



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB) – BRASIL

UNIVERSIDADE NACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (UNED) – ESPANHA

FLAVIO FERREIRA BORGES

IDENTIFICANDO CONTEÚDOS EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM:
metodologia de recomendação automática de informações para os metadados de
recursos educacionais abertos

IDENTIFICACIÓN DE CONTENIDO EN OBJETOS DE APRENDIZAJE: metodología
de recomendación automática de información para metadatos de recursos
educativos abiertos

BRASÍLIA – DF
2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

FB732i Ferreira Borges, Flavio
IDENTIFICANDO CONTEÚDOS EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM:
metodologia de recomendação automática de informações para os
metadados de recursos educacionais abertos / Flavio
Ferreira Borges; orientador Lucio França Teles; co
orientador Sara Osuna Acedo. -- Brasília, 2021.
136 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Educação) -- Universidade
de Brasília, 2021.

1. Educação. 2. Educação e Tecnologia. 3. Recursos
Educaionais Abertos. 4. Metadados. 5. Base de
Conhecimento. I. França Teles, Lucio, orient. II. Osuna
Acedo, Sara, co-orient. III. Título.



FLAVIO FERREIRA BORGES

IDENTIFICANDO CONTEÚDOS EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM:
metodologia de recomendação automática de informações para os metadados de
recursos educacionais abertos

IDENTIFICACIÓN DE CONTENIDO EN OBJETOS DE APRENDIZAJE: metodología
de recomendación automática de información para metadatos de recursos
educativos abiertos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (UnB) – Brasil, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação, elaborada em regime de Cotutela com a Escola Internacional de Doutorado da Universidade Nacional de Educação a Distância (EIDUNED) – Espanha.

Linha de Pesquisa na UnB: Educação, Tecnologias e Comunicação (ETEC) da Faculdade de Educação.

Departamento na EIDUNED: Didática, Organização Escolar e Didática Especial da Faculdade de Educação.

Orientador pela UnB:

Prof. Dr. Lúcio França Teles

Coorientadora pela UNED:

Profa. Dra. Sara Osuna Acedo

FLAVIO FERREIRA BORGES

IDENTIFICANDO CONTEÚDOS EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM:
metodologia de recomendação automática de informações para os metadados de
recursos educacionais abertos

IDENTIFICACIÓN DE CONTENIDO EN OBJETOS DE APRENDIZAJE: metodología
de recomendación automática de información para metadatos de recursos
educativos abiertos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (UnB) – Brasil, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação, elaborada em regime de Cotutela com a Escola Internacional de Doutorado da Universidade Nacional de Educação a Distância (EIDUNED) – Espanha. Avaliada em 30/06/2021, pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores e professoras:

Prof. Dr. Lucio França Teles (Orientador – UnB/FE)
Presidente

Profa. Dra. Sara Osuna Acedo (UNED)
Orientadora do acordo de Cotutela entre a UnB e a UNED

Prof. Dr. Javier Gil Quintana (UNED)
Membro representante da Escola Internacional de Doutorado da UNED/Espanha

Prof. Dra. Amaralina Miranda de Souza (UnB/FE)
Membro representante do Programa de Pós-Graduação em Educação da UnB

Prof. Dr. Fernando José Spanhol (UFSC/ Campus Araranguá)
Membro representante de Programa de Pós-Graduação externo a UnB

Prof. Dra. Rosana Amaro (UnB/FEF)
Primeira Suplente

BRASÍLIA – DF
2021

Dedico esta tese ao professor Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos, que no primeiro semestre de 2016 permitiu o início do meu doutorado na UnB, como aluno especial em sua disciplina no programa de Pós-Graduação. Fica aqui o carinho e a lembrança de sua sensibilidade em me conduzir pelos corredores da Faculdade de Educação até ao Instituto de Química da UnB, e assim efetivar a minha matrícula em sua última disciplina ministrada na Pós-Graduação, falecendo no segundo semestre do mesmo ano, gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as graças recebidas nesta caminhada de transformação, pelos conhecimentos adquiridos, pelo equilíbrio e por todos os lugares e pessoas queridas que me proporcionou conhecer.

Ao meu querido professor e orientador Dr Lucio França Teles, por confiar em minha capacidade de pesquisador e incentivar a minha autonomia em buscar novos conhecimentos, a qual me proporcionou um crescimento pessoal e profissional do qual não imaginava ser possível. Pela sua simplicidade e afeto que demonstrou ter por mim e por todos os seus orientandos.

A minha querida coorientadora professora Dra. Sara Osuna Acedo, por proporcionar duas emoções em meu doutorado, a primeira em 17 de maio de 2018 quando me aceitou com aluno em uma estância de estudo e a outra – durante nossas conversas na cafeteria da UNED – o convite para internacionalizar a minha tese. Grato pelo acolhimento afetuoso em Madrid e pela rica e inesquecível experiência cultural.

A todos do corpo técnico do programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da UnB, que contribuíram com a minha formação acadêmica, aos professores/professoras das disciplinas que cursei: Amaralina, Carlos Alberto, Raquel Moraes, Gilberto Lacerda, Cátia Piccolo e a professora Patrícia Pederiva que depositou em meu coração um carinho especial ao ato de educar, a todos vocês meu afetuoso obrigado!

A Escola Internacional de Doutorado da UNED (Madrid/Espanha), por proporcionar a realização do convênio de Cotutela e tornar a minha tese um estudo internacional.

Aos membros da banca, professoras Amaralina Miranda e Rosana Amaro, os professores Fernando Spanhol e Javier Quintana, por terem aceitado participar da banca examinadora e por suas importantes contribuições.

Aos professores Tel Amiel, Esdras Bispo, Carmen Marta e Juan Ortiz pelo tempo dedicado para contribuir com a minha pesquisa.

Ao Campus de Jataí/GO da Universidade Federal de Goiás (UFG), que durante o meu doutorado tornou-se a Universidade Federal de Jataí (UFJ), pelo apoio e concessão do meu afastamento para a dedicação exclusiva aos meus estudos.

Aos meus colegas de disciplinas e aos irmãos de orientação Angela, Angélica, Cinthia, Janaina, Marcelino e Priscila pelo apoio nos estudos, pelos cafés, pelas risadas e principalmente pela amizade.

À minha companheira e amada esposa Dra. Renata, que me encantou com sua vontade de explorar e ganhar o mundo, desejo que possamos trilhar juntos todos os nossos sonhos, como foi a nossa caminhada pelo Doutorado na UnB. Te Amo assim, de todo coração. A nossa filha Júlia, que vem participando de nossas conquistas, vivenciando todas as emoções que afloram em um doutorado. Obrigado filha e estarei junto em todas as suas conquistas e emoções. Aos meus filhos Adelson Neto e Matheus, pela compreensão da ausência e pelas palavras de incentivo.

À minha querida mãe, pelo amor e pelas orações que sempre me protegeram e ao meu irmão gêmeo Fernando e minha cunhada Celiamar que estão sempre me apoiando. À minha irmã Núbia e aos meus irmãos Umberto e Wilmar que de alguma forma contribuíram com a minha caminhada até aqui.

À minha querida Avó Mina (Maximina), pelo carinho, pelo amor dedicado, pela presença e firmeza em que defendeu comigo o meu mestrado, hoje não está mais entre nós, mas sentirei a sua presença em minhas conquistas.

À minha Sogra Lusia Magalhães e Sogro Sebastião Naves pelas inúmeras vezes que apoiou a minha família com suas presenças e companheirismo, mesmo não entendendo o porquê de desmesurada correria e estudos, muito obrigado pelo amor dedicado!

Agradecimentos às amigas e aos amigos que apoiaram a mim e minha família nestes quatro anos de estudo, Luizmar e sua esposa Lucinha, Eduardo e sua esposa Laís e seus filhos Maria Eduarda e Luís Arthur, Carol Neto e sua filha Luísa. A todos obrigado pela companhia, pelo carinho e pelo suporte.

A prima Adriana, seu filho Miguel e Valentim pelo acolhimento em Bilbao/Espanha e pelas experiências inesquecíveis pelo País Basco, principalmente pelos vinhos e tapas.

A Claristina pelas hospedagens em Brasília, pelos bolos e pães de queijo nas defesas de doutorado e mestrado e pelos serviços *office girl*, me auxiliando na entrega de documentos quando estava fora do Brasil.

A Gleice e sua filha Sofia pelos passeios em Madrid e por conduzir a minha filha pelas ruas de Paris.

A Comunidade de Madrid pelos serviços, cursos e pela possibilidade de conhecer pessoas de diferentes nacionalidades.

Ao conterrâneo de pátria Ezequiel, pelas conversas nos cafés da cantina da UNED e pelos agasalhos que auxiliaram a enfrentar o inverno madrilenho.

Aos amigos do Crato/CE Renato e Sheila, pelos passeios em Madrid e pelas viagens por Itália e França. Vocês foram a companhia que alegraram e esquentaram o nosso inverno europeu.

Aos compadres Renato e Magna e minhas afilhadas Anelise e Lisandra pela torcida e momentos de descontração que auxiliaram nos momentos de aflição.

Ao meu amigo e irmão de coração o professor Dr. Vanderlei Balbino, por me acolher em sua casa em Jataí/GO no meu primeiro ano de doutorado, pelo carinho e orientações durante a nossa convivência na república vem-ver. Sua determinação e firmeza de como encerrar a luta do dia a dia me fizeram enxergar a vida de uma outra forma. Você é um guerreiro com um grande coração.

Aos amigos e companheiros de Jataí, pelas hospedagens, pelas palavras de incentivo, pelos exemplos, pelos conselhos e gargalhadas nos momentos de celebração da vida.

Há muitos a agradecer e aqueles que não estão presentes neste grafado, recebam os meus sinceros agradecimentos, e a *todos muchas gracias!*

“...Por isso é que a mim me interessou sempre muito mais a compreensão do processo em que e como as coisas se dão do que o produto em si.”

(Paulo Freire, Pedagogia da Esperança)

“Desarrollar la capacidad de empatía es también desarrollar la capacidad de introspección, de autoconocimiento. Tratar de recordar cómo pensábamos y cómo éramos antes de haber hecho el proceso. Así podemos ayudar mejor a otros a hacer un proceso similar.”

(Mario Kaplún, Una pedagogía de la comunicación «el comunicador popular»)

RESUMO

O ano de 2020 será conhecido como a época em que as práticas educacionais foram virtualizadas de forma nunca vista. O motivo foi a indesejada pandemia do vírus COVID-19, que impôs uma dura quarentena para todos os seguimentos da sociedade, inclusive a educação. Entre os novos desafios impostos pela pandemia estava a necessidade de ressignificar os conteúdos educacionais e disponibilizá-lo aos alunos em plataformas digitais. A ação de publicar tem por objetivo proporcionar aos professores e alunos a oportunidade de acessar conteúdos educacionais de forma organizada e de preferência no formato de Recursos Educacionais Abertos (REA), modelo que estamos considerando nesta pesquisa. Com o propósito de colaborar nesta área propomos a utilização da metodologia de Reconhecimento Automático de Informações de Metadados Educacionais (RAIME), que utiliza uma base de conhecimento como fonte para reconhecer as informações pedagógicas de um REA. Em tese, espera-se que a metodologia RAIME e a base de conhecimento possam auxiliar o professor autor no processo de publicação de seus REA, além de fornecer aos motores de buscas informações que possam melhorar a indexação e recuperação desses recursos, contribuindo assim para a democratização do conhecimento.

Palavras-chave: Educação. Recursos Educacionais Abertos. Metadados. Base de Conhecimento. Aprendizagem de Máquina.

RESUMEN

El año 2020 será conocido como el momento en que las prácticas educativas se virtualizaron de una manera nunca vista. La razón fue la pandemia no deseada del virus COVID-19, que impuso una dura cuarentena en todos los segmentos de la sociedad, incluida la educación. Entre los nuevos desafíos que impuso la pandemia se encontraba la necesidad de replantear los contenidos educativos y ponerlos a disposición de los estudiantes en plataformas digitales. La acción de publicar tiene como objetivo brindar a docentes y estudiantes la oportunidad de acceder a contenidos educativos de forma organizada y preferiblemente en el formato de Recursos Educativos Abiertos (REA), modelo que estamos considerando en esta investigación. Para colaborar en esta área, se propone el uso de la metodología de Reconocimiento Automático de Información de Metadatos Educativos (RAIME), que utiliza una base de conocimiento como fuente para reconocer la información pedagógica de un REA. En teoría, se espera que la metodología RAIME y la base de conocimientos puedan ayudar al profesor autor en el proceso de publicación de sus REA, además de brindar a los motores de búsqueda información que pueda mejorar la indexación y recuperación de estos recursos, contribuyendo así a la democratización del conocimiento.

Palabras-clave: Educación. Recursos Educativos Abiertos. Metadatos. Base de Conocimiento. Aprendizaje de Máquina.

ABSTRACT

The year 2020 will be known as the time when educational practices were virtualized in a way never seen before. The reason was the unwanted pandemic of the COVID-19 virus, which imposed a harsh quarantine on all segments of society, including education. Among the new challenges posed by the pandemic was the need to rethink educational content and make it available to students on digital platforms. The action of publishing aims to give teachers and students the opportunity to access educational content in an organized way and preferably in the Open Educational Resources (OER) format, a model that we are considering in this research. To collaborate in this area, the use of the Automatic Recognition of Educational Metadata Information (RAIME) methodology is proposed, which uses a knowledge base as a source to recognize the pedagogical information of an OER. In theory, it is expected that the RAIME methodology and the knowledge base can help the author professor in the process of publishing their OER, in addition to providing search engines with information that can improve the indexing and retrieval of these resources, thus contributing to the democratization of knowledge.

Keywords: Education. Open Educational Resources. Metadata. Knowledge Base. Machine Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação artística da morte de Sócrates, por Jacques-Louis David.	22
Figura 2 – Etapas ADDIA de desenvolvimento de objetos instrucionais.....	35
Figura 3 – Mapa Conceitual das fases de desenvolvimento de um OA.....	37
Figura 4 – Padrão de metadados proposto por IEEE LOM.	44
Figura 5 – As dez fases para a execução de uma pesquisa quantitativa.	63
Figura 6 – Fluxo de implementação da GQM.....	66
Figura 7 – Opinião do professor sobre pesquisar e publicar um REA	87
Figura 8 – Taxonomia para identificar informações para o metadado.	89
Figura 9 – Fluxo de verificação do índice de confiança das palavras sobre o texto..	92
Figura 10 – Fluxo de verificação do índice de confiança das palavras sobre o texto	94
Figura 11 – Fluxo para identificar o valor a ser preenchido em um metadado, utilizando a metodologia proposta nesta pesquisa	95
Figura 12 – Representação do conhecimento para o metadado Tipo de Interatividade.	98
Figura 13 – Representação do conhecimento para o metadado Tipo de Recurso.	100
Figura 14 – Representação do conhecimento para o metadado Nível de Interatividade.	101
Figura 15 – Representação do conhecimento para o metadado Densidade Semântica	102
Figura 16 – Representação do conhecimento para o metadado Usuário Final	103
Figura 17 – Representação do conhecimento para o metadado Contexto	104
Figura 18 – Representação do conhecimento para o metadado Idade	105
Figura 19 – Representação de busca auxiliar para identificar o valor do metadado Dificuldade	107
Figura 20 – Representação do conhecimento para o metadado Idioma.....	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Metadados LANDR utilizados para catalogar e registrar as músicas hospedadas em seu domínio	24
Quadro 2 – Características pretendidas em Objetos de Aprendizagem	34
Quadro 3 – Descrição dos metadados IEEE LOM e seus atributos.....	45
Quadro 4 – Termos e operador lógico utilizados como critério de busca.....	61
Quadro 5 – Estrutura do plano GQM utilizado para avaliar a metodologia.	68
Quadro 6 – Primeiro grupo de publicações com proposta de reconhecimento de conteúdo de REA.	70
Quadro 7 – Segundo grupo de publicações com proposta de reconhecimento de conteúdo de REA.	77
Quadro 8 – Pontos de distanciamento entre a proposta de Miranda e Ritrovato (2014, 2015) e a metodologia proposta nesta Tese.	82
Quadro 9 – Representação dos Argumentos para os metadados de propósito educacionais.	91
Quadro 10 – Metadados IEEE LOM e seus possíveis valores de preenchimento. ...	96
Quadro 11 – Estratégia de utilização de metadados conhecidos para definir valor do metadado Dificuldade.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	Association for Computing Machinery
ADDIA	Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação
AI	Agente Inteligente
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
CanCore	Canadian Core Learning Metadata Application Profile
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
e-LORS	e-Learning Object Recommendation
GQM	Goal Question Metric
HTML	Linguagem de Marcação de Hipertexto
IA	Inteligência Artificial
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IWT	Intelligent Web Teacher
LOM	Learning Object Metadata
MC	Mapa Conceitual
MD	Mineração de Dados
NEnC	Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Conhecimento
OA	Objetos de Aprendizagem
OBAA	Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OCR	Optical Character Recognition
PDF	Formato de Documento Portátil
RAIME	Reconhecimento Automático de Informações para Metadados Educacionais
RE	Recursos Educacionais

