema não permite mudanças em seus termos.

Após a análise dos AVAs, sugere-se que o termo “usuário” seja substituído por “pessoa” e o termo “disciplina” seja substituído pelo termo “módulo”. Já os outros termos poderiam permanecer os mesmos. Acredita-se que o modelo de relações ontológicas de interatividade pode contribuir com a representação dos termos e suas relações no sistema e ajudar com a informação sobre o que pode ser necessário para um curso *online* funcionar de forma satisfatória.

O modelo de relações ontológicas de interatividade indicou relações simples e as relações interativas nos AVAs também são influenciadas conforme a disposição dos seus elementos. A disponibilização dos elementos representados no modelo sugere que os dados fiquem o mais visível possível dos usuários, a fim de facilitar a interatividade nas páginas e *links* para encontrar os elementos dos sistemas de ensino, melhorando a comunicação entre usuário e sistema.

Sugere-se que as plataformas de ensino disponíveis também permitam mudanças nos termos já previstos por seus criadores e, por consequência, as representações dos elementos dos ambientes virtuais de aprendizagem poderiam ser aprimoradas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos textos apresentados na pesquisa identificou acentuada preocupação dos pesquisadores com a interação estudante/conteúdo e estudante/ambiente virtual de aprendizagem. Por isso, a grande maioria dos artigos enfatiza a personalização da aprendizagem com base no uso da ontologia.

A grande maioria dos pesquisadores fala de reuso e compartilhamento das ontologias propostas em seus trabalhos, mas percebeu-se que os trabalhos são individuais e são poucos os autores utilizando trabalhos uns dos outros. Além disso, não há divulgação de fontes de conteúdo de ontologias no domínio pesquisado para reutilização. Poucas publicações citam bases e repositórios de ontologias, mas não indicam onde as ontologias resultantes de seus trabalhos estão depositadas ou a forma de aquisição para reuso. O reuso das ontologias somente com as leituras dos textos possibilitou fazer um trabalho que cumpriu os objetivos da pesquisa.

O objetivo de identificar modelos ontológicos para aplicação em recursos interativos do AVA foi alcançado através da revisão sistemática de literatura, que propiciou o encontro de textos que utilizam a ontologia nesses sistemas de ensino e mostrou alternativas distintas de métodos, modelos e aplicações. O objetivo de desenvolver um modelo de relações ontológicas de interatividade no ambiente virtual de aprendizagem foi alcançado através do método de criação de ontologias *Ontology Development 101*, ou “Método 101”, que resultou na representação do modelo proposto por meio da análise e seleção de dados discutidos e apresentados pelos autores selecionados na RSL.

O objetivo de analisar os AVAs conforme modelo de relações ontológicas de interatividade desenvolvido foi alcançado por meio da verificação dos termos representados nas plataformas de ensino *online* Moodle, EdX, Chamilo e EDMODO, e, essa análise constatou que os elementos do modelo de ontologia proposto existem, mas não há um padrão na representação dos termos representados nessas plataformas, de forma que, os elementos utilizados na ontologia proposta estão presentes nas plataformas analisadas, embora a representação de alguns conceitos fossem diferentes. Aliás, os textos utilizados na pesquisa apresentaram bons resultados nas ontologias geradas, de forma que os dados retirados para a proposta deste trabalho foram qualificados para a abordagem.

A análise das plataformas reforçou o que os autores já haviam dito: não há um padrão na representação dos elementos no AVA, mesmo assim, a maioria dos elementos que caracterizam seus principais conceitos está presente. A ontologia permitiu confirmar o que de

fato pode ser importante em um AVA: seus usuários, seu conteúdo e a interação, permitindo a experiência de aprendizagem idealizada pelos criadores de cursos a distância e satisfazendo os objetivos de aprendizagem dos seus participantes.

Uma limitação da pesquisa foi a análise dos AVAs sob perfil de aluno, e, por isso, a ampliação dessa análise sob perfil de administrador de curso pode contribuir com análises complementares e alcançar resultados que contribuam com o enriquecimento da pesquisa. Outra limitação foi a não realização de um protótipo de um AVA para a verificação do modelo proposto.

Para estudos futuros, sugere-se a ampliação dessa pesquisa em aplicações de ontologias em AVAs sob perfil de administrador de curso e a análise do modelo proposto através da criação de um protótipo, a fim de verificar a aceitação dos elementos e informações propostas no modelo e ser utilizado e avaliado por usuários finais, ou seja, o aluno e o professor.

A contribuição da pesquisa foi oferecer o resultado da revisão sistemática de literatura que compreendeu o período de 2008 a 2018 de pesquisas de ontologias aplicadas em AVAs. Outra contribuição foi a identificação de modelos ontológicos, que foram reusados na criação e representação de uma ontologia que pode contribuir para o domínio do AVA. Além disso, o resultado da análise desses ambientes de aprendizagem, sob o perfil do aluno, proporcionou demonstrar seu ponto de vista, que foi considerado o usuário mais importante nessas plataformas.

Por fim, estimular os criadores dos ambientes virtuais de aprendizagem para o uso da ontologia também pode contribuir para a reestruturação dessas plataformas, de maneira que a interatividade desse sistema de ensino seja aprimorada.

REFERÊNCIAS

- ABECH, M. *et al.* A model for learning objects adaptation in light of mobile and context-aware computing. **Pers Ubiquit Comput**, v. 20, p. 167-184, 2016. DOI 10.1007/s00779-016-0902-3.
- ACAMPORA, G.; GAETA, M.; LOIA, V. Combining multi-agent paradigma and memetic computing for personalized and adaptive learning experiences. **Computational Intelligence**, v. 27, n. 2, 2011.
- AFONSO, R.A.; PEREIRA, C.F. MaTUTO: adaptação da metodologia de aprendizagem baseada em problemas aplicada ao ensino de ontologias. **AtoZ: Novas Práticas em Informação e Conhecimento**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 34-43, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/atoz/article/view/41318/25254>> Acesso em: 16 de julho de 2017.
- ALMEIDA, M.E. Educação a distância na Internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 327-340, jul./dez., 2003. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v29n2/a10v29n2.pdf>> Acesso em: 16 de julho de 2017.
- ALVES, L. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo. **RBAAD**, v. 10, p. 83-92, 2011. Disponível em: <http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2011/Artigo_07.pdf> Acesso em: 12 de janeiro de 2017.
- ANTUNES, J.T.; BATISTA, P.V.C. A (EAD) e os desafios de interação entre os seus participantes. **Revista Multitexto**, v. 4, n. 2, p. 37-42, jul./ dez. 2016. Disponível em: <<http://www.ead.unimontes.br/multitexto/index.php/rmcead/article/view/187>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- ARAÚJO, M. **Educação a distância e a Web semântica**: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma COL. 2003. 178 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-22072005-165858/pt-br.php>> Acesso em: 23 de novembro de 2016.
- ARAÚJO, M.; FERREIRA, M.A.G.V. Educação a distância e a Web semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para plataforma CoL. **Boletim Técnico BT/PCS/0319**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.pcs.usp.br/~interlab/artigoWebSemantica4.pdf>> Acesso em: 10 de janeiro de 2017.
- ATUTOR [Plataforma LMS]. Disponível em <<http://www.atutor.ca/>> Acesso em: 27 de março de 2018.
- BAJENARU, L.; BOROZAN, A. M.; SMEUREANU, I. Using Ontologies for the E-learning System in Healthcare Human Resources Management. **Informatica Economică**, v. 19, n. 2, 2015.

BEZERRA, D.A.; MARCONDES, C.H. O modelo FRBR e a busca de semântica na catalogação e recuperação de informações em ambientes digitais. *In*: ENANCIB - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, XIV, 29 de outubro a 1º de novembro de 2013, Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis: ANCIB, 2013. Disponível em: <<http://enancib2013.ufsc.br/index.php/enancib2013/XIVenancib/paper/viewFile/128/412>> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

BIEGING, P.; BUSARELLO, R. I. (org.) **Interatividade nas TICs**: abordagens sobre mídias digitais e aprendizagem. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 253 p. Disponível em: <<http://www.pimentacultural.com/interatividade-nas-tics>> Acesso em: 23 de novembro de 2016.

BORGES, V.A. **Uma contribuição à modelagem e à geração automática de conteúdos educacionais**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo - USP, São Carlos, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/>> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

BRAGA, J.L. Meios de comunicação e linguagens: a questão educacional e a interatividade. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 5, n. 9, jul./dez., 1999. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/6717/0>> Acesso em: 16 de maio de 2018.

BRAGLIA, I.A. **Um modelo baseado em ontologia e extração de informação como suporte ao design instrucional na geração de mídias do conhecimento**. 2014. 245 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2015/04/Israel-Braglia.pdf>> Acesso em: 10 de novembro de 2016.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [INEP]. **Censo da Educação Superior 2016**: notas estatísticas. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br>> Acesso em: 19 de novembro de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação [MEC]. **O que é educação a distância?** Brasília: MEC, 2016. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>> Acesso em: 23 de novembro de 2016.

CANTELE, R.C. **Construindo ontologias a partir de recursos existentes**: uma prova de conceito no domínio da educação. 2009. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo - Escola Politécnica, São Paulo: USP, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-18082009-130343/fr.php>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

CENTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (CENED). **Curso de Ecoturismo**. Disponível em <<http://www.cenedcursos.com.br/curso/curso-de-ecoturismo/>>. Acesso em: 03 de abril de 2018.

CERÓN-FIGUEROA, S. *et al.* Instance-based ontology matching for elearning material using an associative pattern classifier. **Computers in Human Behavior**, v. 69, April, p. 218-225, 2017. DOI:10.1016/j.chb.2016.12.0392017.

CHAMILO. [Plataforma de ensino]. Disponível em <<https://chamilo.org/es/>> Acesso em: 10 junho de 2018.

COLACE, F.; DE SANTO, M. Ontology for e-learning: a Bayesian approach. **IEEE Transactions On Education**, v. 53, n. 2, may, p. 223-233, 2010.

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

CUBRIC, M.; TRIPATHI, V. A semantic web framework for generating collaborative e-learning environments. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v. 4, n. 3, p. 4-7. 2009. Disponível em: <<https://www.learntechlib.org/j/IJET/v/4/n/3/>> Acesso em: 20 de março de 2018.

CUÉLLAR, M.P.; DELGADO, M.; PEGALAJAR, M.C. A common framework for information sharing in e-learning management systems. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 2260-2270, 2011.

DRESCH, A. **Design Science e Design Science Research como artefatos metodológicos para Engenharia de Produção**. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2013. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/4075>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

EDMODO. [Plataforma LMS]. Disponível em: <https://www.edmodo.com>. Acesso em: 20 de maio de 2018.

EDX. **EdX**. [Plataforma LMS]. Disponível em: <<https://www.edx.org/>> Acesso em: 27 de março de 2018.

FENSEL, D. **Ontologies: Silver Bullet for knowledge management and electronic commerce**. 2000. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/b218/02c1b4e8e731a09426868ba3e23d836bfde7.pdf>> Acesso em: 20 de julho de 2017.

FERNANDEZ, M.; GOMEZ-PEREZ, A.; JURISTO, N. **Methontology: from ontological art towards ontological engineering**. 1997. Disponível em: <http://oa.upm.es/5484/1/METHONTOLOGY_.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2018.

FERRAZ, A.P.C.M.; BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2>>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

FILATRO, A. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

FROTA, V. B. **Sistema inteligente de recomendação baseado no modelo do aluno**. 2012. 117f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/2963>> Acesso em: 20 de julho de 2017.

GAETA, M. *et al.* An approach to personalized e-learning. **Systemics, Cybernetics And Informatics**, v. 11, n. 1, 2013.

GAETA, M.; ORCIUOLI, F.; RITROVATO, P. Advanced ontology management system for personalised e-Learning. **Knowledge-Based Systems**, v. 22, p. 292-301, 2009.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed., São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

GLADUN, A. *et al.* An application of intelligent techniques and semantic web technologies in e-learning environments. **Expert Systems with Applications**, v. 36, p. 1922-1931, 2009.

GOTTARDI, M.L. A autonomia na aprendizagem em educação a distância: competência a ser desenvolvida pelo aluno. **RBAAD**, v. 14, 2015. Disponível em: <http://www.abed.org.br/revistacientifica/_Brazilian/2015/08_A_AUTONOMIA_NA_APRENDIZAGEM.pdf> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

GRUBER, T.R. A translation approach to portable Ontology Specifications. **Knowledge Acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.htm>> Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

GRUBER, T.R. Ontology. *In*: LIU, L.; ÖZSU, T.M. (Eds.). **Encyclopedia of Database Systems**. Springer-Verlag, 2008. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>> Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

GUARINO, N. Formal ontology, conceptual analysis and Knowledge representation. **International Journal Human-Computer Studies**, v. 43, p. 625-640, 1995. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Nicola_Guarino/publication/2368416_Forma_l_Ontology_Conceptual_Analysis_and_Knowledge_Representation/links/5593060d08ae16f493ee4d94.pdf> Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

GUARINO, N. Formal ontology in information systems. **Proceedings of FOIS'98**, Trento, Italy, 6-8, June. Amsterdam, p. 3-15, 1998.