REA	Recursos Educacionais Abertos
RI	Repositório Institucionais
ROA	Repositórios de Objetos de Aprendizagem
RREA	Repositórios de Recursos Educacionais Abertos
RS	Revisão Sistemática
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
UNED	Universidade Nacional de Educação a Distância
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UnB	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 Tema problema	26
1.2 Objetivos	27
1.2.1 Objetivo Geral	27
1.2.1.1 Objetivos Específicos	27
1.3 Justificativa, relevância e contribuição	28
1.4 Hipóteses	29
1.5 Pergunta motivadora	30
1.6 Delimitação	30
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	32
2.1 Os Objetos de Aprendizagem	33
2.1.1 Mapa conceitual para o desenvolvimento de um OA.....	36
2.1.1.1 Etapa de análise	37
2.1.1.2 Etapa do Design.....	38
2.1.1.3 Etapa do desenvolvimento	38
2.1.1.4 Etapa de implementação.....	39
2.1.1.5 Etapa de avaliação.....	40
2.2 Recursos Educacionais Abertos (REA)	40
2.3 Repositórios de Recursos Educacionais Abertos (RREA)	42
2.3.1 Os Metadados do padrão IEEE LOM	43
2.4 Há importância dos metadados para o compartilhamento do conhecimento	48
2.5 A contribuição da Inteligência Artificial para os REA	51
2.5.1 Agentes Inteligentes no suporte ao reconhecimento de metadados	51
2.5.2 Os Algoritmos Genéticos na construção do conhecimento.....	53
2.5.3 A Aprendizagem de Máquina	53
2.5.4 Mineração de Dados: identificando as informações	54

2.5.5 Ontologias: formalizando o conhecimento	55
2.5.6 Processamento da Linguagem Natural	56
2.5.7 Web Semântica e o significado dos dados	57
2.5.8 Heurística em busca da solução	57
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	59
3.1 Classificação da pesquisa	59
3.2 Abordagem e estratégia de investigação	59
3.3 Participantes da pesquisa	63
3.4 Análise dos dados	64
3.5 Definição do plano GQM	68
4 Revisão sistemática: pesquisas práticas norteadoras	70
5 METODOLOGIA PARA O RECONHECIMENTO DE METADADOS	84
5.1 Além da literatura, a opinião do professor sobre o uso dos metadados	86
5.2 Taxonomia para os Metadados	88
5.2.1 A definição do Argumento	90
5.2.2 A definição da Palavra	91
5.2.3 A definição da Sentença	93
5.2.4 Definição do Preenchimento	94
5.2.4.1 Metadado Tipo de Interatividade	97
5.2.4.2 Metadado Tipo de Recurso de Aprendizagem	99
5.2.4.3 Metadado Nível de interatividade	101
5.2.4.4 Representação do conhecimento para o metadado Densidade Semântica	102
5.2.4.5 Metadado Usuário Final Principal	103
5.2.4.6 Metadado Contexto	104
5.2.4.7 Faixa de Idade	105
5.2.4.8 Metadado Dificuldade	106
5.2.4.9 Metadado Tempo de Aprendizagem	107

5.2.4.10 Metadado Descrição	108
5.2.4.11 Metadado Idioma.....	108
6 considerações finais.....	110
6.1 Pesquisas futuras.....	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
APÊNDICE A – Convite para participar de uma pesquisa de doutorado	129
APÊNDICE B – Invitación a participar en una investigación de doctorado	130
APÊNDICE C – Questionário em português	131
APÊNDICE D – Preguntas en español.....	132
APÊNDICE E – Respostas dos professores colaboradores	133

1 INTRODUÇÃO

Os vinte anos da chegada da rede mundial de computadores no Brasil foi comemorado em 2015. Resgato as contribuições apresentadas na época pela pesquisadora Vani Kenski, que escreveu sobre os desafios de utilizar a Internet no ambiente escolar (KENSKI, 2015). A autora apresentou um estudo sobre as desigualdades sociais no território brasileiro, relacionadas ao acesso as tecnologias e a precariedade e dificuldade em acessar a Internet por parte dos professores e alunos.

Apesar dos dilemas e contratempos relatados pela autora, no processo de adaptação e uso da Internet em ambiente escolar, ela afirma que o desenvolvimento das práticas nesta área não estava estagnado. De fato, nestes vinte e seis anos houve uma considerável evolução nas práticas educacionais mediadas pelas tecnologias digitais, mesmo com as adversidades encontradas pelos profissionais de educação em acompanhar o ritmo vertiginoso das inovações tecnológicas (KENSKI, 2008; SÁEZ VACAS, 2011; ASSIS, 2015). Muitas metodologias e práticas foram propostas e utilizadas neste período, entretanto o ano 2020 será conhecido como o período da história em que a educação se fundiu com a Internet, sem que houvesse qualquer planejamento ou apresto por parte dos professores e alunos.

A pandemia do COVID-19, chegou ao Brasil no início de 2020 e impôs uma dura quarentena para todos os seguimentos da sociedade e o setor de educação foi um deles. As aulas presenciais foram suspensas em meados de março do referido ano e a maioria das instituições educacionais passaram a ministrar suas aulas na modalidade ensino remoto (ARRUDA, 2020; JOYE; MOREIRA; ROCHA, 2020).

Houve um grande esforço por parte dos profissionais da área da educação para proporcionar a continuidade dos estudos no novo formato. Este processo produziu uma exaustão de trabalho para os professores (SARAIVA; TRAVERSINI; LOCKMANN, 2020) e para a aprendizagem dos alunos. Somente estudos futuros poderão apontar o quanto o processo de aprendizagem foi impactado neste período. O olhar dos pesquisadores e o comportamento da sociedade é que poderão responder.

Entre as novas atividades atribuídas aos professores, em virtude da pandemia, estava a necessidade de produzir conteúdo para os alunos no formato digital, que eram disponibilizados nos sites da escola, plataformas educacionais ou em aplicativos

de redes sociais. Com o intuito de contribuir com esta tarefa a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) realizou uma chamada para uma ação conjunta, na qual convidou as instituições parceiras a apoiarem o processo de compartilhamento de conhecimento por meio de Recursos Educacionais Abertos (REA) (CHAKCHOUK; GIANNINI, 2020; HUANG et al., 2020). O propósito desta iniciativa é a preocupação em disponibilizar materiais com conteúdo pedagógico que sejam livres e ao mesmo tempo possam respeitar os direitos autorais de seus autores.

A UNESCO ressaltou em seu manifesto que a pandemia estava afetando 1,57 bilhões de alunos em mais de 190 países e a utilização de REA, liberados sob o uso da licença aberta, era fundamental para o fomento da inclusão digital dos alunos no processo de ensino remoto, por oferecer conteúdo sem custo (UNESCO, 2019). Isso é possível a partir da utilização das licenças *Creative Commons* que possui natureza jurídica no amparo à utilização, modificação, remixagem e compartilhamento de conteúdo sem a obrigatoriedade de pagamentos de direitos autorais, refletindo de forma positiva em comunidades com condições financeiras desfavoráveis para ações de acesso ao conhecimento (OSUNA ACEDO, 2009; UNESCO, 2015a; CHAKCHOUK; GIANNINI, 2020).

Os REA são construídos a partir de vários paradigmas, incluindo os Objetos de Aprendizagem (OA) (WILEY, 2000; FULANTELLI et al., 2008), que podem ser definidos como sendo recursos digitais utilizados no suporte ao ensino em diferentes contextos e utilizando diferentes tecnologias.

A concepção dos OA tem como proposta um ensino-aprendizagem voltado às necessidades imediatas do aluno, iniciando o conteúdo pela sua menor unidade instrucional, cuidadosamente integrada, não somente com a área de conhecimento no qual os OA foram criados, mas com todas as áreas do conhecimento por meio da integração com outros OA. Esse conceito busca promover no aluno a competência de aprender-a-aprender.

Wiley (2000) argumenta que esses objetos podem oportunizar aos alunos a capacidade de desenvolver a habilidade de pesquisar informações, tendo como referência o conteúdo apresentado e as indicações dos próximos conteúdos a serem assimilados na trilha de aprendizagem do OA, instigando-o a ser um aprendiz-pesquisador. Todavia, para alcançar esse objetivo é necessário a participação de

professores e outros profissionais no desenvolvimento dos OA (PRATA; NASCIMENTO, 2007). Qualquer recurso pode ser considerado como OA, desde que ele possa ser reutilizado, adaptado, compartilhado e acessível, favorecendo assim um suporte à aprendizagem em diferentes contextos (WILEY, 2000; GASQUE, 2016; BORGES; AMARAL; TELES, 2019).

O recurso torna-se OA conforme as ressignificações obtidas a partir das interações propostas entre o objeto, o meio e o aluno (BRAGA, 2015). Nessa perspectiva a aprendizagem ocorre a partir da relação estabelecida entre o recurso, o aluno e pela mediação do professor durante o processo (FERNÁNDEZ; DIAS, 2015; FONTANA, 2019), podemos exemplificar esta aprendizagem utilizando como OA a pintura de Jacques-Louis David reproduzida na Figura 1.

Figura 1 – Representação artística da morte de Sócrates, por Jacques-Louis David.



Fonte: Domínio público, disponível em <https://www.metmuseum.org/collection/the-collection-online/search/436105>. Acessado em 14/03/2021.

A obra do pintor francês Jacques-Louis David (Figura 1), torna-se OA conforme as ressignificações obtidas a partir das interações realizadas com a obra (BRAGA, 2015). Por exemplo, poderíamos propor aos alunos que investigassem o fato histórico que inspirou o pintor a reproduzir a cena da morte de Sócrates, e, a partir dessas informações, provocar um debate sobre o conhecimento, as crenças, a política, a ética e aos valores da sociedade da época. Outra ressignificação possível, seria identificar o movimento cultural no qual o pintor estava inserido quando criou a obra, provocando nos alunos um estudo sobre a técnica utilizada, a importância da escola do pintor para

a sua época, tipo de materiais utilizados e quais efeitos de volume estão presentes na referida obra.

Nessa perspectiva a aprendizagem ocorre a partir da relação estabelecida entre o recurso, o aluno e a mediação do professor (FONTANA, 2019). O exemplo hipotético apresentado teve como fonte de inspiração os Objetos de Aprendizagens Poéticas propostos por Fernández e Dias (2015).

Se a forma de se relacionar com os OA proporciona a aquisição de conhecimento, torná-los mais interativos poderá favorecer diferentes formas de ressignificações, em especial, quando se utiliza as novas tecnologias para transformar recursos pedagógicos tradicionais em formatos digitais, por exemplo a criação de vídeos interativos, simulações, mapas mentais, apresentações de conteúdos gamificadas, entre outros a partir de exercícios, planos de aula e apresentações de slides existentes em formatos estáticos (ARAÚJO et al., 2018; LUNA et al., 2018).

A criação de OA, que abarque as características apresentadas anteriormente, torna-se uma tarefa complexa e difícil para um único profissional, desde modo a formação de uma equipe multidisciplinar, composta por professores, alunos e profissionais das áreas de design gráfico e de tecnologia é fundamental para a elaboração desses recursos de qualidade (TAROUCO, 2014; LEE; GRIFFIN; AGUIRRE, 2018).

As equipes de desenvolvimento de OA, com profissionais de diversas áreas do conhecimento, estão investindo tempo e esforços para elaborarem recursos educacionais que possam promover uma aprendizagem colaborativa e em rede, considerando, principalmente, que a educação é uma ação coletiva, colaborativa e participativa (TELES, 2015; OSUNA ACEDO; ESCAÑO GONZÁLEZ, 2016; GIL, 2018), e para que este processo seja democrático faz necessário disponibilizar estes recursos no modelo de REA (DOWNES, 2007; ATENAS; HAVEMANN, 2014; MORALES; MONTOYA, 2014; MONTOYA, 2015; RUIZ; GÓMEZ; NAVARRO, 2018).

Passaremos a fazer referência a todos os recursos que sejam classificados como objetos de aprendizagem como sendo um REA, que possa ser elaborado e disponibilizado para todos sob uma licença de livre acesso (MCGREAL et al., 2013; UNESCO, 2019; BORGES; TEIXEIRA; ACEDO, 2020).

Para que os REA possam ser acessados de forma gratuita e democrática, eles devem estar disponíveis em Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA) ou Repositório Institucionais (RI) de acesso aberto (CARVALHO, 2019). Um estudo apresentado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) menciona que no ano de 2004 começaram a emergir as primeiras pesquisas sobre como os recursos educacionais estavam sendo disponibilizados na web, noticiando assim as primeiras plataformas ROA (OCDE, 2007).

Atualmente as instituições públicas e corporações do setor educacional estão desenvolvendo pesquisas para criar ou melhorar seus ROA, como por exemplo facilitando o processo de publicação dos recursos e melhorando o processo de busca para o uso dos alunos (MONTROYA, 2015). No entanto, existem muitos fatores que dificultam a ação de publicar os REA em ROA e que sejam realmente abertos e de livre acesso (AMIÉL; SOARES, 2016; CARVALHO, 2019). Uma destas dificuldades está no preenchimento de seus metadados (IEEE, 2011; RUIZ-INIESTA; JIMÉNEZ-DÍAZ; GÓMEZ-ALBARRÁN, 2014; KOUTSOMITROPOULOS; SOLOMOU, 2018).

Os metadados são como etiquetas utilizadas para identificar o conteúdo que está dentro de um recipiente, esta técnica permite reconhecer o interior de um pacote sem a necessidade de desempacotá-lo. A utilização dos metadados está presente na estrutura dos arquivos multimídia, como por exemplo em vídeos, áudios, documento de texto, apresentação em slides, entre outros. A título de demonstração, apresentamos no Quadro 1 a letra de uma música e os metadados utilizados para identificá-la.

Quadro 1 – Metadados utilizados para catalogar e registrar músicas

Metadados	Informações sobre a música
Nome da faixa	Como uma Onda (Zen-Surfismo)
Gênero	Bolero
Subgênero	Pop Rock
Artista principal	Lulu Santos
Artistas convidados	-
Compositor	Nelson Motta e Lulu Santos
Editora	Warner Elektra Atlantic – WEA Music
Produtores	Arnolpho Lima Filho (Liminha)
Colaboradores adicionais	Vitor Farias e Cláudio Farias
Conteúdo explícito	Não
Letra da música	Nada do que foi será De novo do jeito que já foi um dia

Metadados	Informações sobre a música
	Tudo passa, tudo sempre passará A vida vem em ondas, como um mar Num indo e vindo infinito Tudo o que se vê não é Igual ao que a gente viu há um segundo Tudo muda o tempo todo no mundo Não adianta fugir Nem mentir pra si mesmo agora Há tanta vida lá fora Aqui dentro, sempre Como uma onda no mar Como uma onda no mar Como uma onda no mar Como uma onda no ...
Editora das letras	-
Proprietário da composição	Nelson Motta e Lulu Santos
Ano de composição	1983
Proprietária da gravação Original	WEA Music
Ano de gravação	1983
Linguagem de Lançamento	Português

Fonte: Metadados propostos por LANDR (LANDR, 2019) e a letra da música transcrita e disponibilizada no site Cifrantiga (CIFRANTIGA, 2006).