GUEDES, J.A.S.; STRAUHS, F.R. Portais do conhecimento de universidades: um quadro referencial para avaliação de potencial semântico. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 166-179, maio, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18617/liinc.v12i1.833>> Acesso em: 1º de dezembro de 2017.

HEIYANTHUDUWAGE, S.R.; KARUNARATNA, D.D. An iterative and incremental approach for e-learning ontology engineering. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 4, n. 1, p. 40-46, 2009. Disponível em: <<https://www.learntechlib.org/j/I-JET/v/4/n/1/>> Acesso em: 20 de março de 2018.

HODGE, G. **Systems of knowledge organization for digital libraries: beyond traditional authority files**. Washington: The Digital Library Federation, 2000. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED440657>> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

JIA, H. *et al.* Design of a performance-oriented workplace e-learning system using ontology. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 3372-3382, 2011.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Australia: Keele University Technical Report - Joint Technical Report, 2004. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>> Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

KNIGHT, C.; GAŠEVIĆ, D.; RICHARDS, G. An ontology-based framework for bridging learning design and learning content. **Educational Technology & Society**, v. 9, n. 1, p. 23-37, 2006.

LUZ, B.N. **Objetos de aprendizagem interativos: conceito, ontologia e uso**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Faculdade Campo Limpo Paulista, Campo Limpo Paulista, 2015. Disponível em: <<http://www.cc.faccamp.br/Dissertacoes/BrunoNogueiraLuz.pdf>> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

MARTINS, D.O.; TIZIOTTO, S.A.; CAZARINI, E.W. Ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) como ferramentas de apoio em ambientes complexos de aprendizagem (ACAs). **RBAAD**, São Paulo, v. 15, p. 113-131, 2016. Disponível em: <http://seer.abed.net.br/edicoes/2016/08_Ambientes_virtuais_aprendizagem.pdf> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

MEENORNGWAR, C. A methodology to develop ontologies for emerging domains. **The IAFOR Journal of Education**, v. 1, n. 1, Spring, p. 39-77, 2013.

MICHAELIS. **Dicionário brasileiro da língua portuguesa**. Disponível em <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>> Acesso em: 18 setembro de 2018.

MONTENEGRO-MARIN, C.E. *et al.* Towards an ontology to describe the taxonomy of common modules in learning management systems. **International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence**, v. 1, n. 4, pp. 48-54, 1º Dec. 2011.

MOODLE. [Plataforma LMS]. Disponível em <<https://moodle.org/>> Acesso em: 27 de março de 2018.

MOORE, M.G. Three types of interaction. **American Journal of Distance Education**, v. 3, n. 2, 1989.

MOREIRA, A. Uso de ontologia em sistemas de informação computacionais. **Perspectivas Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 49-60, jan./jun., 2002. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/413>> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

MÜLLER, C. **M_ONTO**: proposta de modelagem semântica para uma ontologia do domínio EAD. 2011. 150f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2011. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/2989/Carolina%20Muller.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 10 de novembro de 2016.

MUNIR, K.; ANJUM, M.S. The use of ontologies for effective knowledge modelling and information retrieval. **Applied Computing and Informatics**, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aci.2017.07.003>. Acesso em: 16 de setembro de 2017.

MUÑOZ, A. *et al.* OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling. **Expert Systems with Applications**, v. 42, p. 5995-6007, 2015.

NECHES, R. *et al.* Enabling technology for knowledge sharing. **AI Magazine**, v. 12, n. 3, 1991. Disponível em: <<https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/902/820>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

NGANJI, J.T.; BRAYSHAW, M.; TOMPSETT, B. Ontology-driven disability-aware e-learning personalisation with ONTODAPS. **Campus-Wide Information Systems**, v. 30, Iss: 1, p. 17-34, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/10650741311288797>> Acesso em: 20 de março de 2018.

NOY, N.F.; MCGUINNESS, D.L. **Ontology development 101**: a guide to creating your first ontology. Technical Report, Stanford University, 2001, p. 1-25. Disponível em: <https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

OUF, S. *et al.* A proposed paradigm for smart learning environment base on Semantic Web. **Computers in Human Behavior**, v. 72, p. 796-818, July, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.030>> Acesso em: 20 de março de 2018.

PICKLER, M.E.V. Web Semântica: ontologias como ferramentas de representação do conhecimento. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 65-83, jan./abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pci/v12n1/05.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

PROTÉGÉ. Disponível em <<https://protege.stanford.edu/>>. Acesso em: 03 de abril de 2018.

RAMALHO, R.A.S. **Desenvolvimento e utilização de ontologias em bibliotecas digitais**: uma proposta de aplicação. 2010. 145 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP, Marília, 2010. Disponível em: <https://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/CienciadaInformacao/Dissertacoes/ramalho_ras_do_mar.pdf> Acesso em: 15 de agosto de 2017.

RANI, M.; SRIVASTAVA, K.V.; VYAS, O.P. An Ontological Learning Management System. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 24, n. 5, p. 706-722, Sep. 2016.

RAUTENBERG, S. *et al.* Uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 2, jul./dez. 2008. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/711>>. Acesso em: 20 de março de 2018.

SALES, L.F.; SAYÃO, L.F. Modelo triádico de relações: um protótipo de modelagem conceitual para a área nuclear. *In*: ENANCIB - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, XIII, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANCIB, 2012. Disponível em: <http://carpedien.ien.gov.br/bitstream/ien/481/1/artigo_enancib2012_sales_say%C3%A3o.pdf> Acesso em: 6 set. 2017.

SAYÃO, L.F. Modelos teóricos em ciência da informação: abstração e método científico. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 82-91, jan./abr. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/ci/v30n1/a10v30n1.pdf>> Acesso em: 6 set. 2017.

SILVA, D.L.; SOUZA, R.R., ALMEIDA, M.B. Ontologias e vocabulários controlados: comparação de metodologias para construção. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 60-75, set./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v37n3/v37n3a05.pdf>> Acesso em: 20 de março de 2018.

SILVA, E.N.; BEZERRA, C. Uso de ontologias e SWRL para ensino personalizado baseado em estilos e teorias de aprendizagem. **Nuevas Ideas em Informática Educativa – TISE**, p. 795-98, 2013. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/795-798.pdf>> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

SILVA, I.M.M. Interfaces digitais na educação a distância: das salas de aula aos ambientes virtuais de aprendizagem. **Colabor@ - Revista Digital da CVA**, v. 7, n. 25, fev, 2011. Disponível em: <<http://pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/view/160/0>> Acesso em: 10 de novembro de 2016.