Para entendermos a importância dos metadados para o processo de divulgação e compartilhamento de recursos digitais, podemos relacioná-los como sendo os campos que compõem a identidade do recurso. Tim Berners-Lee (1997b), idealizador da internet que conhecemos atualmente, ao comentar sobre as potencialidades de uso da Web destacou a importância dos metadados para a identificação dos dados a serem publicadas na internet, inclusive, podendo serem utilizados para garantir a confiabilidade das informações, um presságio sobre as *Fakes News* com 24 anos de antecedência.

Em relação aos REA, os metadados estão sendo utilizados para reconhecer o conteúdo educacional, o nível escolar, o idioma, a densidade semântica, para qual idade é recomendado e outras informações que sejam relevantes para identificar como, onde e por quem eles podem ser utilizados (DUBLIN, 1998; IEEE, 2011; ATKINSON et al., 2014; MIRANDA; RITROVATO, 2015; PÖTTKER; FERNEDA; MOREIRO-GONZÁLEZ, 2018).

Em virtude da importância dos metadados e pela dificuldade identificada no processo de informar seus dados, acreditamos que um método de reconhecimento automático das informações que possam ser adequadas para o preenchimento dos metadados, possa contribuir com a atividade do professor em fornecer informações os metadados de seus REA, e assim contribuir com a publicação e divulgação de seus recursos em plataformas digitais de ROA.

Entretanto, existem vários padrões de metadados utilizados para identificar os conteúdos armazenados nos REA, como por exemplo a IEEE LOM (2011), CanCore (2006), IMS-Learning (2001), Dublin Core™ (2020), entre outros. Nesta pesquisa vamos utilizar como referência o padrão IEEE LOM, por apresentar maiores opções de metadados e ser utilizado como referência básica para a construções de outros padrões de metadados (FERLIN et al., 2010).

1.1 Tema problema

A produção de textos, apresentações, aplicativos, programas e jogos, com inúmeras possibilidades de animação e interação, está cada vez mais intuitiva e de fácil acesso. Essas particularidades apresentam-se favoráveis para que estes recursos sejam construídos e disponibilizados no formato de REA digitais, possibilitando assim a divulgação e acesso a conteúdo com diversificada base teórica e diferentes paradigmas educacionais (BULEGON; MUSSOI, 2014). No entanto, essa diversidade não encontra-se representada de forma efetiva nos metadados dos REA (SONNTAG, 2004; DOBREVA-MCPHERSON; KIM; ROSS, 2013; REIS; FERNEDA, 2016).

Uma estratégia que possa auxiliar os professores no processo de publicar e divulgar seus REA e que seja flexível no tratamento das informações armazenadas nesses recursos, e ao mesmo tempo seja capaz de atender à heterogeneidade na forma de preencher os metadados exigidos por diferentes ROA, possibilitará que os mecanismos de indexação sejam eficientes no processo de busca e recuperação dos REA neles armazenados.

O problema a ser resolvido é a ausência de dados sobre o propósito educacional do REA em seus metadados, pois o preenchimento dessas informações auxilia na indexação desses recursos ao serem publicados nos ROA, e por

consequência viabiliza a sua recuperação, utilização e compartilhamento (ATKINSON et al., 2014; MIRANDA; RITROVATO, 2015; PÖTTKER; FERNEDA; MOREIRO-GONZÁLEZ, 2018).

Para resolver esse problema, pretende-se estabelecer uma metodologia que possa ser utilizada por algoritmos de reconhecimento de padrão para identificar as características educacionais armazenadas nos REA e extrair as informações que sejam passíveis de serem utilizadas no preenchimento dos metadados desses REA (ALVES; ARAÚJO; LIBRANTZ, 2006; KOUTROUMBAS; THEODORIDIS, 2008; QUEIROZ; PINTO, 2014; BRAGA; COELHO, 2018).

1.2 Objetivos

A proposta nesta pesquisa é que se houver uma metodologia que identifique o conteúdo educacional armazenado no REA e reconheça as informações necessárias para completar seus metadados, ela contribuirá significativamente para o processo de indexação desses recursos pelos repositórios. Esses procedimentos contribuem para a recuperação e apresentação dos REA que sejam relevantes para a aprendizagem dos alunos. Para atingir esse resultado, definimos os seguintes objetivos.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor uma metodologia para o Reconhecimento Automática de Informações de Metadados Educacionais (RAIME) que possa ser utilizada por algoritmos de reconhecimento de padrão. O objetivo é identificar o conteúdo educacional armazenado em REA – a partir de uma base de conhecimento que represente o seu domínio de conhecimento – e extrair informações que possam ser apresentadas ao professor no processo de preenchimento dos metadados de um recurso educacional a ser publicado nos repositórios.

1.2.1.1 Objetivos Específicos

- Identificar professores desenvolvedores de REA (Brasil/Espanha) e estabelecer uma proposta de trabalho colaborativo no tratamento dos REA produzidos por eles.

- Definir a estrutura e regras para a criação de uma base de conhecimento, que deverá ser utilizada no reconhecimento de conteúdos educacionais armazenados em REA.
- Propor uma metodologia para a utilização da base de conhecimento no processo de extração de metadados de propósitos educacionais de REA.

1.3 Justificativa, relevância e contribuição

Os metadados são utilizados pelos mecanismos de busca para organizar e recuperar os REA, esta tarefa é melhor executada a partir de uma indexação dos dados armazenados nos metadados. Este processo tem por finalidade organizar o conjunto de documentos em um índice que possa facilitar o seu agrupamento, recuperação e apresentação (FUJITA; LEIVA, 2014).

Em arquivos digitais o processo dá-se a partir da coleta dos metadados informados na criação dos arquivos, que podem ser estruturados conforme as políticas dos repositórios nos quais estão armazenados (SILVEIRA et al., 2018). Outras informações podem ser utilizadas na indexação dos REA, como o nome do arquivo, data de criação, formato do arquivo e tamanho do arquivo.

A indexação é a base para que as buscas possam retornar o maior número possível de REA, contudo, há uma grande dificuldade em se obter uma indexação abrangente nestes recursos, visto que a grande maioria dos REA publicados não possuem dados em seus metadados, e quando existem não são de qualidade (MOTZ et al., 2010; REIS; FERNEDA, 2016; JÚNIOR; DORÇA, 2018; KLAŠNJA-MILIĆEVIĆ et al., 2018; SILVA; SOARES; SOUZA, 2019). Em consequência disso muitos recursos não são recuperados pelos mecanismos de busca, deixando de ser apresentados aos usuários dos repositórios, dificultando assim o seu uso e compartilhamento (MIRANDA; RITROVATO, 2015).

Um olhar crítico sobre o correto preenchimento dos metadados faz-se necessário para o sucesso desta pesquisa, um vez que a viabilidade do compartilhamento, reusabilidade, recuperação e interoperabilidade dos REA estão diretamente relacionadas aos metadados preenchidos corretamente (SARAH et al., 2004; FERLIN et al., 2010), procedimento este que não ocorre de forma adequada em

repositórios brasileiros (REIS; FERNEDA, 2016). As autoras destacam ainda que o desconhecimento técnico por parte dos professores autorais, sobre as características pedagógicas a serem atribuídas a um REA por meio de seus metadados, levam a inconsistências, erros e ausência de informações que afetam diretamente o desempenho dos algoritmos de busca na indexação e recuperação destes recursos.

A literatura evidencia que o processo de recuperação, manipulação e apresentação de REA encontram-se estagnado. Apesar de esforços recentes, existe uma lacuna significativa entre a produção desses recursos e sua indexação, visto que a ausência de informações nos metadados impossibilita que os mecanismos de pesquisa dos ROA recupere e apresente os REA aos usuários de forma satisfatória.

A contribuição desta pesquisa é a identificação de dados, a partir dos conteúdos que estão armazenados nos REA, que possam ser utilizados para a criação de uma base de conhecimento. Essa base será utilizada como referência no processo de reconhecimento das informações que possam ser relevantes para o preenchimento dos metadados de propósito educacionais do REA que está sendo publicado pelo professor em um ROA.

1.4 Hipóteses

Uma estratégia que possa auxiliar os professores no processo de publicar e divulgar seus REA e que seja flexível no tratamento das informações armazenadas nesses recursos, e ao mesmo tempo seja capaz de atender à heterogeneidade na forma de preencher os metadados exigidos pelo ROA, possibilitará que os mecanismos de indexação sejam eficientes no processo de busca e recuperação dos REA neles armazenados.

Portando, obtendo melhorias na forma de preencher os metadados dos REA, os ROA que implementarem as funcionalidades proposta na metodologia RAIME, tendem a conquistar a preferência dos professores autores de REA na publicação de seus recursos e assim aumentar a quantidade de REA disponíveis em seus repositórios públicos.

1.5 Pergunta motivadora

A pesquisa iniciou-se pela observação da existência de vários REA disponibilizados na rede mundial de computadores. A publicação destes recursos encontra-se em expansão e entre vários fatores que contribuem com este movimento, estão as novas tecnologias que facilitam a criação de recursos digitais e o aumento no número de pessoas com acesso à Internet (TEODOROSKI, 2018).

Para contribuir com esta temática elaboramos o seguinte questionamento: uma metodologia aplicada à recomendação automática de informações contribui de que maneira para a democratização dos REA?

Como apresentado nesta pesquisa, o correto preenchimento desses metadados poderá contribuir para a indexação e recuperação destes objetos, melhorando assim o processo de busca e recuperação dos REA por parte dos professores e alunos, contribuindo com sua divulgação e compartilhamento entre os utilizadores deste tipo de recurso.

1.6 Delimitação

A delimitação tem por objetivo nortear e limitar as ações do pesquisador, evitando que trilhas de investigações auspiciosas possam desencadear procedimentos que se distanciam do objetivo principal de sua pesquisa.

A proposta teve como norte o desenvolvimento de uma metodologia para a criação de uma base de conhecimento que possa ser utilizada no processo de reconhecimento dos dados armazenados em um determinado REA e transformá-los em informações que possam ser utilizadas no preenchimento dos seus metadados de propósitos educacionais. Inicialmente será considerado para a análise os formatos textuais presentes nos conteúdos dos REA. Em relação a delimitação temporal e espacial, a pesquisa foi desenvolvida entre os anos de 2017 e 2021 em território brasileiro e espanhol.

O tema surgiu a partir de leituras realizadas em publicações científicas, artigos de opinião, Teses e Dissertações, sem limitação temporal no escopo principal, e pelos relatos dos professores produtores e utilizadores de REA. Portanto, o trabalho em questão centrou-se em desenvolver uma metodologia para o reconhecimento das

informações pedagógicas de REA e apresentá-las ao professor como sugestões de preenchimento de seus metadados, os quais devem ser informados no momento de sua publicação nos ROA.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em uma sociedade conectada por redes virtuais, onde as fronteiras do conhecimento se tornaram quase uma ação ficcional, cabe ao professor buscar recursos pedagógicos para promover a autonomia dos alunos, no sentido de orientá-los na aquisição do conhecimento existentes com os novos avanços científicos e que o processo ocorra pela interação e mediação com diversas fontes de informações (BARROS; CARVALHO, 2011; APARICI; OSUNA ACEDO, 2013; ASSIS, 2015; OSUNA ACEDO; ESCAÑO GONZÁLEZ, 2016). Utilizando estas capacidades de forma efetiva, os professores podem levar seus alunos a deixarem de ser consumidores de conteúdos e passarem a ser transformadores, colaboradores e/ou indivíduos participativos na criação de novos saberes (OSUNA ACEDO; ESCAÑO GONZÁLEZ, 2016).

A internet possibilita que nossos alunos interatuem com conteúdos instrucionais, antes mesmo que seja abordado pelo professor em um ambiente educacional, implicando ao professor uma necessidade de ampliar seu papel como mediador da aprendizagem (SILVA, 2004, 2010; TELES, 2015), principalmente porque os processos educacionais se dão a partir de ações que envolvem interação e mediação entre professores, alunos e entre os próprios alunos (VYGOTSKY; SCHILLING, 2003).

Para potencializar esta interação, entre os indivíduos no processo de ensino aprendizagem, Tim Berners-Lee sugere que sejamos capazes de promover uma Intercriatividade (Intercreativity) nas atividades mediadas pela internet (BERNERS-LEE, 1997a; OSUNA-ACEDO et al., 2017). Este processo consiste em produzir objetos juntos, que as ações de construção do conhecimento ocorra de forma instantânea, mediada pela internet e com a participação de todos.

Dentre as várias formas de promover a mediação, entre o aluno e o universo de dados disponíveis, está na possibilidade de usar as novas tecnologias para criar Objetos de Aprendizagem (OA) e disponibilizá-los na modalidade de Recurso Educativo Aberto (REA). Esse capítulo irá apresentar o percurso histórico de como a produção de material didático apropriou-se das tecnologias com o intuito de favorecer a mediação e colaboração entre os professores e alunos nas atividades pedagógicas.

2.1 Os Objetos de Aprendizagem

Os Objetos de Aprendizagem (OA) são recursos criados com o propósito de apresentar conteúdos educacionais em sua menor unidade instrucional e que possam ser reutilizáveis e que permita conexões com outros OA, permitindo assim a construção da aprendizagem em pequenas partes (WILEY, 2000; HODGINS, 2002; BULEGON; MUSSOI, 2014). Este modelo de apresentação de conteúdo começou a ser implementado de forma digital a partir do ano de 1960, com a idealização dos hiperlinks. O termo foi apresentado à comunidade acadêmica pelo filósofo e professor Theodor Holm Nelson (Ted Nelson) em seu projeto conhecido como Xanadu¹ (WILEY, 2008).

A proposta do hiperlink consistia em criar uma navegação bidirecional entre documentos, onde o leitor poderia alterar o fluxo de leitura, acessando diferentes textos ao clicar em um termo em destaque, possibilitando assim uma navegação não linear. Esses documentos estariam disponibilizados em distintas plataformas, seguindo uma padronização e um rígido controle na alteração de seus conteúdos, isto é, uma vez que o conteúdo era disponibilizado e vinculado a outros não era permitido sua alteração, e caso fosse necessário, uma nova versão deveria ser gerada e vinculada ao conteúdo modificado.

A proposta de hiperlink apresentada por Ted Nelson no projeto Xanadu, até o presente momento, difere da navegação por links² utilizada nas páginas disponibilizadas atualmente na Internet. Esse distanciamento ocorre em virtude da falta de controle nas alterações dos textos publicados, na falta de padronização de como os links são construídos e a forma unilateral de como a navegação ocorre entre as páginas publicadas na Web (NELSON, 1999).

No entanto, o legado do projeto Xanadu para os OA foi a apropriação do conceito reutilização, essa abordagem propõem apresentar um conteúdo informacional em sua menor unidade, que seja independente de outros conceitos e ao mesmo tempo ofereça recursos de integração com outros conteúdos complementares, proporcionando assim uma compreensão completa do assunto a ser compreendido (HODGINS, 2002). Wiley (2000) contribui com esta definição ao

¹ Página oficial do projeto <https://www.xanadu.net/NOWMORETHANEVER/XuSum99.html>.

² Conceito atual sobre hiperlink em <https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperlink>.

reforçar que essa menor unidade deverá apresentar conteúdo de alta qualidade e que seja autossuficiente em seu propósito instrucional.

Com a evolução das tecnologias e o crescente interesse de professores e pesquisadores em utilizar OA, foram acrescentadas outras características funcionais com o objetivo de garantir uma reutilização mais eficiente a estes recursos (BRAGA, 2015; FONTANA, 2019). Essas características são organizadas em dois grupos, os requisitos pedagógicos e os requisitos tecnológicos (GIBBONS; NELSON, 2000; WILEY, 2000; BULEGON; MUSSOI, 2014; TAROUCO, 2014; BRAGA, 2015). No Quadro 2 apresentamos as principais características funcionais desejadas em OA.