SILVA, M. Internet na escola e inclusão. *In*: ALMEIDA, M.E.B.; MORAN, J.M. (Orgs.) **Integração das tecnologias na educação**. Brasília: MEC, 2005, p. 62-69. (Texto apresentado no I Seminário Virtual da Rede Municipal de Educação de Belo Horizonte "Internet na Escola" – de 22 de março de 2004 a 02 de abril de 2004). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf>> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

SILVA, P.C.D., SHITSUKA, R.; PASCHOAL, P.A.G. Afetividade nas interações em AVA: um estudo sobre a interação na educação a distância. **RBAAD**, v. 14, 2015. Disponível em: <http://www.abed.org.br/revistacientifica/_Brazilian/edicoes/2015/2015_Edicao.htm> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

SODRÉ, M.; PAIVA, R. A tecnologia, a informação e o comum. **Alceu**, v. 10, n. 20, p. 16-24, jan./jun. 2010.

SOERGEL, D. **Knowlegde organization systems**: overview. [2008?]. Disponível em: <<http://www.dsoergel.com/SoergelKOSOverview.pdf>> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

SOUZA, R.R.; ALVARENGA, L. A Web Semântica e suas contribuições para a ciência da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, jun., 2004. ISSN 1518-8353. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1077/1176>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

SOUZA, R.R.; TUDHOPE, D.; ALMEIDA, M.B. Towards a taxonomy of KOS: dimensions for classifying knowledge organization systems. **ISKO Conference**, Roma, 2010. Disponível em: <http://mba.eci.ufmg.br/downloads/Souza_Tudhope_Almeida_-_KOS_Taxonomy.Submitted.pdf> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

STOJANOVIC, L.; STAAB, S.; STUDER, R. eLearning based on the Semantic Web. **WebNet2001 – Word Conference on the WWW and Internet**, 2001. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5137/bf49ca14cae6fd1f93649b316129a259f191.pdf>> Acesso em: 10 de novembro de 2016.

STUDER, V.R.; BENJAMINS, R.; FENSEL, D. Knowledge engineering: principles and methods, **Data & Knowledge Engineering**, v. 25, p. 161-197, 1998.

SURE, Y.; STAAB, S.; STUDER, R. On-To-Knowledge Methodology (OTKM). *In*: STAAB, S.; STUDER, R. (Eds.) **Handbook on Ontologies**. International Handbooks on Information Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p. 117-132.

TORI, R. Avaliando a interatividade. *In*: TORI, R. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. São Paulo: Senac, 2010. p. 83-100.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Direito Urbanístico**. [Curso]. Disponível em: <<https://moodle.ufsc.br/course/view.php?id=85030>> Acesso em: 15 de maio de 2018.

VALASKI, J. **Ontologia para classificação de materiais de aprendizagem em um ambiente de aprendizagem voltado para a Engenharia de Software**. 2012. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://www.ppgia.pucpr.br/pt/arquivos/mestrado/dissertacoes/2012/joselaine_valaski_vf.pdf> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

VIGNOLI, R.G.; SOUTO, D.V.B.; CERVANTES, B.M.N. Sistemas de organização do conhecimento com foco em ontologias e taxonomias. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 23, n. 2, p. 59-72, maio/ago., 2013. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpb.br/index.php/ies/article/view/15160/0>> Acesso em: 30 de novembro de 2016.

VILLELA, M.L.B.; OLIVEIRA, A.P.; BRAGA, J.L. Modelagem ontológica no apoio à modelagem conceitual. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, XVIII, 18 a 22 de outubro de 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 2004, p. 241-256. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbes/2004/sbes2004.pdf>> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

APÊNDICE A

QUADRO 14 - Referências dos dezesseis textos selecionados na RSL

Gladun et al. (2009)	GLADUN, A. <i>et al.</i> An application of intelligent techniques and semantic web technologies in e-learning environments. Expert Systems with Applications , v. 36, p. 1922-1931, 2009.
Cubric e Tripathi (2009)	CUBRIC, M.; TRIPATHI, V. A semantic web framework for generating collaborative e-learning environments. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET) , v. 4, n. 3, p. 4-7. 2009. Disponível em: < https://www.learntechlib.org/j/I-JET/v/4/n/3/ >
Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009)	HEIYANTHUDUWAGE, S.R.; KARUNARATNA, D.D. An iterative and incremental approach for e-learning ontology engineering. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET) , v. 4, n. 1, p. 40-46, 2009. Disponível em: < https://www.learntechlib.org/j/I-JET/v/4/n/1/ >
Colace e De Santo (2010)	COLACE, F.; DE SANTO, M. Ontology for e-learning: a Bayesian approach. IEEE Transactions On Education , v. 53, n. 2, may, p. 223-233, 2010.
Acampora, Gaeta e Loia (2011)	ACAMPORA, G.; GAETA, M.; LOIA, V. Combining multi-agent paradigma and memetic computing for personalized and adaptive learning experiences. Computational Intelligence , v. 27, n. 2, 2011.
Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011)	CUÉLLAR, M.P.; DELGADO, M.; PEGALAJAR, M.C. A common framework for information sharing in e-learning management systems. Expert Systems with Applications , v. 38, p. 2260-2270, 2011.
Montenegro-Marin et al. (2011)	MONTENEGRO-MARIN, C.E. <i>et al.</i> Towards an ontology to describe the taxonomy of common modules in learning management systems. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence , v. 1, n. 4, pp. 48-54, 1º Dec. 2011.
Jia et al. (2011)	JIA, H. <i>et al.</i> Design of a performance-oriented workplace e-learning system using ontology. Expert Systems with Applications , v. 38, p. 3372-3382, 2011.
Meenorngwar (2013)	MEENORNGWAR, C. A methodology to develop ontologies for emerging domains. The IAFOR Journal of Education , v. 1, n. 1, Spring, p. 39-77, 2013.
Gaeta et al. (2013)	GAETA, M. <i>et al.</i> An approach to personalized e-learning. Systemics, Cybernetics And Informatics , v. 11, n. 1, 2013.
Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013)	NGANJI, J.T.; BRAYSHAW, M.; TOMPSETT, B. Ontology-driven disability-aware e-learning personalisation with ONTODAPS. Campus-Wide Information Systems , v. 30, Iss: 1, p. 17-34, 2013. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1108/10650741311288797 >
Muñoz et al. (2015)	MUÑOZ, A. <i>et al.</i> OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling. Expert Systems with Applications , v. 42, p. 5995-6007, 2015.
Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015)	BAJENARU, L.; BOROZAN, A. M.; SMEUREANU, I. Using Ontologies for the E-learning System in Healthcare Human Resources Management. Informatica Economică , v. 19, n. 2, 2015.
Rani, Srivastava e Vyas (2016)	RANI, M.; SRIVASTAVA, K.V.; VYAS, O.P. An Ontological Learning Management System. Computer Applications in Engineering Education , v. 24, n. 5, p. 706-722, Sep. 2016.
Cerón-Figueroa et al. (2017)	CERÓN-FIGUEROA, S. <i>et al.</i> Instance-based ontology matching for elearning material using an associative pattern classifier. Computers in Human Behavior , v. 69, April, p. 218-225, 2017. DOI:10.1016/j.chb.2016.12.0392017.
Ouf et al. (2017)	OUF, S. <i>et al.</i> A proposed paradigma for smart learning environment base on Semantic Web. Computers in Human Behavior , v. 72, p. 796-818, July, 2017. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.030 >

Fonte: elaborado pela autora.