Quadro 2 – Características pretendidas em Objetos de Aprendizagem

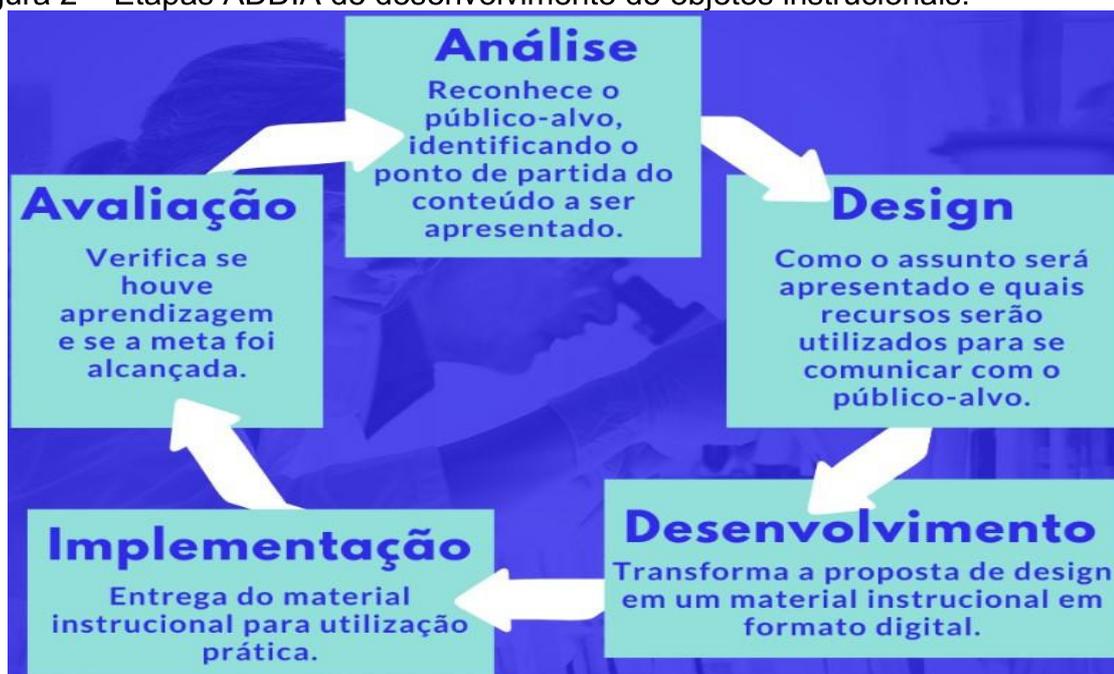
Dimensões Pedagógicas	Recursos Tecnológicos
<p>Interatividade: oferece suporte para troca de mensagens, proporcionando ações de diálogo entre o aluno e o objeto.</p> <p>Autonomia: permite que o aluno consiga expressar iniciativas que possam levar a uma tomada de decisão sobre o seu caminho de aprendizagem.</p> <p>Colaboração: oferece suporte para atividades coletivas, permitindo a troca de informações entre os alunos para a construção do conhecimento participativo.</p> <p>Cognição: refere-se ao estímulo apresentado pelo aluno no comprometimento ao processo de aprendizado, o quanto o recurso promove o engajamento.</p> <p>Afetividade: representada pelo modo como o aluno reage ao interagir com o OA, está relacionada com o grau de entusiasmo propiciado pelo uso do recurso.</p>	<p>Disponibilidade: o quanto disponível o recurso está para ser acessado e utilizado.</p> <p>Acessibilidade: o quanto o recurso é acessível para diferentes faixas de idade, diferentes portadores de deficiências e distintos dispositivos eletrônicos.</p> <p>Confiabilidade: o quanto estável é a execução do recurso e a validade do conteúdo pedagógico nele representado.</p> <p>Portabilidade: a capacidade do recurso de ser executado em diferentes sistemas operacionais e/ou hospedado em diferentes ambientes de aprendizagem.</p> <p>Interoperabilidade: relacionado a capacidade do recurso de se comunicar com diferentes sistemas sem que seja necessário a mediação humana.</p> <p>Usabilidade: indicada pelo esforço desempenhado pelos professores e alunos ao utilizarem o recurso.</p> <p>Granularidade: o quanto o recurso é reutilizado em combinação com outros recursos. Conteúdos sintetizados e de qualidade tendem a serem utilizados com maior frequência do que representações extensas de determinado assunto.</p> <p>Reusabilidade: capacidade de utilizar o recurso em diferentes práticas de ensino.</p> <p>Adaptabilidade: é a combinação das características Granularidade e Reusabilidade, tornando possível a utilização e adaptação do recurso em diferentes níveis e contextos educacionais.</p>

Fonte: conforme apresentado pelos os autores (GIBBONS; NELSON, 2000; WILEY, 2000).

Desenvolver OA que incorpore todas as características apresentadas no Quadro 2 é uma meta difícil de alcançar, no entanto Gibbson e Nelson (2000) sugerem que a utilização de práticas do design instrucional pode facilitar o processo de implementação e validação dos requisitos funcionais dos OA. A abordagem proposta pelos autores aplica-se a toda e qualquer atividade que envolva a criação de conteúdo instrucional digital, além dos OA estão incluídos na proposta os objetos instrucionais, objetos educacionais, objetos de conhecimento, objetos inteligentes e objetos de dados. Contudo, para obter sucesso nessa atividade é necessário promover a participação de professores, alunos e profissionais de diversas áreas do conhecimento no desenvolvimento do projeto (TAROUCO, 2014; GASQUE, 2016; LEE; GRIFFIN; AGUIRRE, 2018).

É possível escolher diferentes abordagens e metodologias do design instrucional para desenvolver OA, no entanto a execução do projeto organizada em Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação (ADDIA) aparece como sendo a metodologia mais indicada para se obter sucesso na criação de objetos instrucionais de qualidade (PETERSON, 2003; SOUZA; YONEZAWA; SILVA, 2007; TAROUCO; ÁVILA, 2014), estes procedimentos podem ser facilmente replicados por diferentes equipes desenvolvedoras de recursos educacionais. Essas cinco etapas estão descritas de forma sintetizada na Figura 2.

Figura 2 – Etapas ADDIA de desenvolvimento de objetos instrucionais.



Fonte: diagramação realizada a partir da proposta de Gibbson e Nelson (2000).

Embora a Figura 2 esteja representando um sentido único para a execução dessas etapas, as atividades desenvolvidas na metodologia ADDIA possuem um fluxo livre de execução, no qual os membros de cada equipe podem recorrer a etapa anterior sempre que for necessário, solicitando maiores detalhes sobre os procedimentos a serem adotados ou reportando alguma inconsistência de conteúdo ou recurso.

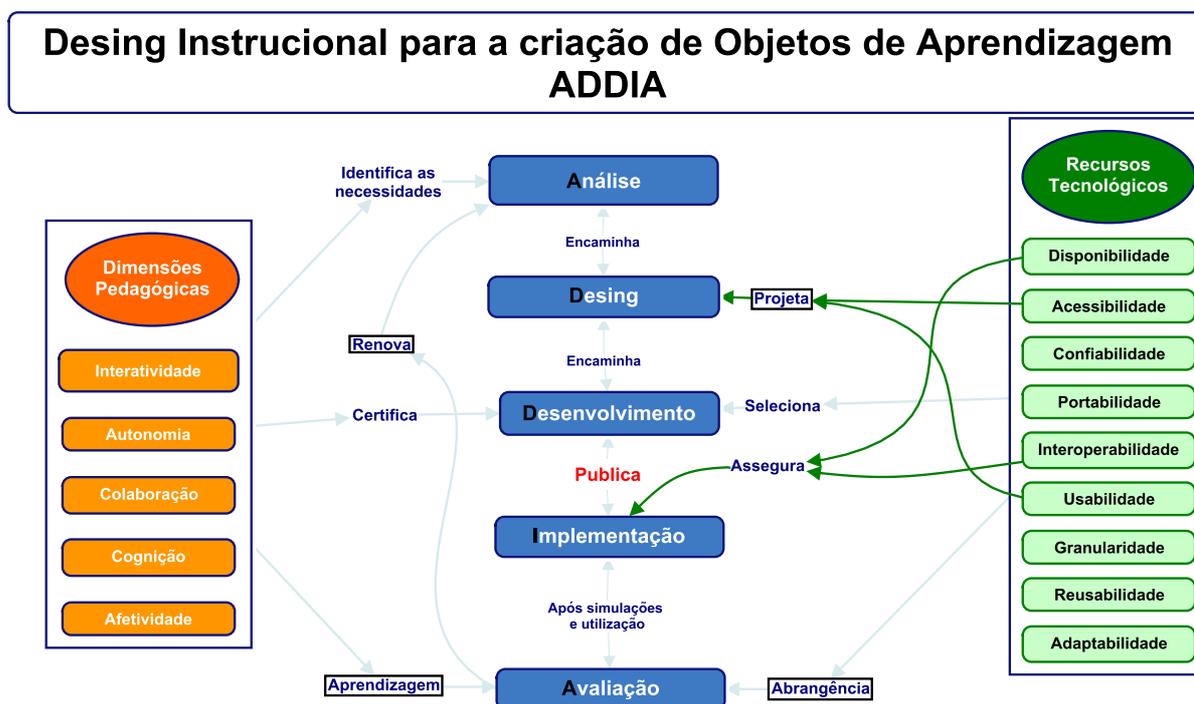
Levando em consideração a dificuldade de se implementar todas as características funcionais de OA, conforme apresentado no Quadro 2, e a necessidade de promover uma integração entre os membros de uma equipe de desenvolvimento de recursos instrucionais, propomos um mapa conceitual de como poderia ser o fluxo de desenvolvimento de um OA a partir de uma compilação das orientações apresentadas até o momento, o qual será apresentado na próxima sessão.

2.1.1 Mapa conceitual para o desenvolvimento de um OA

Uma equipe que optar em utilizar a metodologia ADDIA, Figura 2, para desenvolver recursos educativos digitais que possam abarcar as características apresentadas no Quadro 2, poderá organizar as tarefas conforme a especialidade de cada membro, como por exemplo, especialistas em metodologias de ensino podem se dedicar mais nas etapas de Análise e Design e profissionais da área das tecnologias nas etapas de Desenvolvimento e Implementação. A etapa Avaliação seria dedicada a todos os participantes, que teriam o papel de validar a eficácia e eficiência do OA desenvolvido.

Com o propósito de auxiliar na organização da dinâmica de trabalho ao projetar e desenvolver OA apresentamos na Figura 3 uma sugestão de fluxo de informações por meio de um mapa conceitual. O propósito deste mapa não é estabelecer um padrão, mas contribuir com um modelo de organização das atividades a serem executadas em cada etapa do projeto, e por consequência a identificação do perfil do profissional que poderá atuar em cada etapa.

Figura 3 – Mapa Conceitual das fases de desenvolvimento de um OA.



Fonte: criado pelo autor a partir das propostas apresentadas por (GIBBONS; NELSON, 2000; WILEY, 2000; PETERSON, 2003; SOUZA; YONEZAWA; SILVA, 2007; BULEGON; MUSSOI, 2014; TAROUCO, 2014; TAROUCO; ÁVILA, 2014; BRAGA, 2015; UNESCO, 2015a).

Iniciamos a navegação no Mapa Conceitual (MC), apresentado na Figura 3, pelo design instrucional, onde observamos que o fluxo das informações entre as cinco etapas ADDIA ocorre nos dois sentidos, possibilitando aos participantes estabelecer um canal de comunicação contínuo com os profissionais que antecedem suas atribuições e com a equipe que irá executar as suas propostas. Apresentaremos a seguir uma breve exposição das atividades atribuídas a cada etapa.

2.1.1.1 Etapa de análise

Os profissionais que atuam na etapa de Análise possuem duas atribuições, a primeira é identificar o nível de conhecimento dos alunos e propor os conteúdos educacionais que irão favorecer uma nova aprendizagem (PETERSON, 2003). A outra atividade está relacionada com a avaliação de OA que já foram utilizados em práticas pedagógicas e necessitam de atualizações ou adaptações. Nessas duas atribuições

os profissionais devem dar prioridade para as dimensões pedagógicas, buscando identificar quais delas são fundamentais para que o OA possa apresentar bons resultados no processo de ensino-aprendizagem.

Não há uma obrigatoriedade a presença de todas as dimensões, todavia a indicação do nível de interatividade desejada, da autonomia de estudo esperada e uma descrição de como a colaboração deve ocorrer entre os alunos auxiliará a equipe de design no processo de organização dos conteúdos a serem abordados no OA.

2.1.1.2 Etapa do Design

Conforme apresentado por Gibbons e Nelson (2000) o design é o início da zona de convergência, na qual é realizado o planejamento estratégico de execução da análise e associação aos possíveis recursos tecnológicos fundamentais para a construção e utilização do OA a ser desenvolvido.

Nessa etapa os profissionais devem possuir duas dimensões de conhecimentos, o pedagógico pela necessidade de avaliar e validar as informações recebidas da etapa de análise, sobretudo em relação ao perfil do aluno que irá utilizar o OA e quais conteúdos instrucionais serão abordados, estabelecendo assim uma seleção criteriosa dos métodos ou estratégias para apresentação dos conteúdos e a sua avaliação (PETERSON, 2003).

A segunda dimensão de conhecimento espera pelos membros da equipe de design é o conhecimento sobre as tecnologias a serem utilizadas, as que oferecem recursos avançados na construção de OA e nas que facilitem a sua utilização por parte dos alunos, no MC da Figura 3 apresentamos dois fluxos importantes a serem observados pelo design na seleção dos recursos tecnológicos, que evidencie em sua proposta quais instrumentos podem ser utilizados para viabilizar a acessibilidade e a usabilidade do recurso instrucional que está sendo criado, assessorando de forma objetiva a equipe da etapa de desenvolvimento.

2.1.1.3 Etapa do desenvolvimento

Esta etapa é responsável pela transformação das propostas recebidas das etapas anterior em produto a ser utilizado pelos alunos. Ainda que o projeto de construção do OA seja rico em detalhes é necessário que a equipe de

desenvolvimento tenha uma boa compreensão das dimensões pedagógicas desejadas e quais recursos tecnológicos mínimos são esperados no OA que será criado.

Os trabalhos realizados na etapa de desenvolvido pode ser dividido em três níveis, o primeiro está relacionado a elaboração técnica, na qual os recursos tecnológicos a serem utilizados são de uso básicos ou habituais na criação de qualquer material instrucional. O nível seguinte é a produção, nesse as particularidades e recomendações propostas pelas etapas de análise e design são implementadas. O último nível é dedicado para a execução dos testes, com o propósito de avaliar e validar o OA antes de disponibilizá-lo para a implementação, que é a etapa responsável pelo efetivo uso do OA em práticas pedagógicas.

2.1.1.4 Etapa de implementação

Este é o momento no qual o recurso instrucional é disponibilizado para o uso prático. Nesta etapa ocorre o aprimoramento do recurso, visto que na utilização os professores e alunos promovem uma evolução do OA, identificando inconsistências de conteúdo, problemas nos recursos tecnológicos e inclusive apresentando sugestões que enriquecem o OA, atuando também como desenvolvedores, designers e analistas de recursos instrucionais (PETERSON, 2003; TAROUCO; ÁVILA, 2014).

Em virtude desta dinâmica, onde todos os participantes tornam-se coprodutores do OA, o fluxo de execução das atividades ADDIA é invertido, antes mesmos que ocorra uma avaliação final sobre a qualidade do OA as etapas anteriores são acionadas para realizarem ajustes ou melhorias no recurso instrucional que está sendo utilizado.

Nesta etapa á dois recursos tecnológicos importantes, a disponibilidade e a interoperabilidade, conforme destacado no MC apresentado na Figura 3. Estes termos fazem referência a prática de promover o acesso a esses recursos de forma contínua e acessível a todos interessados em utilizá-los, no entanto há uma grande dificuldade em garantir esse acesso, conforme as orientações estabelecidas nas boas práticas de desenvolvimento de OA (SONNTAG, 2004; DOWNES, 2007; MOTZ et al., 2010; MIRANDA; RITROVATO, 2015; KOUTSOMITROPOULOS; SOLOMOU, 2018). Tema o qual determinou os caminhos desta pesquisa.

2.1.1.5 Etapa de avaliação

Durante todas as etapas do processo ADDIA há uma avaliação das atividades executadas, com o objetivo de verificar a presença das dimensões pedagógicas e a aplicabilidade dos recursos tecnológicos utilizados, ficando a avaliação final responsável pela verificação da efetiva aprendizagem proposta pela equipe de análise e caso seja necessário, seja para corrigir problemas ou propor melhorias, a etapa de análise é acionada e o fluxo recomeça.

Nesta etapa os profissionais devem lançar mão de ferramentas que possam averiguar o quanto o uso do OA contribuiu com a aprendizagem dos alunos, identificar em que ambientes educacionais o recurso teve êxito e como as tecnologias utilizadas contribuíram para a divulgação e publicação do OA. Esse último quesito tem ganhado destaque na OCDE (2007), orientando aos produtores de conteúdos instrucionais da importância de viabilizar o acesso de forma livre para qualquer pessoa que queira utilizar o recurso, esta prática deu início ao movimento de produção de Recursos Educacionais Abertos (REA), que será apresentado em maiores detalhes na próxima sessão.

2.2 Recursos Educacionais Abertos (REA)

O compartilhamento e distribuição de documentos no formato digital tornou-se uma prática natural para os usuários da Internet. Entretanto, há uma inquietação sobre os cuidados a serem tomados quando um material compartilhado esteja protegido por Leis de direitos autorais, pois a sua distribuição, alteração e aplicação em atividades que não estejam licenciadas podem gerar custos, os quais acabam inviabilizando projetos em comunidades carentes de recursos financeiros.

Com o objetivo de contribuir com a prática de compartilhamento de documentos de livre acesso a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) realizou em 2002 um fórum para debater sobre o uso e distribuição de material didático na educação superior e os impactos que as Leis de direitos autorais poderia provocar para o sucesso deste projeto (UNESCO, 2002), principalmente em países em desenvolvimento.

Os dezessete participantes do fórum, selecionados com base no seu envolvimento no desenvolvimento e na prática do ensino superior nos respectivos

países, concluíram que o acesso universal ao conhecimento seria possível por meio da elaboração, divulgação e distribuição de conteúdos educacionais no formato de Recursos Educacionais Abertos (REA) (UNESCO, 2002).

Na construção do relatório os participantes apresentaram vários projetos que abarcavam práticas que utilizavam recursos didáticos que poderiam ser classificados como REA e os OA aparecem como sendo um dos instrumentos relevantes para a formação deste contexto. A proposta não consistiu em modificar a nomenclatura desses recursos, mas possibilitar que sejam disponibilizados na modalidade de REA. Levando em consideração esses fundamentos, estaremos identificado como sendo REA todos os OA que possuem as características apresentadas pela UNESCO (WILEY, 2008) e serão referenciados como sendo REA no decorrer desta pesquisa.

A UNESCO ressalta que a utilização dos REA favorece a professores e alunos, visto que as licenças do tipo *Creative Commons*³ atribuída a estes recursos possuem uma natureza jurídica que ampara a utilização, modificação, remixagem e compartilhamento dos REA sem a obrigatoriedade de pagamentos de direitos autorais, refletindo de forma positiva em comunidades com condições financeiras desfavoráveis para ações de acesso ao conhecimento (UNESCO, 2015b).

Com as grandes mudanças tecnológicas que o mundo global está vivenciando, profissionais de todas as áreas do conhecimento investem seu tempo e esforço na aprendizagem colaborativa em redes de ensino, considerando principalmente que a educação é uma ação coletiva, colaborativa e participativa (TELES, 2015; OSUNA ACEDO; ESCAÑO GONZÁLEZ, 2016; GIL, 2018), como por exemplo na concepção, criação e disseminação de REA (DOWNES, 2007; ATENAS; HAVEMANN, 2014; MORALES; MONTOYA, 2014; MONTOYA, 2015; RUIZ; GÓMEZ; NAVARRO, 2018).

Para que os REA possam ser acessados de forma gratuita e democrática eles devem estar disponíveis em Repositórios de Recursos Educacionais Abertos (RREA), que serão apresentados na próxima sessão.

³ <https://br.creativecommons.org/>

2.3 Repositórios de Recursos Educacionais Abertos (RREA)

Os Repositórios de Recursos Educacionais Abertos (RREA) têm um papel importante na disseminação e uso de REA, esse destaque começou em 2002 com a iniciativa do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) que desenvolveu o software *open source DSpace* (<https://duraspace.org/dspace/>), utilizado na construção de um Repositório Institucional (RI) que disponibilizava materiais educacionais de livre acesso (UNESCO, 2002, 2019; LYNCH, 2003). O projeto ficou conhecido como *Open Course Ware* e seu desenvolvimento ainda é feito pelo MIT, atualmente disponível na versão 6.3 e tendo sua licença alterada para *Creative Commons*.

Os RI, principalmente os de arquivos digitais, são espaços facilitadores do processo de divulgação de conteúdo acadêmico, como as revistas científicas que disponibilizam suas publicações em seus repositórios. Entre as funcionalidades que esses ambientes oferecem, está a publicação gratuita e recursos que facilitam a tarefa de pesquisar e recuperar os documentos armazenados.

Outra característica indispensável nos repositórios é a interoperabilidade dos dados (HANIEF BHAT, 2010). Este termo está relacionado com a capacidade que um sistema possui de se comunicar com outros sistemas, sem que seja necessário a mediação por parte do usuário, permitindo assim que o conhecimento seja disseminado de forma automatizada (MILLER, 2000).

Um estudo apresentado pela OCDE (2007), menciona que no ano de 2004 começaram a emergir pesquisas sobre como os recursos educacionais estavam sendo disponibilizados nos repositórios, o documento ressalta a importância da reutilização e reaproveitamento dos REA e o quanto a interoperabilidade é fundamental para o sucesso destas ações.

Atualmente as instituições públicas e grandes corporações do setor educacional estão investindo cada vez mais no desenvolvimento de RREA, que sejam de fácil utilização por parte dos professores e alunos (MONTROYA, 2015). Entre as facilidades propostas nesses repositórios, está a possibilidade de publicar REA produzidos pelos professores e profissionais da área de treinamento e capacitação.

Há fatores que dificultam a publicação e reuso de REA publicados nos RREA, principalmente quanto está relacionado a proteção intelectual e o direito do autor (CARVALHO, 2019). Para que ocorra uma colaboração entre os divulgadores de REA

é necessário que os mesmos sejam disponibilizados sob uma licença que não seja restritiva para o processo de publicação e divulgação do conhecimento, o que pode ocorrer mesmo utilizando a licença *Creative Commons* (AMIEL; SOARES, 2016).

Outro fator que está dificultando a divulgação dos REA é a falta do preenchimento dos metadados desses recursos, sendo este item o objeto de estudo desta pesquisa, o qual será tratado com maiores detalhes na sessão seguinte.

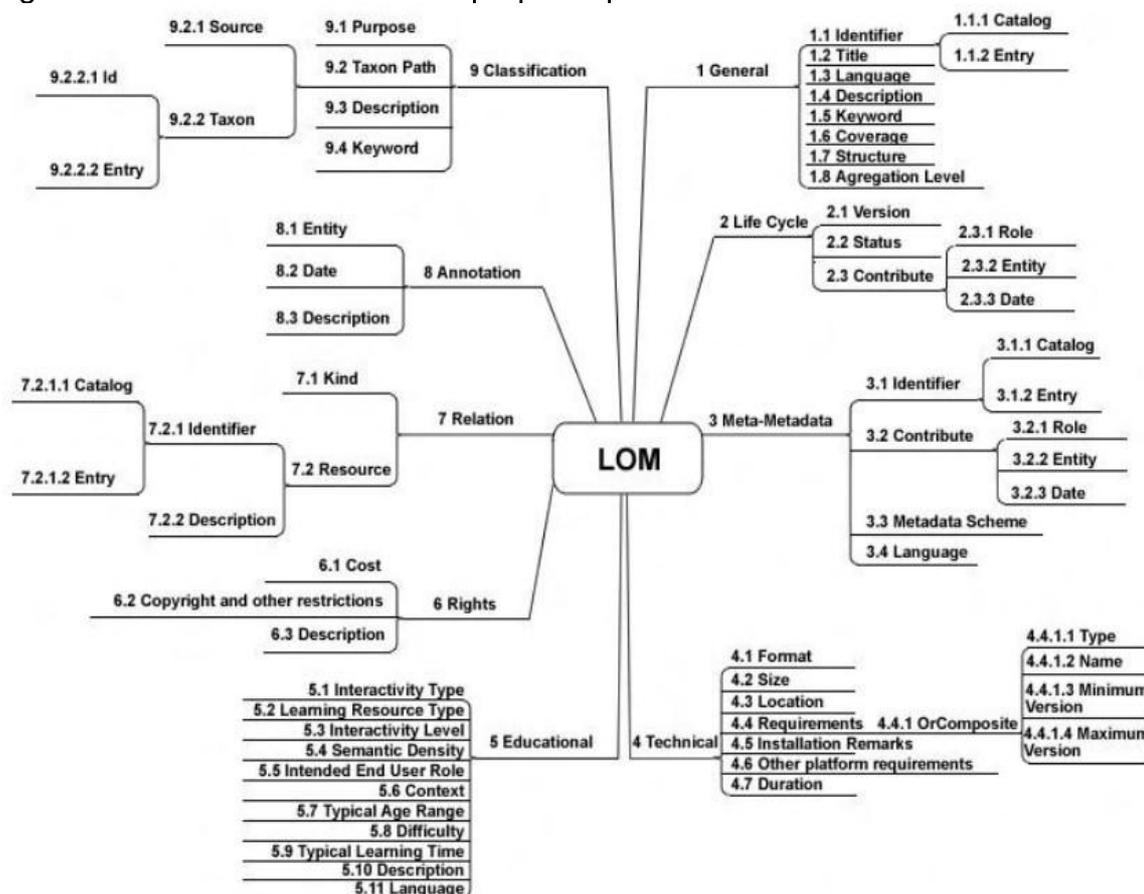
2.3.1 Os Metadados do padrão IEEE LOM

Retomando a proposta do Mapa Conceitual apresentado na sessão 2.1.1 (Figura 3), propomos a identificação Pública ao fluxo de ação entre a etapa Desenvolvimento e Implementação, que consiste em disponibilizar o REA em algum repositório para que possa ser utilizado pelos usuários. Este procedimento é realizado com o preenchimento de um formulário que identifique o conteúdo e o propósito educacional do REA, estas informações são identificadas como metadados (KOUTSOMITROPOULOS; SOLOMOU, 2018; PÖTTKER; FERNEDA; MOREIRO-GONZÁLEZ, 2018).

Os metadados de arquivos digitais são dados de acesso rápido, de forma automática, que tem como propósito antecipar o reconhecimento do conteúdo armazenado dentro do arquivo, em REA, uma forma de identificar qual é o propósito educacional antes mesmo de abrir o arquivo, proporcionando assim uma melhor eficiência dos mecanismos de busca.

Com o intuito de normatizar e dar especificações universais para os metadados, o Institute of Electrical and Electronics Engineers Learning Object Metadata - IEEE LOM (IEEE, 2011) propôs um conjunto de metadados para identificar e classificar OA, conforme arquitetura apresentada na Figura 4. Esse modelo é composto por quarenta e cinco atributos organizados em nove grupos de categorias, com o propósito de descrever de forma completa as características dos REA. Contudo, o preenchimento desses metadados é considerado uma tarefa de difícil execução, devido a sua extensão (BERTOLETTI-DE-MARCHI; COSTA, 2004).

Figura 4 – Padrão de metadados proposto por IEEE LOM.



Fonte: (IEEE, 2011).

Há outras sugestões de padronização de metadados, como a proposta Dublin Core (DUBLIN, 1998), que consiste em representar os recursos digitais, disponíveis na internet, por meio de um conjunto de elementos descritivos. Contém uma estrutura mais simples que a IEEE LOM (2011) e utiliza a técnica *Resource Description Framework* para difundir os conteúdos na internet (RDF, 2019). A proposta é utilizar recursos da web semântica para garantir a simplicidade, a extensibilidade, a modularidade e a interoperabilidade dos OA classificados pelos seus metadados descritivos.

Outra proposta difundida de padronização de metadados é o empacotamento SCORM (2004). As especificações desse padrão sugerem incorporar diversas especificações nos REA, uma delas é a definição da sequência em que os REA deverão ser apresentados aos alunos. Outra característica proposta é a possibilidade

de utilizar um mesmo pacote SCORM em diferentes Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). No entanto, há algumas restrições tecnológicas para utilizar esses pacotes, por exemplo, a necessidade da instalação de diferentes softwares, além do AVA, no computador que irá acessar os recursos (BAILEY, 2005).

O projeto brasileiro de Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA)(VICARI et al., 2010) é outra proposta de padronização de metadados, apresentando uma extensão do padrão IEEE LOM (2011), acrescentando técnicas de Inteligência Artificial (IA), com o uso agentes inteligentes, o padrão OBAA propõe-se em promover a interoperabilidade dos conteúdos destinados as plataformas web, TV Digital e aplicativos móveis (VICARI et al., 2009). Uma das inovações apresentadas nesse padrão de metadados é a possibilidade da construção de REA interativos e que possam ser utilizados por diferentes ROA.

Entre os padrões de metadados citados anteriormente a proposta IEEE LOM, arquitetura apresentada na Figura 4, é a que apresenta a maior quantidade de atributos a serem informados no momento da publicação de um REA, sendo utilizado como referência na comparação de outros padrões (FERLIN et al., 2010) ou são utilizados como referência em novas propostas (VICARI et al., 2009). Em virtude disso, apresentamos no Quadro 3 a descrição desses metadados e seus atributos, limitando-se ao seu segundo nível do grupo 5 do padrão IEEE LOM.

Quadro 3 – Descrição dos metadados IEEE LOM e seus atributos.

Metadado	Atributos	Descrição do atributo	Exemplo
1 Geral Esta categoria agrupa as informações gerais que descrevem o objeto de aprendizagem como um todo.	1.1 Identificador	Identificação única para nome do arquivo utilizado para salvar OA.	
	1.2 Título	Identificação com texto que possa identificar e apresentar o OA de forma curta.	
	1.3 Idioma	Em qual idioma o OA de aprendizagem foi construído e/ou com qual idioma ele interage.	
	1.4 Descrição	Descrição em texto livre do conteúdo do OA.	
	1.5 Palavras-Chave	Palavras ou frase que apresente o tema do OA.	
	1.6 Cobertura	O tempo, cultura, geografia ou região a que o OA se aplica.	Localização espacial, período temporal, jurisdição.
	1.7 Estrutura	Estrutura organizacional subjacente deste objeto de aprendizagem.	Atômico (indivisível), coleção, hierárquico. Linear.

Metadado	Atributos	Descrição do atributo	Exemplo
	1.8 Nível de agregação	A granularidade funcional do OA.	1: menor nível (fragmento). 2: lição, tópico. 3: curso. 4: conjunto de cursos.
2 Ciclo de Vida Descreve a história e o estado atual do OA.	2.1 Versão	Controla as versões de produção do OA.	
	2.2 Status	O status de conclusão ou condição em que o OA se encontra.	Rascunho, revisado, finalizado, indisponível.
	2.3 Colaboradores	Pessoas ou organizações que contribuíram para o desenvolvimento do OA.	Criação, revisão, editoração, publicação.
3 Meta-Metadados Descreve sobre o registro de OA na base de dados, relacionado com a identificação do arquivo a ser salvo, não está relacionado com o seu conteúdo.	3.1 Identificador	Um nome global e único que identifica o arquivo.	
	3.2 Colaboradores	Pessoas ou organizações que contribuíram para a descrição e composição dos meta-metadados do OA.	
	3.3 Esquema dos Metadados	Nome e versão da especificação instância de metadados, pode ser fornecido automaticamente pelo sistema que gerou o OA.	
	3.4 Idioma	Sigla que identifica o idioma do OA.	en (inglês) pt (português)
4 Técnico Descreve os requisitos técnicos do OA.	4.1 Formato	Identifica o tipo de arquivo e o software necessário para acessar o OA.	
	4.2 Tamanho	Tamanho em bytes do arquivo.	
	4.3 Localização	Local onde o OA está armazenado.	
	4.4 Requisitos	Requisitos técnicos necessários para acessar o OA.	Hardware. Software. Rede.
	4.5 Observações para instalação	Descrição de como instalar o OA.	
	4.6 Outros requisitos	Informações sobre outros requisitos de software e hardware.	
	4.7 Duração	Tempo de execução do OA, relacionado com sons, filmes ou animações.	
5 Educacional Categoria que descreve as principais características educacionais ou pedagógicas do OA.	5.1 Tipo de interatividade	Modo predominante de aprendizagem apoiado pelo OA.	Ativa. Expositiva. Mista.
	5.2 Tipo de recurso de aprendizagem	Tipo específico de OA, o tipo mais dominante deverá ser o primeiro.	Exercício, simulação, questionário, slide, tabela, texto, palestra e etc.
	5.3 Nível de interatividade	Grau de interatividade que caracteriza o OA. A interatividade nesse contexto refere-se ao grau em que o aluno pode influenciar o aspecto ou comportamento do OA.	Muito baixo, baixo, médio, alto ou muito alto.
	5.4 Densidade semântica	Grau de concisão do OA, pode ser estimada em termos de seu tamanho, extensão ou cronometrado (para audiovisuais). A densidade semântica é	Muito baixo, baixo, médio, alto ou muito alto.