APÊNDICE B

QUADRO 15 - Lista completa dos termos do AVA retirados dos textos da RSL - continua

Gladun et al. (2009)	Aprendizagem/ aprender; habilidades; <i>feedback</i> ; aluno; tutor; instrumento de aprendizagem; avaliar/ avaliação; disciplina; curso, sistema de <i>e-learning</i> , conteúdo; educação; comunicação; aprendizagem individual; aprendizagem <i>online</i> ; ferramentas de <i>e-learning</i> ; instruções; interfaces de usuário; aprendiz; corpo docente; testes/ testar; recursos; agente; instruções; instituições de ensino; professor; ensinar; perguntas; estudante; classe; tarefa; materiais de aprendizagem; objetos de aprendizagem; resposta; pergunta.
Cubric e Tripathi (2009)	Sistema de <i>e-learning</i> ; avaliação/ avaliar; aprendizagem/ aprendizado; recursos; conteúdo; testes; <i>feedback</i> ; alunos; estudantes; tarefas de aprendizagem; sistema; ensino; atividades; comunidades de <i>e-learning</i> ; <i>e-learning</i> personalizado; taxonomia de Bloom; repositório; questões de múltipla escolha; interface gráfica; usuário.
Heiyanthuduwege e Karunaratna (2009)	Sistema de <i>e-learning</i> ; usuário final/aprendiz; interfaces de usuário; professores; cursos (duração, período); semestre; estudante; recurso de aprendizagem; material de estudo (lição, texto, vídeo, imagem, apresentação, áudio); material de avaliação.
Colace e De Santo (2010)	Alunos; professores; conteúdo; ferramentas; curso; avaliação; sistema de <i>e-learning</i> ; estudante; testes de avaliação; disciplina; exame final; avaliação=exame final; teste final; objetos de aprendizagem; processo de aprendizagem; atores no sistema (administradores, professores e alunos).
Acampora, Gaeta e Loia (2011)	Sistema de <i>e-learning</i> ; alunos; aprendizagem; estudantes; recursos; tarefas; conteúdos e atividades de aprendizagem; ambiente de aprendizagem; recursos educacionais; processo de aprendizagem; aprendiz; atividades; professor; conteúdo educacional; preferências do aluno; domínio educacional; ferramentas (<i>blogs</i> ; <i>wikis</i> ; <i>podcast</i>); usuários; disciplinas; unidade de aprendizagem; testes; avaliação; domínio educacional; preferências de ensino/preferências de aprendizagem; estilo de aprendizagem; objetos de aprendizagem (lições textuais, apresentações, vídeos, <i>podcasts</i> , simulações, exercícios); serviços de aprendizado (laboratórios virtuais, <i>wikis</i> , <i>folksonomies</i> , fóruns); atividades didáticas; aprendizagem <i>online</i> ; perfil do usuário; LMS.
Cuéllar, Delgado e Pegalajar (2011)	LMS; ferramentas; atividades de ensino e aprendizagem; usuários; conteúdo; recursos de aprendizagem; professores; alunos; recursos; documentos; mídia; fóruns; <i>blogs</i> ; portfólios; personalização da aprendizagem; tarefas; material didático; bases de dados do LMS; criador (propriedade); tópicos (propriedade); material de aprendizagem; avaliação; recursos de aprendizagem: notas, exercícios, mídia (vídeo, <i>software</i> , áudio ou imagem), fóruns, projetos, trabalho de casa; agente (pessoa): professor ou aluno ou grupo.
Montenegro-Marin et al. (2011)	Sistema de <i>e-learning</i> ; documentos = recursos; ferramentas; LMS; Administrador de arquivos = documentos = recursos; cursos; usuário; fórum; módulos; professor; contexto; objetos de aprendizagem (metadados e conteúdo); estudante; gerenciador de arquivos - administrador de arquivos - documentos - adicionar recursos - recursos; anúncio - home; <i>Help</i> ; <i>chat</i> (bate-papo); administração de currículos (currículos de gestão); conteúdo - adicionar recurso - material da aula - recursos - adicionar atividade - conteúdo da aprendizagem; projeto educacional - caminho de aprendizagem - administração do <i>site</i> - painel de controle - portfólios - preferências; curso - módulo-duração; autenticação - diretório - usuários - professores - contas; pesquisa - questionário; sistema de avaliação - testes e questionário - perguntas - avaliação / questões; mensagens e fóruns; glossário; grupos - grupo de trabalho - redes - comunidades - perfil; perguntas frequentes - FAQ; calendário de atividades; notícia; <i>wiki</i> ; sistema de classificação - teste e tarefa - exercícios / tarefa - módulo / <i>upload</i> de arquivo avançado - arquivo de <i>upload</i> - avalia / teste / projetos - tarefa - evento; administração - preferência; painel de controle - administração do <i>site</i> .

QUADRO 15 - Lista completa dos termos do AVA retirados dos textos da RSL - continua

Jia et al. (2011)	Sistema de <i>e-learning</i> ; alunos; aprendizagem; cursos; instituições educacionais; atividades de aprendizagem; conteúdos e recursos de aprendizagem (objetos de aprendizagem e materiais de avaliação); avaliação do conhecimento; ambientes virtuais de aprendizagem; tarefas; recursos de aprendizagem (artigos, livros, páginas da <i>Web</i> e arquivos de vídeo); materiais de curso e avaliação de perguntas abertas; aprendiz; atividades diárias; contexto; artefatos de conhecimento; testes; processo de aprendizagem; interface; materiais de aprendizagem; perfis de aprendizes, objetos e materiais de aprendizagem; fórum de discussão; avaliação; avaliação do sistema de aprendizagem; ferramentas de comunicação baseadas na Internet; elementos fundamentais de um ambiente de aprendizagem: aprendiz, conteúdo de aprendizagem, contexto social e outras partes interessadas de aprendizagem, como organização, sociedade ou país.
Meenorngwar (2013)	Sistema <i>e-learning</i> ; usuário; documento; experiências educacionais; professor; curso; aprendizagem/ensino; ambiente <i>online</i> ; instrutor / professores; sistema educacional; sala de aula virtual; aprendizado <i>online</i> ; aprendizado; instruções; aluno; atividades baseadas em computadores e em rede; gerenciamento.
Gaeta et al. (2013)	Sistema de <i>e-learning</i> ; personalização de ensino; avaliação; ferramentas; cursos; conteúdos de aprendizagem; aprendizagem; alunos; professor; ensino; competência; processo de aprendizagem; perfil de aprendizagem; atividades de aprendizagem; propriedades de conteúdo (se é um texto ou um vídeo); plataforma; curso (módulo; lição); recursos de aprendizagem (objetos de aprendizagem ou serviços de aprendizagem); preferências de aprendizagem; exames (avaliação); objetos de aprendizagem (texto simples, páginas HTML, <i>slides</i> do <i>PowerPoint</i> , etc.); competência.
Nganji, Brayshaw e Tompsett (2013)	Recursos; aprendizagem; sistema de <i>e-learning</i> ; alunos; recursos de aprendizagem (áudio, vídeo, texto, etc.); usuário; conteúdo; estudantes; aprendiz; perfil do usuário; <i>feedback</i> e interação; objetos de aprendizagem; plataforma de <i>e-learning</i> ; estilo de aprendizagem; interface; dispositivo (dispositivo de comunicação; dispositivo de aprendizagem); avaliação; professor; tarefas; <i>login</i> ; classe de pessoa (subclasses <i>E-mail</i> , nome, senha, perfil, função e <i>username</i>); curso (nome, código, título, objetivos de aprendizagem e tem recursos de aprendizagem); aluno está matriculado em um curso específico, seu nome, nome de usuário, senha, perfil, metas de aprendizado).
Muñoz et al. (2015)	Usuário; LMS; contexto do usuário; processo de aprendizagem (competências, perfis de usuários, ferramentas de aprendizagem e classificação semântica dos elementos do LMS); ferramentas; estudantes; professores; alunos; participantes; interface; conteúdo; disciplina (curso); tabela de eventos; atividades do usuário; recurso; acesso; submissão de trabalho; material educacional; avaliação; tarefa; fórum de discussão; atribuições (tarefas/exercícios); <i>chat</i> -bate-papo; anúncio; testes; mensagens; <i>wikis</i> ; cronograma (agenda/horários); recursos de personalização e recomendação.
Bajenaru, Borozan e Smeureanu (2015)	Conteúdo educacional (é coleção de objetos de aprendizagem); sistemas de <i>e-learning</i> ; sistema de aprendizagem; conteúdo de aprendizagem; usuário; competências (conhecimentos e habilidades individuais); interface; questões de testes; aluno; processo de aprendizagem; documentos eletrônicos; ensino; aprendiz; comunicação; participantes; avaliação; objetos de aprendizagem; tarefas; estilo de aprendizagem; curso; lição, módulo; ferramentas automatizadas; materiais didáticos; contexto pedagógico; conteúdo multimídia (documentos em formato eletrônico, links, fotos, animações, som, vídeo); fórum, mensagens internas; LMS.
Rani, Srivastava e Vyas (2016)	Sistemas de gestão de aprendizagem; sistema de <i>e-learning</i> ; curso; aprendizagem; estilos de aprendizagem; objetos de aprendizagem=material de aprendizagem; avaliação; recursos de aprendizagem; material de curso; interface; aprendiz; anotações de aula; vídeos; conteúdo; <i>feedback</i> ; recursos (vídeo, nota de aula, livros, etc.); ambiente de aprendizagem; usuários (aluno, professores e administrador são definidos como subclasses da classe de usuário).
Cerón-Figueroa et al. (2017)	Recursos de aprendizagem; sistema de <i>e-learning</i> ; sistemas de aprendizagem <i>on-line</i> ; processo de aprendizagem; usuários; conteúdo; ferramentas de <i>e-learning</i> ; aprendizagem; objetos de aprendizagem (descrição, identificador, título, tipo de recurso de aprendizagem, palavras-chave); professores; alunos; pesquisadores; materiais educativos; recursos (animações, estudos de caso, coleções, questionários, simuladores, etc.); sistemas de gerenciamento de aprendizagem; cursos.

QUADRO 15 - Lista completa dos termos do AVA retirados dos textos da RSL - conclui

Ouf et al. (2017)	Sistema de <i>e-learning</i> ; aprendizagem; alunos; educador; conteúdo educacional; interação; professor; materiais personalizados; ambiente de aprendizagem; objetos de aprendizagem; aprendiz; atividades; ensino; <i>feedback</i> ; ambiente de <i>e-learning</i> ; estilo de aprendizagem; informação; resultados de pesquisa; recursos de aprendizagem; pesquisador; materiais educacionais; habilidades cognitivas.
--------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

HTML: *HyperText Markup Language*

Fonte: elaborado pela autora.

APÊNDICE C

QUADRO 16 - Termos do modelo ontológico proposto: definições em linguagem natural