Metadado	Atributos	Descrição do atributo	Exemplo
		independente de sua dificuldade.	
	5.5 Usuário final principal	Principais usuários para os quais o OA foi projetado, o primeiro é o mais dominante.	1. Professor 2. Aluno 3. Gestor
	5.6 Contexto	Qual nível educacional o OA é indicado.	Ensino superior, Ensino Fundamental, Ensino Técnico, Educação infantil, outros.
	5.7 Faixa de idade	Idade relacionada ao desenvolvimento cognitivo, se for diferente da idade cronológica.	
	5.8 Dificuldade	Nível de dificuldade em utilizar o OA, levando em consideração os valores informados em 5.6 e 5.7.	Muito baixo, baixo, médio, alto ou muito alto.
	5.9 Tempo de aprendizagem	Tempo aproximado para trabalhar com o OA, levando em consideração os valores informados em 5.6 e 5.7.	
	5.10 Descrição	Breve descrição de sugestões de como o OA pode ser utilizado.	
	5.11 Idioma	Idioma do conteúdo apresentado no OA.	
6 Direitos Identifica os direitos de propriedade intelectual e as condições de uso do OA.	6.1 Custo	Se o uso do OA requer pagamento.	
	6.2 Direitos autorais	Direitos autorais ou outras restrições se aplicam ao uso do OA.	
	6.3 Descrição	Comentários sobre as condições de uso do OA em relação aos seus direitos autorais.	
7 Relação Define com quais outros OA o OA possui relacionamento.	7.1 Tipo	Natureza da relação entre os OA, conforme orientação do item 7.2.	Faz parte, completa, uma nova versão, é base de.
	7.2 Recurso	Indica o OA alvo do relacionamento.	
8 Anotação Fornece comentários sobre o uso do OA, identificando os autores dos comentários. Essa categoria permite que os educadores compartilhem suas avaliações sobre o uso do OA em suas práticas.	8.1 Entidade	Pessoas ou organização que criou a anotação.	
	8.2 Data	Data de criação da anotação.	
	8.3 Descrição	Conteúdo da anotação.	
9 Classificação Descreve onde o OA se enquadra em um determinado sistema de classificação.	9.1 Propósito	O propósito de classificar o OA.	Pré-requisitos de conhecimento, objetivo educacional, restrição de nível educacional, habilidades requeridas, nível de segurança da informação.
	9.2 Caminho Taxon	Caminho taxonômico em um sistema de classificação específico.	

Metadado	Atributos	Descrição do atributo	Exemplo
	9.3 Descrição	Descrição em relação ao indicado em 9.1.	Específica a disciplina, ideia, nível de habilidade, objetivo educacional, etc.
	9.4 Palavras-chave	Palavras-chave ou frases que identifiquem os propósitos informados no item 9.1.	Como acessibilidade, nível de segurança, etc.

Fonte: tradução e adaptação de textos conforme modelo apresentado pela IEEE LOM (IEEE, 2011).

O uso de metadados para identificar os objetivos e conteúdo de REA tem por finalidade viabilizar o compartilhamento, a reusabilidade, a recuperação e a interoperabilidade desses recursos de forma automatizada, os quais são utilizados no processo de indexação dos REA.

O processo de indexação consiste em organizar os REA de uma forma que a sua identificação e recuperação ocorra de forma rápida e eficiente, proporcionando aos mecanismos de buscas eficiência ao retornar os REA relacionados com o idioma, segmento de aplicação, tamanho, densidade semântica, relacionamentos com outros objetos, aplicação e dentre outras características informadas pelos usuário (DUBLIN, 1998; WILEY, 2000; REIS; FERNEDA, 2016).

Na próxima sessão apresentamos o estado da arte sobre pesquisas que encontraram dificuldades em reconhecer e compartilhar REA, um dos motivos foi a ausência de informações nos metadados dos REA disponíveis em RREA, estudos estes motivadores para a realização desta pesquisa.

2.4 Há importância dos metadados para o compartilhamento do conhecimento

Nas diferentes áreas do conhecimento e por diversos profissionais, a reutilização e compartilhamento de REA é algo desejado (VICARI et al., 2009), entretanto, para que isto ocorra é necessário que seus metadados sejam informados de forma padronizada e correta, por mais simples que sejam, isto possibilitará uma indexação eficiente desses objetos. No entanto, pela extensão e diferentes propostas de metadados a ação de informar seus conteúdos não é uma tarefa realizada com frequência ou quando executada, não apresenta conteúdo de qualidade (REIS;

FERNEDA, 2016). A dificuldade no preenchimento desses metadados motivou o desenvolvimento desta pesquisa.

Considerando a importância dos metadados para a utilização dos OA, Vicari et al. (2009) propõem o uso de requisitos técnicos e funcionais para validar o preenchimento de metadados e com isso contribuir com a interoperabilidade entre OA e o ambiente da TV Digital brasileira. A proposta considerou o padrão de metadados OBAA, uma extensão dos metadados IEEE LOM, e um conjunto de agentes inteligentes para construir um perfil de metadados que pudesse reduzir a quantidade de metadados a serem preenchidos e ao mesmo tempo garantir uma classificação automática do OA nos repositórios.

A proposta apresentada por Zapata, Menendez e Prieto (2009) contribui com esta perspectiva a partir de seus questionamentos sobre o reconhecimento das características pedagógicas dos OA disponíveis na internet. Os autores buscam aplicar uma metodologia que possa extrair as características desses objetos, utilizando técnicas de mineração de dados. O algoritmo proposto na metodologia utiliza regras que possam melhorar a classificação e recomendação de OA em uma plataforma de ensino-aprendizagem, no entanto o sucesso do projeto ficou comprometido em virtude da falta de informações nos metadados dos OA publicados nos repositórios.

Gil, De La Prieta e López (2010) propuseram uma arquitetura híbrida para a recuperação e apresentação de OA com o intuito de facilitar a individualização da aprendizagem em um ambiente online. O sistema é constituído por agentes inteligentes e uma rede neural que em conjunto tem a finalidade recuperar OA em diferentes repositórios e classificá-los conforme as preferências de aprendizagem do aluno. Entretanto, há uma interferência nos resultados quando uma coleção de OA não possuem metadados preenchidos, prejudicando assim o resultado desejado. Para contornar o problema as autoras/autor implementaram no sistema o recurso de preencher os metadados de forma manual, solicitando aos alunos informações que pudessem auxiliar na indexação OA.

A indexação de OA oportuniza o compartilhamento de informações e Temdee (2014) argumenta sobre a relevância em propor soluções inovadoras para auxiliar ambientes virtuais de ensino-aprendizagem no reconhecimento desses objetos. A proposta apresentada pelo autor consiste em utilizar técnicas da Inteligência Artificial

(IA) para criar um ambiente controlado por três agentes inteligentes. As funções dos agentes são de seleção e apresentação de OA sensível ao contexto do aluno, o primeiro agente tem a responsabilidade de acompanhar a evolução do perfil do aluno e mapear o histórico de objetos visualizados; o segundo é responsável pelo gerenciamento dos conteúdos identificados nos objetos visualizados; e o último tem a função de sugerir a utilização de OA que possam contribuir com a aprendizagem do aluno.

O objetivo do ambiente sugerido por Temdee (2014) é a promoção da aprendizagem individual e colaborativa entre os participantes, e para alcançar esta meta, utiliza informações sobre as preferências dos alunos e os pré-requisitos estabelecidos no OA. Os agentes anteriormente descritos sugerem a sequência de objetos a serem apresentados a partir do cálculo de uma pontuação a ser obtida conforme as regras presentes nos agentes inteligentes.

Utilizando também técnicas de IA, Mendes et al. (2014) sugere a criação de uma rede neural e a técnica de clusterização para agrupar OA e criar o relacionamento entre eles. O relacionamento ocorre utilizando os metadados dos OA e as informações sobre o perfil de aprendizagem do aluno. A proposta consiste em facilitar o processo de recomendação personalizada de conteúdo em ambientes educacionais online. Como ocorre no sistema híbrido proposto por Gil, De La Prieta e López (2010) a ausência de informações nos metadados interfere de forma negativa no resultado de agrupamento e relacionamento entre os OA publicados no repositório.

O sistema denominado de e-LORS (e-Learning Object Recommendation) proposto por Zaina, Bressan e Júnior (2012) é outro sistema que utiliza os metadados IEEE LOM (2011) para promover a recomendação de OA por meio de seus relacionamentos e o pelo estilo de aprendizagem do aluno. As autoras/autor argumentam que a seleção de OA que estejam de acordo com o perfil de estudo do aluno pode favorecer o processo de ensino-aprendizagem, isto ocorre em virtude do sistema apresentar conteúdos que estejam alinhados com suas preferências de design, estrutura e tipo de leitura. No entanto, o sucesso da proposta está diretamente relacionado com a qualidade das informações presentes nos metadados dos OA, por isso a importância de seu preenchimento.

No processo de ensino-aprendizagem haverá dificuldades de se realizar um trabalho colaborativo, cooperativo e interdisciplinar se não houver o envolvimento de

profissionais das várias áreas do saber (FAZENDA, 1994; CARVALHO, 2000). De nada adianta preencher os metadados corretos, se a proposta não contempla a aprendizagem colaborativa entre os diversos profissionais da educação. Nesse sentido, a pesquisa apresentada por Reis e Ferneda (2016) demonstram uma preocupação com o preenchimento dos metadados dos OA presentes em repositórios brasileiros. As autoras identificaram que há escassez de atributos preenchidos e quando preenchidos, apresentam informações ambíguas, incorretas e imprecisas.

2.5 A contribuição da Inteligência Artificial para os REA

A Inteligência Artificial (IA) faz-se presente em nosso cotidiano, por exemplo, ao realizarmos uma busca, via o uso da fala em nossos smartphones, estamos ativando vários recursos computacionais que utilizam fundamentos da IA (KAUFMAN, 2018; TAULLI, 2020). E estes fundamentos estão se incorporando cada vez mais nas atividades de vários setores da economia, principalmente no processo de analisar e interpretar o grande volume de dados disponível na internet, referenciada como a análise Big Data (STEPHENS-DAVIDOWITZ, 2017; SALVADOR; BORDES; MAMAQI, 2018). E no âmbito da educação não está sendo diferente, como foi observado nas propostas dos trabalhos utilizados na fundamentação teórica desta pesquisa.

Durante o processo de seleção dos trabalhos, que versavam sobre a importância dos metadados em REA, identificamos que algoritmos e técnicas da IA encontram-se presentes na maioria das propostas. Por esse motivo faz necessário conhecer as áreas da IA que mais se destacaram nas pesquisas selecionadas para o arcabouço teórico deste trabalho. A proposta não é fazer uma introdução aos conceitos fundamentais, matemáticos e estatísticos, a ideia é apresentar uma visão geral dos recursos que foram apropriados da IA pela área da educação, com o propósito de auxiliar na resolução de problemas relacionados a publicação e recuperação de REA em RREA.

2.5.1 Agentes Inteligentes no suporte ao reconhecimento de metadados

Ao implementar um algoritmo computacional, com o propósito de obter uma ação a partir de estímulos de entrada e saída, e esses sendo resultantes de uma

percepção de um ambiente, seguido por uma tomada de decisão, que foi complementada por um possível raciocínio autômato, estamos falando da construção de um Agente Inteligente (AI), um subárea da IA (RUSSELL; NORVIG, 2004; POOLE; MACKWORTH, 2017; TAULLI, 2020).

São alguns exemplos de ambientes de atuação de um AI: equipamentos do tipo robô com sensores e mecanismos que possibilitam interações com o mundo real; um sistema especialista idealizado para tomadas de decisão ou um programa que atua em um ambiente puramente computacional, com o propósito de realizar uma tarefa específica (MURRAY, 1999; POOLE; MACKWORTH, 2017). Esse último tipo de AI está presente em pesquisas que contribuem com a indexação e recuperação de REA (SILVEIRA; GALÃO; GLUZ, 2013; GAONA-GARCÍA; MARÍN; GAONA-GARCÍA, 2015; SILVEIRA et al., 2015).

A construção de um AI varia conforme a complexidade desejada de suas ações, entretanto a arquitetura interna desses agentes possui um padrão a ser seguido no momento de sua concepção, com o propósito de estabelecer as suas crenças iniciais de mundo, esta estrutura é composta por:

- Conhecimento prévio: são informações sobre as características do agente e o mundo (ambiente) em ocorrerá as interações;
- História: registro das interações realizadas com o ambiente em que está atuando, que podem ser:
 - Estímulos recebidos: são ações ou observações impostas pelo ambiente no qual ele irá interagir, podendo ser identificado como sendo o momento de treinamento do agente.
 - Experiências Passadas: ao interagir com novos dados o agente possui a capacidade de aprender novos estímulos, além dos recebidos anteriormente.
- Metas: deve-se informar ao agente qual será o seu objetivo ou preferências de atuação no ambiente em que está monitorando.
- Habilidades: são as ações primitivas que o agente é capaz de executar a partir dos dados presentes no ambiente e que serão ampliadas a partir de sua interação com o ambiente.

Após a definição da arquitetura o AI é inserido em seu ambiente de atuação, a partir deste momento ele passa a construir suas próprias crenças e atuar de forma autônoma (POOLE; MACKWORTH, 2017). Esta autonomia ocorrerá a partir das informações que ele possui sobre o ambiente, sobre os dados que estão chegando e saindo e sobre o seu propósito de atuação no ambiente, tentando assim alcançar o objetivo ao qual a ele foi proposto.

2.5.2 Os Algoritmos Genéticos na construção do conhecimento

Os algoritmos genéticos tendem a copiar as características da evolução biológica, onde um ambiente sofre modificações conforme as interações que ocorrem entre seus elementos, inclusive gerando novos elementos. Nesses algoritmos, o ambiente é identificado como sendo uma população e os elementos que o compõem são classificados como indivíduos (POOLE; MACKWORTH, 2017).

Os trabalhos que utilizam essa abordagem propõem resolver os problemas por meio da otimização, a qual tem como princípio a construção de sistemas inteligentes que possam simular a evolução de uma população de forma aleatória, e os novos indivíduos gerados são resultados da combinação das características de um par de indivíduos escolhidos de forma aleatória no ambiente, gerando assim seus descendentes, que terão como objetivo resolver o problema no qual eles estão atuando (BARRETO, 2001).

Conforme mencionado por Poole e Mackworth (2017), em virtude do grau de liberdade que se tem ao definir os indivíduos (variáveis) de algoritmo genético, construir um sistema que realmente funcione é uma obra de arte, no entanto há pesquisas que estão sendo desenvolvidas para torná-los mais práticos de serem implementados, como por exemplo as propostas de (JÚNIOR; DORÇA, 2018) e (İNCE; YIĞIT; IŞIK, 2017) que apresentam contribuições para o compartilhamento de REA.