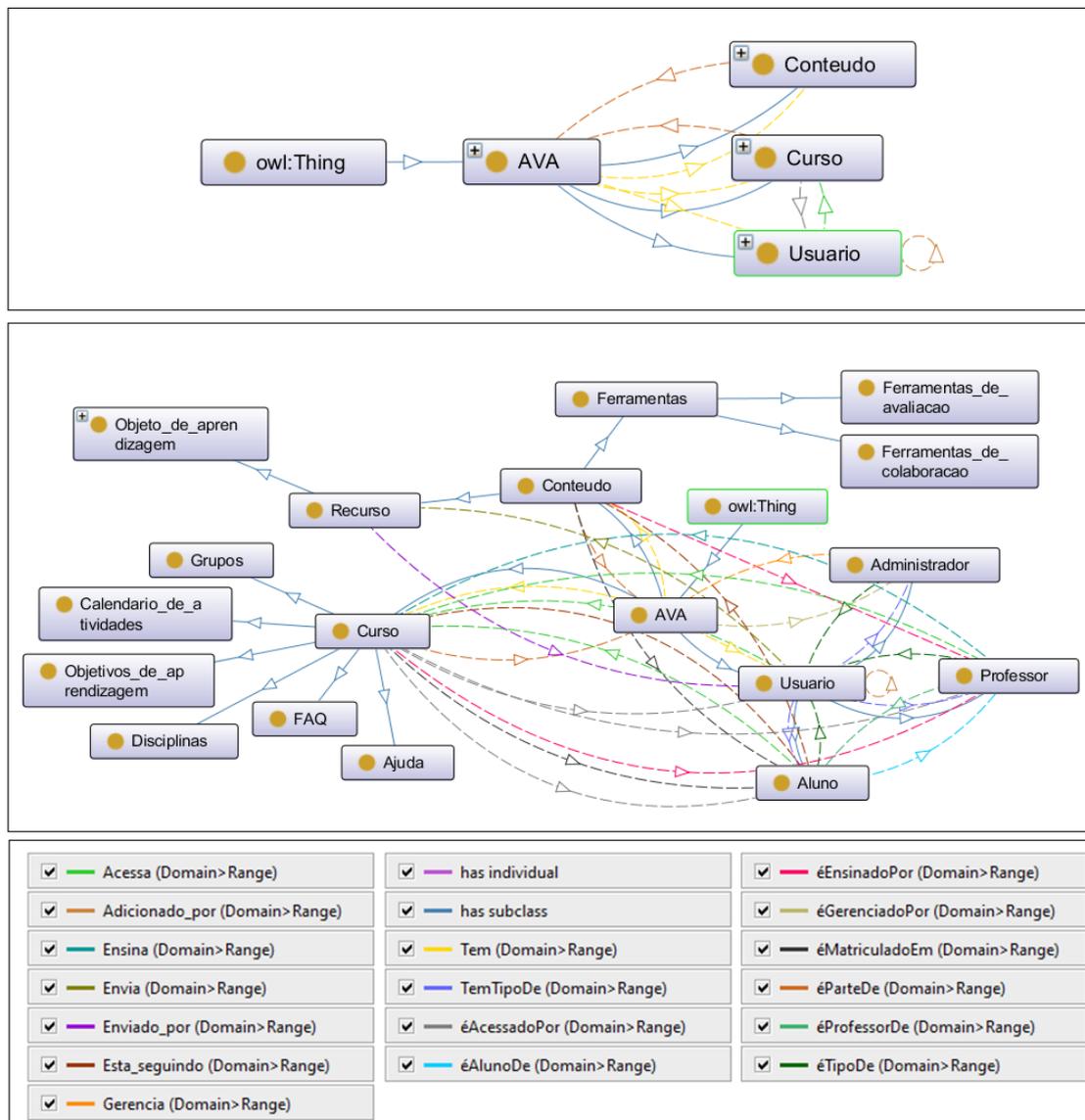
Termos do modelo	DEFINIÇÕES*
Administrador	Pessoa encarregada na manutenção e desenvolvimento dos sistemas de ensino <i>online</i> .
Ajuda	Local onde se encontram informações para auxílio na utilização dos serviços oferecidos no site ou no sistema de ensino.
Aluno	Aprendiz ou estudante. Indivíduo que recebe instrução ou educação em um estabelecimento de ensino.
AVA	Sistema de ensino que proporciona compartilhamento/ troca de conteúdos diversos em cursos ou disciplinas <i>online</i> .
Calendário de atividades	Tabela prefixada com as datas das atividades destinadas ao estudo e ensino.
Conteúdo	Conjunto de materiais necessários ao desempenho das atividades de determinado curso ou disciplina.
Curso	Conjunto de matérias que fazem parte de um estudo.
Disciplinas	Matérias. Áreas do conhecimento que são ensinadas ou estudadas em ambiente escolar.
FAQ	Perguntas frequentes. Local onde se encontra uma coletânea de perguntas acerca de determinado assunto.
Ferramentas de avaliação	Instrumentos necessários para avaliar o aprendizado.
Ferramentas de colaboração	Instrumentos necessários para promover a interação entre pessoas.
Grupos	Local onde se encontra conjunto de pessoas reunidas para determinado fim educacional.
Objetivos de aprendizagem	Resultado ou meta a ser atingida por quem recebe instrução ou educação.
Professor	Docente. Indivíduo que ensina ou transmite conhecimentos em estabelecimento de ensino.
Recursos	Ferramentas, meios ou objetos disponíveis a serem utilizados para o processo de ensino/aprendizagem.
Usuário	Pessoa. Indivíduo que faz uso das plataformas de ensino.

*Significados baseados nas definições do dicionário *online* Michaelis <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>>

Fonte: elaborada pela autora.

APÊNDICE D

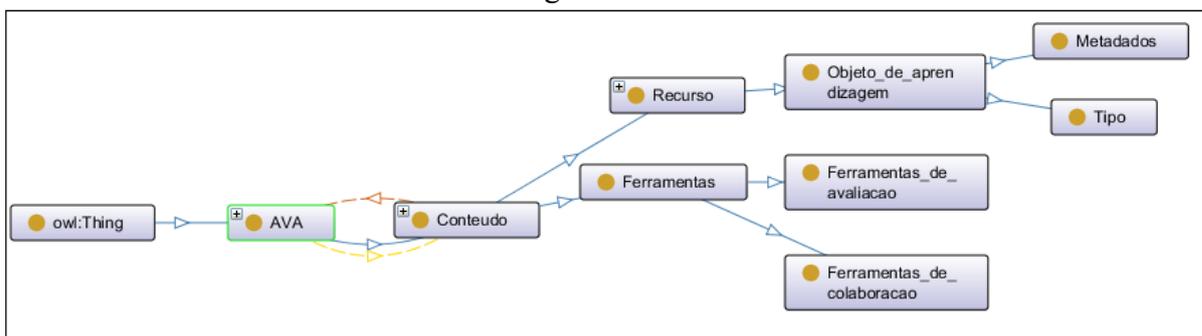
FIGURA 46 – Modelo Ontológico de Interatividade completo* em Protégé (2018)



*No primeiro quadrante – representação das classes e subclasses principais do AVA. No segundo quadrante – a ontologia completa. Abaixo: legenda.

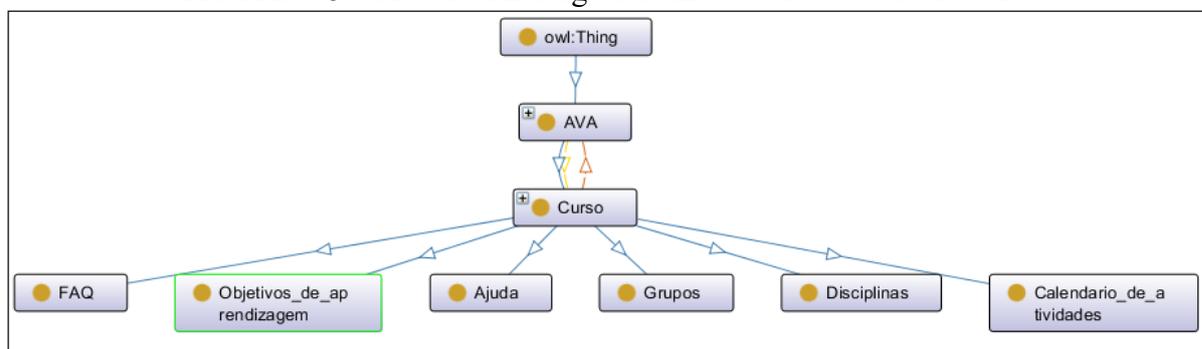
Fonte: elaborada pela autora, baseado na ferramenta *Protégé* (2018).