2.5.3 A Aprendizagem de Máquina

Esta subárea da IA tem como propósito desenvolver sistemas que possam atribuir aos computadores a capacidade de aprender a partir de instruções básicas, e a partir deste ponto, ter a capacidade de fazer previsões ou tomar decisões baseadas

nos novos dados que estão sendo coletados pelos seus sensores. As técnicas podem ser pela aprendizagem supervisionada ou não supervisionada, pelo aprendizado reforçado (recompensas e punições), aprendizagem analítica e por aprendizagem lógica indutiva (BARRETO, 2001; RUSSELL; NORVIG, 2004; POOLE; MACKWORTH, 2017; TAULLI, 2020).

O modelo mais utilizado de implementação é a aprendizagem supervisionada, na qual o modelo é construído apresentando a ele alguns recursos de entrada de dados, algumas metas a serem alcançadas e um conjunto de exemplos em que seja possível alcançar determinada meta a partir dos dados conhecidos. Esse procedimento é conhecido como sendo a construção inicial do conhecimento (POOLE; MACKWORTH, 2017).

Entre as pesquisas que desenvolvem algoritmos de aprendizagem de máquinas para a área de REA, encontramos no trabalho de Gasparetti et al. (2018) a proposta de um modelo de aprendizagem de máquina em que seja capaz de reconhecer os pré-requisitos necessário para o entendimento de um conteúdo apresentado no REA, contribuindo assim para o sucesso da aprendizagem do aluno.

2.5.4 Mineração de Dados: identificando as informações

As técnicas de mineração de dados (MD) estão presentes em diversas áreas da IA, em algoritmos utilizados para a aprendizagem de máquinas, reconhecimento de padrões e em modelos de visualização de dados (COSTA et al., 2013). Podemos dizer que a MD é o processo utilizado para extrair conhecimento de um grande volume de dados (Big Data), obtido pela identificação das relações existentes entre estes dados, relações estas que não são pré-estabelecidas, elas são reconhecidas a partir da manipulação e cruzamento desses dados (CASTRO; FERRARI, 2016; CASOLA, 2020).

A forma e a técnica a ser utilizada na MD dependerá de qual tipo de conhecimento ou valor que se pretende identificar nos dados de forma autônoma. No entanto, há duas formas conceituais de ação da MD sobre o ambiente a ser monitorado, a verificação de uma hipótese, a identificação de um padrão ou de comportamentos (COSTA et al., 2013). Entre os trabalhos selecionados para esta pesquisa, a proposta de Neves, Brandão e Ishitani (2017) apresenta o uso desta

técnica ao propor uma metodologia para recomendar e agregar REA a partir de seus metadados.

2.5.5 Ontologias: formalizando o conhecimento

O conhecimento a ser produzido por um algoritmo de aprendizagem requer a formalização de algumas regras básicas, a qual permitirá que o sistema seja capaz de produzir o seu próprio raciocínio, e uma forma de formalizar este conhecimento prévio e por meio das ontologias. Essa especificação formal é importante para que ocorra a interoperabilidade semântica entre os sistemas, os quais poderão ter a capacidade de trocar mensagens sobre o conteúdo dos objetos e assim aumentar a sua base de conhecimento e elaborar raciocínios próprios sobre o ambiente em que atuam (POOLE; MACKWORTH, 2017).

Para a definição de uma ontologia, na ciência da computação, é necessário considerar os símbolos presentes no ambiente em que ela atuará e a categorização desses símbolos é estabelecida pelo grupo de pesquisadores que constroem a base de conhecimento que está sendo construída (FRANÇA, 2009; POOLE; MACKWORTH, 2017). Apesar de haver várias formas de idealizar uma ontologia, há elementos na sua formulação que deverão estar presentes em sua estrutura, são eles:

- Vocabulário: consiste na representação da realidade que se deseja compreender, descrevendo as características das coisas possíveis de existir na base de conhecimento que se deseja representar.
- Categorias: são os conceitos, propriedades e hierarquias dos símbolos que possam existir na base de conhecimento a ser representada.
- Axiomas: um conjunto de regras com o objetivo de restringir a descrição de alguns símbolos, com o objetivo de melhorar a sua descrição e reconhecimento.

As ontologias são base para a representação do conhecimento e a sua presença pode ser observada em treze dos trabalhos que foram selecionados para análise inicial desta pesquisa, essas publicações podem ser consultadas no Quadro 6 construído no Capítulo 4 que apresenta a revisão sistemática utilizada para identificar estas publicações.

2.5.6 Processamento da Linguagem Natural

Conforme apresentado nos subcapítulos 2.5.1, 2.5.2 e 2.5.3, as ações para a aquisição do conhecimento e interação com o mundo real ocorre pelo intercâmbio de dados entre o ambiente interno e externo de um sistema inteligente. Esta comunicação acontece por meio de linguagens formais da computação, por sensores de captação de movimentos, temperatura ou imagem. Há também uma necessidade de uma comunicação com a linguagem humana, que possibilite uma troca de dados por meio da linguagem natural de comunicação das pessoas que estão produzindo e consumindo informações do sistema que está sendo utilizando (RUSSELL; NORVIG, 2004; OLIVEIRA, 2018).

A comunicação entre homem e máquina, utilizando o seu próprio idioma, está presente na IA no domínio do Processamento da Linguagem Natural, do inglês *Natural Language Processing* (NLP). A técnica consiste em identificar formas apropriadas para interpretar a linguagem natural humana, identificando emoções e raciocínio (RUSSELL; NORVIG, 2004; POOLE; MACKWORTH, 2017). São consideradas as seguintes razões para o desenvolvimento de pesquisas em NLP.

- a) Os usuários não apresentam disposição para desenvolver novas habilidades de interação com sistemas computacionais.
- b) A análise Big Data tem como fonte de dados inúmeros documentos, áudios e vídeos que são gerados em linguagem natural e sistemas que consigam reconhecer as informações e raciocínios registrados nestes conteúdos são inestimáveis.
- c) Diversas aplicações em IA tem como princípio o NLP e teorias consistentes neste domínio poderá potencializar o seu desenvolvimento.

Durante o desenvolvimento de um NLP é definido a sua sintaxe, semântica e o seu conceito pragmático. A primeira estrutura tem por finalidade identificar gramática a ser utilizada no domínio da linguagem, a segunda fornece o significado de frases ou expressões e a última tem por propósito atribuir um significado a uma frase, levando em consideração o contexto e os objetivos do emissor e do destinatário da informação que está sendo produzida (POOLE; MACKWORTH, 2017).

Entre as publicações relacionadas aos REA e que utilizam as teorias de NLP, para resolver problemas na área de REA, selecionamos a pesquisa de Atkinson et al.

(2014) que propõem utilizar técnicas de aprendizado de máquina e processamento natural de linguagem para extrair metadados de REA que sejam relevantes para a aprendizagem do aluno. Outro trabalho baseado em NLP é o estudo de Maratea, Petrosino e Manzo (2012) que apresenta uma técnica para gerar metadados educacionais de publicações científicas, com o propósito de utilizá-las em repositórios de REA.

2.5.7 Web Semântica e o significado dos dados

Atualmente há uma grande quantidade de dados sendo publicados na internet, e para esses dados possam ser utilizados de forma eficiente pelas pessoas é necessário que eles tenham um significado para os homens e para as máquinas, esta é premissa da Web Semântica (LAUFER, 2015; SEGUNDO; CONEGLIAN; LUCAS, 2017). A técnica consiste em desenvolver protocolos e arquiteturas composta por metadados que possam favorecer o compartilhamento dos dados publicados na internet e ao mesmo tempo projetar um significado sobre eles.

Utilizando os princípios da Web Semântica, os trabalhos de Gudoniene et al. (2017) e Rtili et al. (2017) propõem a implementação dos conceitos da web semântica para ressignificar as informações apresentadas nos metadados dos REA, possibilitando assim que sistemas inteligentes possam recuperar esses objetivos e que sejam mais relevantes para o assunto ou tema que o aluno esteja estudando.

2.5.8 Heurística em busca da solução

A heurística é o método utilizado na IA para resolver problemas por meio de um aprendizado baseado na tentativa e erro (RUSSELL; NORVIG, 2004; OLIVEIRA, 2018). Esses algoritmos constroem a sua base de conhecimento explorando diferentes “caminhos” para chegar a uma solução inicialmente proposta. Cada informação processada gera um novo conhecimento e se o objetivo não foi alcançado, o sistema inicia novamente a busca desconsiderando os “caminhos” que foram percorridos e não apresentaram uma solução satisfatória.

O trabalho de Miranda & Ritrovato (2015) propõe a criação de uma heurística para criar grupos de REA. Aplicando a técnica da tentativa e erro, o algoritmo proposto busca reconhecer a similaridade dos conteúdos nos REA armazenados em um

repositório. Assim que um REA é confirmado em um determinado grupo, os seus metadados são validados conforme a característica dos recursos presentes no grupo, caso tenha algum metadado que não esteja em conformidade com os demais, ele é atualizado pelo sistema.

Ao considerar os conceitos apresentados na utilização dos algoritmos de IA, entendemos que a aquisição do conhecimento está diretamente relacionada ao processo de exposição de ideias, pensamentos e conceitos, os quais devem ser expressos em diferentes formas linguísticas e que possam ser compreendidos por homens e máquinas.

Nos trabalhos científicos analisados identificamos propostas para promover a aquisição do conhecimento a partir de metadados ou conteúdo armazenado nos REA. Entretanto o processo de aprendizagem de sistemas inteligentes requer a definição de regras e de um treinamento que possa orientar como as metas podem ser alcançadas. Neste contexto, a participação de professores, conhecedores do ambiente a ser monitorado, como mediadores dessa aprendizagem seria de grande relevância para o sucesso dos sistemas baseados em IA, e neste trabalho estamos propondo esta participação mais ativa do professor no processo de publicação de seus recursos educacionais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos utilizados neste trabalho foram norteados pelas crenças e hipóteses intrínsecas ao autor deste trabalho, comportamento natural na elaboração de uma pesquisa (CRESWELL; SILVA; ROSA, 2014), no entanto, faz-se necessário mitigar a interferência do conhecimento prévio do pesquisador no processo de investigação, isto é possível por meio da utilização de procedimentos metodológicos, os quais foram observados durante a execução desta pesquisa e apresentados neste capítulo.

3.1 Classificação da pesquisa

A natureza desta pesquisa é classificada como sendo – aplicada – por apresentar um estudo que objetiva gerar conhecimento de aplicação prática, com o propósito de resolver um problema em específico (GIL, 2008), sendo o objetivo principal desta pesquisa propor uma metodologia de recomendação de conteúdo a serem utilizados no preenchimento dos metadados de REA.

Em relação aos objetivos a pesquisa encontra-se classificada no nível – exploratório – por desenvolver, esclarecer ou modificar conceitos ou ideias. As etapas de uma pesquisa exploratória consistem em desenvolver amplo estudo sobre o objeto que se pretende conhecer, fazendo uso de técnicas de levantamento bibliográfico, análise documental, entrevistas não padronizadas e participação em estudos de caso (GIL, 2008).

A prática da pesquisa exploratória consiste em examinar quais conceitos e técnicas que podem ser selecionados, modificados e aplicados em um determinado problema, em busca de uma possível solução. Procedimentos estes utilizados no decorrer do desenvolvimento desta pesquisa, com o propósito de apresentar uma metodologia que se fizesse vantajosa para o desenvolvimento deste trabalho.

3.2 Abordagem e estratégia de investigação

A abordagem utilizada foi a – pesquisa quantitativa – que consiste em elaborar uma proposta a partir de um método dedutivo (CRESWELL, 2007). O estudo quantitativo se desenvolve a partir de uma ideia, que conduz o pesquisador a elaborar

uma pergunta de pesquisa, a definir objetivos a serem alcançados, a fazer uma Revisão da Literatura e a estabelecer uma perspectiva teórica do tema. Por fim, a pergunta elaborada deverá dar origem as hipóteses e as variáveis a serem mensuradas pelo método estatístico, gerando dados que possam fomentar as conclusões a serem apresentadas ao final da pesquisa (CRESWELL, 2007; HERNANDEZ-SAMPIERI, 2014).

Para os procedimentos técnicos a pesquisa teve como base principal o levantamento bibliográfico, com o propósito de conhecer o objeto de estudo, e a Revisão Sistemática (RS) que teve como finalidade identificar os trabalhos publicados sobre os REA e que fizessem referência a seus metadados.

A RS utilizada nesta pesquisa teve como orientação o protocolo Prisma (<http://www.prisma-statement.org/>), o qual possui 27 itens a serem observados, entre eles destacamos as seguintes orientações: indicar corretamente o protocolo de como e onde os dados foram coletados; descrever quais medidas foram adotadas para obter a lista final; apresentar e discutir os dados, com possíveis esclarecimentos, orientações e estudos futuros (URRÚTIA; BONFILL, 2010; GALVÃO; PANSANI; HARRAD, 2015).

As dimensões propostas para uma RS estão presentes neste estudo, no sentido de que se estabeleceu as questões norteadoras da pesquisa, apresentou-se os termos utilizados para identificar as publicações, justificou-se a relevância dos repositórios de produções científicas selecionados, descreve como a seleção e exclusão das publicações foram realizadas e apresenta os resultados com análise e conclusão. Ademais, se eventualmente desejar-se aprofundar na análise dos resultados, como por exemplo a construção de uma meta-análise, a RS é um pré-requisito para a execução deste novo estudo (GALVÃO; PANSANI; HARRAD, 2015; GARCÍA-PEÑALVO, 2017), fortalecendo assim a relevância da metodologia selecionada para a realização desta pesquisa.

As publicações foram consultadas nas bases de dados Web of Science, Scopus, DOAJ, ERIC e Redalyc. Essas bases foram selecionadas em virtude dos critérios de ranqueamento de órgão brasileiro que classifica as revistas científicas indexadas nestas bases como sendo de maior relevância para a área da educação (CAPES, 2014). Acrescentou-se a esta lista os portais Periódicos CAPES/Brasil e a biblioteca UNED/Espanha por oferecerem acesso gratuito a várias bases de dados,

serviço esse concedido pelos governos brasileiro e espanhol aos colaboradores vinculados a suas instituições de ensino.

A partir dessas orientações foram elaboradas as seguintes questões: quais investigações apresentam soluções práticas no reconhecimento de metadados de REA? E caso exista pesquisas com estas características, refinamos a busca aplicando o seguinte questionamento: quais recursos computacionais foram utilizados para alcançar seus objetivos? Para responder esses questionamentos, estabeleceu-se um critério de busca composto por dois termos, um operador lógico e grafado em três idiomas, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Termos e operador lógico utilizados como critério de busca.

"recursos educacionais abertos" AND metadado
"recursos educativos abiertos" AND metadato
"open educational resources" AND metadata

Fonte: criado pelo autor.

Ao fazer uso das aspas (") e o operador lógico AND, que deve ser utilizado todo em maiúsculo, estamos acessando as funções lógicas matemáticas presentes nos mecanismos de busca, os quais devem retornar somente documentos em que as palavras estejam agrupadas e na ordem informada, para os termos que estão entre as aspas, e o termo que está depois do operador lógico pode aparecer em qualquer ordem e seção do documento.

As consultas foram executadas sem limite temporal, realizadas no ano de 2018, e foram selecionadas somente publicações classificadas como artigo científico avaliado por pares. Podendo os termos estarem presentes em qualquer seção do documento e a busca executada individualmente em cada uma das bases definidas como relevantes para esta pesquisa.

Os resultados obtidos nas bases de dados foram unificados em uma planilha eletrônica, organizados conforme a base de dados em que o documento foi recuperado; identificando os termos utilizados em sua recuperação, conforme apresentado no Quadro 4; identificando o ano de publicação; o título e resumo da publicação. A planilha unificada obteve com resultado 33 documentos, obtidos após a

retirada das repetições e de publicações que não correspondiam como artigo científico, como por exemplos, capítulo de livro, artigo de opinião e resumo expandidos. A análise dos conteúdos das publicações selecionadas está sendo apresentada no Capítulo 4.