FIGURA 47 - Modelo Ontológico de Interatividade – classe conteúdo



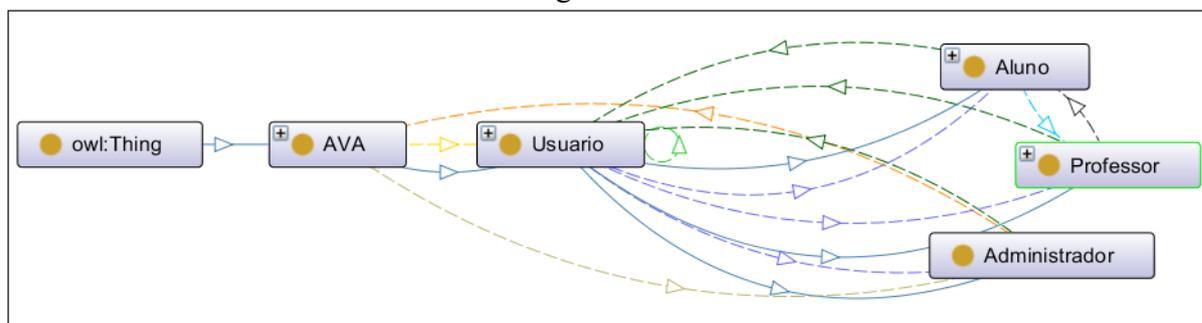
Fonte: elaborada pela autora, baseado na ferramenta *Protégé* (2018).

FIGURA 48 – Modelo Ontológico de Interatividade – classe curso



Fonte: elaborada pela autora, baseado na ferramenta *Protégé* (2018).

FIGURA 49 - Modelo Ontológico de Interatividade – classe usuário



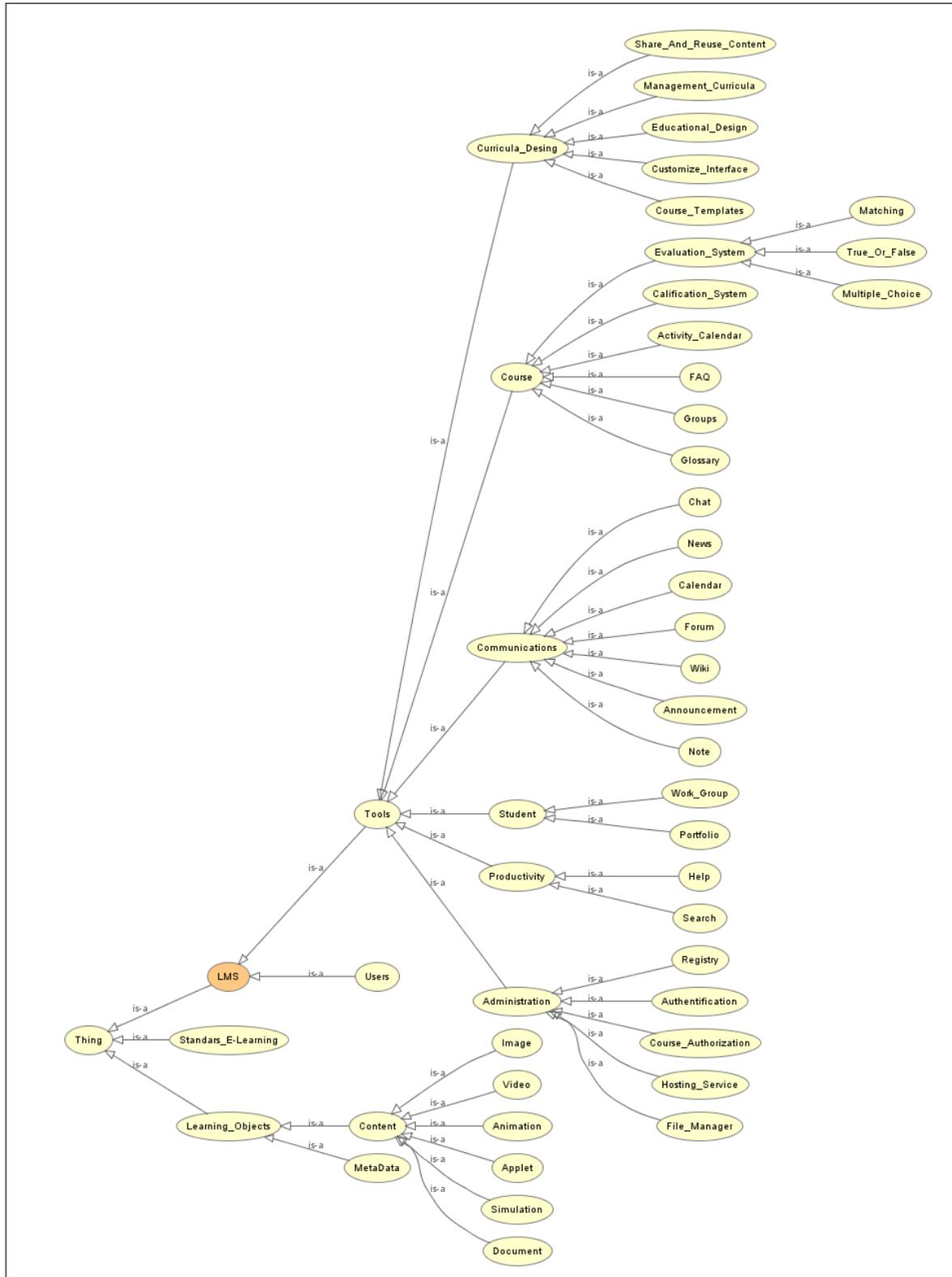
Fonte: elaborada pela autora, baseado na ferramenta *Protégé* (2018).

FIGURA 50 – Legenda das relações ontológicas do modelo

Gerencia (Domain>Range)	Acessa (Domain>Range)	éEnsinadoPor (Domain>Range)
has individual	Adicionado_por (Domain>Range)	éGerenciadoPor (Domain>Range)
has subclass	Ensina (Domain>Range)	éMatriculadoEm (Domain>Range)
Tem (Domain>Range)	Envia (Domain>Range)	éParteDe (Domain>Range)
TemTipoDe (Domain>Range)	Enviado_por (Domain>Range)	éProfessorDe (Domain>Range)
éAcessadoPor (Domain>Range)	Esta_seguindo (Domain>Range)	éTipoDe (Domain>Range)
éAlunoDe (Domain>Range)		

Fonte: elaborada pela autora, baseado na ferramenta *Protégé* (2018).

ANEXO

FIGURA 51 – Modelo de ontologia proposto por Montenegro-Marin *et al.* (2011)

Fonte: Montenegro-Marin *et al.* (2011, p. 54).