Hernandez-Sampieri (2014) sugere uma organização da pesquisa quantitativa em dez fases, as quais são apresentadas na Figura 5, essas fases não são executadas de forma linear. A pesquisa tem início com uma ideia primária, que pode ser modificada a partir dos saberes obtidos nas fases seguintes, procedimento este que ocorreu no desenvolvimento desta pesquisa, visto que a ideia inicial se modificou conforme as leituras sobre o tema foram avançando, moldando-se para a proposta aqui apresentada.

Em cada fase apresentada na Figura 5 encontram-se uma breve anotação da atividade executada nesta pesquisa, sendo que as propostas apresentadas na fase 1 e 2 podem ser observadas em maiores detalhes nos capítulos 1.1, 1.4 e 1.5. A fase 3 encontra-se abarcada pelo capítulo 2. O escopo do estudo, previsto para a fase 4, está sendo apresentado no capítulo 3 e as atividades da fase 5 estão sendo explicadas no capítulo 1 sendo as variáveis de análises definidas a partir dos objetivos específicos apresentados no capítulo 1.2.1.1.

Figura 5 – As dez fases para a execução de uma pesquisa quantitativa.



Fonte: Adaptação da proposta apresentada por Hernandez-Sampieri (2014, p. 5).

A fase 6 foi concluída com a aprovação do projeto de pesquisa pela banca de qualificação da Tese, realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (UnB) – Brasil. As atividades relacionadas as fases 7 e 8 encontram-se detalhada no Capítulo 3, a fase 9 no Capítulo 5 e a última fase está relacionada com este documento como um todo, mas principalmente pelas conclusões apresentadas no último capítulo da Tese.

3.3 Participantes da pesquisa

Com o objetivo de verificar as hipóteses, elaboradas a partir dos artigos científicos selecionados para análise, convidamos quatro professores para colaborarem com esta pesquisa. Os participantes foram selecionados por conveniência. Este tipo de amostra, determinada de forma dirigida, são válidas

quando o modelo de prova da pesquisa o requer e a reprodução e geração dos dados sejam passíveis de execução em um universo maior (HERNANDEZ-SAMPIERI, 2014, p. 390). Consideramos que a metodologia proposta nesta Tese é generalista e poderá ser reproduzida e avaliada em um universo maior, principalmente os relacionados a construção de uma base de dados e sua manipulação.

Os professores interlocutores desta pesquisa apresentaram interesse em participar de forma voluntária. A seleção priorizou os profissionais que utilizavam REA em suas práticas pedagógicas. Em virtude desta pesquisa ter sido realizada em regime de Cotutela entre Brasil e Espanha, definiu-se que seria relevante a participação de dois professores de cada país, o convite foi realizado via correio eletrônico conforme os APÊNDICE A (português) e APÊNDICE B (espanhol).

As percepções dos participantes foram obtidas por um questionário com cinco questões abertas e uma utilizando a escala proposta por Likert (1932), que consiste em estabelecer uma escala de valor sobre determinado tema. A escala é composta por perguntas que possuem uma estrutura de resposta pré-estabelecida, que normalmente são: discordo totalmente, discordo parcialmente, indiferente, concordo parcialmente e concordo totalmente. O valor final é calculado a partir da soma dos valores parciais atribuídos aos itens que compõem a escala.

As questões apresentadas aos professores teve como objetivo conhecer suas opiniões sobre a criação, publicação e utilização de REA. Os questionamentos foram dirigidos a utilização dos metadados e de repositórios de livre acesso, conforme enunciados apresentados no APÊNDICE C (português) e APÊNDICE D (espanhol). As contribuições foram coletadas via formulário online, por meio do link informado no corpo do correio eletrônico enviado a cada um deles, que podem ser conferidos nos seguintes links: <https://forms.gle/zQLhLyAFoABCeo5F8> em português e <https://forms.gle/KzaMmcaCAECpvkBx7> em espanhol. As opiniões coletadas são analisadas no subcapítulo 5.1, juntamente com uma apresentação do perfil dos professores participantes.

3.4 Análise dos dados

Há vários procedimentos que podem ser adotados no processo de análise de dados de uma pesquisa, a normalização, a tabulação e apresentação de cálculos

estatísticos são alguns exemplos (GIL, 2002). Após a organização dos dados passa-se para a etapa de análise dos resultados, estabelecendo as variáveis de comparação, conferindo a confiabilidade e validade dos instrumentos utilizados e, por fim, confrontar as hipóteses estabelecidas com os resultados obtidos (HERNANDEZ-SAMPIERI, 2014).

O instrumento escolhido para analisar os dados produzidos por esta pesquisa foi o plano de verificação de Objetivos por meio de Questões a partir da validação de Métricas, tradução literal de *Goal Question Metric* (GQM). Essa técnica é uma abordagem da engenharia de software utilizada para avaliar aplicações computacionais orientada ao alcance de metas (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994; SILVA et al., 2019).

Um plano GQM pode ser considerado como um método para a realização de estudos empíricos quantitativos (RAJU; UMA, 2014). Composto por um conjunto de perguntas e respostas com o propósito de avaliar as propriedades de determinado projeto. Esta avaliação ocorre em três etapas, utilizando a abordagem de análises de dados de cima para baixo, por oferecer diretrizes para o alcance de metas em ambientes que não se conhece, inicialmente, o que será medido (RAJU; UMA, 2014). Após a definição das metas, formula-se perguntas que possam discriminar os objetivos a serem alcançados com a maior clareza possível. A etapa final consiste em especificar as métricas a serem utilizadas para responder as perguntas, com o propósito de averiguar se as metas estão sendo alcançadas (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994; SILVA et al., 2019). A Figura 6 apresenta o fluxo de implementação da GQM.

Figura 6 – Fluxo de implementação da GQM.



Fonte: criado pelo autor em adaptação da proposta de (SILVA et al., 2019).

A GQM está sendo utilizada em contextos diferentes para a qual foi proposta, como por exemplo, na área da educação como ferramenta para avaliar a aprendizagem ou práticas educativas inovadoras.

Neste entendimento, podemos observar a pesquisa de Wangenheim et al. (2017) que utilizou a GQM para avaliar o uso do Scratch⁴ em atividade multidisciplinar. A meta (G) do plano foi compreender os aspectos relacionados ao uso de diferentes conteúdos disciplinares para o ensino de computação, as perguntas (Q) foram direcionadas para a compreensão da aprendizagem dos alunos e as métricas (M) teve como finalidade identificar a complexidade e a amplitude dos comandos utilizados no ambiente Scratch. O estudo teve como objetivo analisar o desenvolvimento de um jogo educativo utilizando conteúdo da disciplina de História, promovendo assim o ensino de computação de forma lúdica para alunos entre 10 e 13 anos, matriculados na 5^a e 7^a séries do ensino fundamental em uma escola privada no Brasil.

⁴ Projeto do Instituto de Tecnologia de Massachusetts para o desenvolvimento de aplicações multimídia para alunos de até 16 anos (<http://www.scratchbrasil.net.br/>).

Outro trabalho que utilizou a GQM no processo de avaliação da aprendizagem foi de Alghannam et al. (2018), que teve como propósito medir a eficácia do uso do pensamento sistêmico e a aprendizagem baseada em projetos no ensino de Cibernética. Os participantes da pesquisa foram alunos da graduação da Faculdade de Estudos Empresariais do Kuwait. O propósito foi compreender a capacidade dos alunos em promover a autorregulação de seus estudos. Nesse estudo o plano GQM foi utilizado para produzir uma análise qualitativa e as métricas de avaliação foram enfatizadas para a identificação do Prazer e o do Empoderamento dos alunos durante a execução do projeto.

Utilizando a plataforma Kahoot!⁵, no processo de ensino-aprendizagem, a pesquisa de Cantero-Chinchilla et al. (2019) utilizou a GQM para medir a eficiência de metodologias inovadoras baseadas em lembretes e lição padrão. O trabalho foi desenvolvido junto aos alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade de Córdoba na Espanha. A meta (G) proposta pelos autores foi avaliar os efeitos da aplicação de novas metodologias em palestras práticas de engenharia para o ensino superior, as perguntas (Q) foram direcionadas para identificar melhorias no desempenho dos alunos, a eficácia e o sucesso na implementação das metodologias propostas. A métrica (M) utilizada foi a Comparação, que utilizou dois métodos para comparar o desempenho dos alunos que utilizaram as novas metodologias no processo de ensino-aprendizagem com alunos que utilizaram o modelo tradicional de ensino.

Correlacionado a temática desta Tese o trabalho de Pereira et al. (2018) utilizou um plano GQM para analisar os dados de um sistema de recomendação de Recursos Educacionais (RE), identificado como BROAD-RSI. A proposta consiste em identificar as interações dos alunos nas redes sociais e recomendar RE a serem recuperados em repositórios de objetos de aprendizagem e/ou vídeos publicados no YouTube. Os estudos são desenvolvidos no Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Conhecimento (NEnC) da Universidade Federal de Juiz de Fora no Brasil e está direcionada para a educação não formal.

Para demonstrar a viabilidade técnica do recomendador BROAD-RSI os pesquisadores desenvolveram um protótipo que foi utilizado em um estudo de caso.

⁵ Plataforma utilizada como tecnologia educacional baseada em jogos (<https://kahoot.com/>).

No plano GQM proposto para analisar os dados, os autores propuseram duas metas (G) a serem alcançados, a extração do perfil e a recomendação dos RE. As perguntas (Q) foram relacionadas com a extração dos dados a recuperação dos RE, a métrica (M) utilizada para confrontar as repostas obtidas foi a Precisão, utilizada com frequência em estudos que utilizam a técnica de extração de dados (LOPES, 2004; PEREIRA et al., 2018).

A partir dos estudos apresentados, consideramos que a técnica GQM encontra-se qualificada para ser utilizada como método de avaliação dos dados produzidos nesta pesquisa e para nortear o seu uso apresentamos o plano utilizado na próxima subseção.

3.5 Definição do plano GQM

O plano GQM criado para analisar os resultados teve como referência os objetivos propostos nesta pesquisa. O objetivo geral da pesquisa tornou-se a meta (G) a ser alcançada e os objetivos específicos serviram de base para a elaboração das perguntas (Q) do plano, conforme apresentado no Quadro 5.

A meta estabelecida apresenta de forma nuclear o objetivo geral deste trabalho, que é a viabilidade de reconhecer as informações pedagógicas de um REA e utilizá-las para descrevê-lo por meio da recomendação de conteúdo a serem informados em seus metadados.

Quadro 5 – Estrutura do plano GQM utilizado para avaliar a metodologia.

Objetivo Geral da Tese		Meta Estabelecida (G)	
Propor uma metodologia de uso dos algoritmos de reconhecimento de padrão para identificar o conteúdo educacional armazenado em REA.		 Extrair informações sobre o propósito educacional de REA digitais.	
Objetivos Específicos da Tese	Perguntas (Q)	Métricas (M)	Faixa de valores
Utilizar algoritmos de reconhecimento de padrão para identificar as características pedagógicas propostas nos REA.	Q1: Qual técnica é mais eficiente no reconhecimento de padrão de dados em arquivos digitais?	M1: Precisão M3: Satisfação	0 a 1 0 a 5

Gerar informações que possam ser utilizadas no preenchimento dos metadados de propósitos educacionais dos REA.	Q2: Qual é o conjunto de Metadados mais utilizados para identificar o propósito educacional de um REA?
Avaliar a contribuição da proposta na prática do professor em publicar e divulgar seus REA.	Q3: Qual é satisfação da recomendação das informações para os Metadados dos REA?

Fonte: criado pelo autor.

A métrica precisão possui uma faixa de valor entre 0 (zero) e 1 (um), quando mais próximo do número 1 mais preciso é a técnica utilizada para selecionar ou classificar objetos (LOPES, 2004). A fórmula para obter o índice da precisão é:

$$precisão = \frac{\textit{quantidade de objetos considerados relevantes}}{\textit{quantidade total de objetos}}$$

A métrica satisfação é calculada a partir da aplicação da escala proposta por Likert (1932), na qual o índice da precisão é submetido a uma avaliação em que o pesquisador e os participantes da pesquisa respondem se discordam totalmente, discordam parcialmente, indiferente, concordam parcialmente e concordam totalmente com o resultado apresentado pela técnica selecionada. Os valores são de 0 (zero) para a faixa inicial (discordar totalmente) e 5 (cinco) para a última faixa (concordar totalmente).

A análise final sobre os possíveis impactos desta pesquisa terá como base os valores obtidos pela técnica GQM e pelas percepções a serem obtidas dos professores participantes.

4 REVISÃO SISTEMÁTICA: PESQUISAS PRÁTICAS NORTEADORAS

Conforme apresentado no capítulo sobre a metodologia utilizada na revisão sistemática, inicialmente foram identificadas 33 artigos científicos com propostas práticas de manipulação de metadados dos REA, no entanto, a pesquisa foi realizada no ano de 2018 e com o intuito de atualizar a lista inicial, aplicamos os mesmos procedimentos de busca e refinamento para recuperar pesquisas publicadas no ano de 2019, a qual permitiu acrescentar 3 novas publicações na lista inicial, que apresentavam soluções práticas para o reconhecimento dos metadados de OA.

Após a atualização da lista, identificamos 36 trabalhos que apresentaram propostas no reconhecimento dos conteúdos do REA e/ou de seus metadados. Identificamos estudos que utilizam diferentes abordagens para recuperar REA armazenados em repositórios, propondo metodologias e técnicas que possam favorecer a indexação e recuperação desses objetos.

Os trabalhos foram categorizados em dois grupos, o primeiro contém 31 trabalhos, descritos no Quadro 6. Nesse grupo destacamos o ano de publicação, os autores, a proposta principal e a metodologia ou técnica utilizada para a realização das provas e deduções.

Quadro 6 – Primeiro grupo de publicações com proposta de reconhecimento de conteúdo de REA.

Ano	Autor	Proposta	Metodologia/Técnica
2019	(KNAPP et al., 2019)	Criar um repositório para facilitar o compartilhamento de REA em uma grande organização.	Utilização de software livre para gerenciar a publicação dos REA.
	(SUCUNUTA; RIOFRIO; TOVAR, 2019)	Criar um modelo de extração de metadados e recomendação de REA em repositórios educacionais.	A extração de informação dos REA em modelo semântico por meio da técnica de Web Scraping (FERNÁNDEZ-VILLAMOR; IGLESIAS;

Ano	Autor	Proposta	Metodologia/Técnica
			GARIJO, 2012) e do uso de ontologias.
	(GUEMMAT; OUAHABI, 2019)	Apresenta um modelo de indexação semiautomática para REA textuais.	Indexação semântica e extração semiautomáticas de metadados utilizando ontologias.
2018	(WAN; NIU, 2018)	Estabelece um processo automático de personalização na recomendação de REA.	Utilização de ontologias para recomendações de REA baseadas em conteúdo.
	(VALERIA C. SANDOBAL VERÓN; MARIEL A. ALE; M. DE LOS MILAGROS GUTIÉRREZ, 2018)	Propõe a criação de um vocabulário para viabilizar a catalogação e interoperabilidade de REA armazenados em repositórios.	Utilização de uma ontologia de domínio para modelar os metadados dos REA.
	(ÇINICI; ALTUN, 2018)	Criação de uma ferramenta de autoria para empacotar e reempacotar REA.	Aplicação de métodos do design instrucional para o reconhecimento dos metadados dos REA com o propósito de significá-los.
	(JÚNIOR; DORÇA, 2018)	Criação semiautomática de REA usando pequenas seções de textos de conteúdos publicados na Wikipédia ⁶ .	Definição de uma ontologia para a criação automática de REA a partir de conteúdo na Web, auxiliada por um algoritmo genético.
	(GASPARETTI et al., 2018)	Identificação automática de conteúdos que sejam pré-requisitos para o aprendizado proposto em um REA.	Apresentação de uma metodologia para seleção de REA baseada em aprendizagem de máquina.

⁶ <https://pt.wikipedia.org/>

Ano	Autor	Proposta	Metodologia/Técnica
2017	(VIDAL-CASTRO et al., 2017)	Criação de um indicador universal para validar a qualidade do preenchimento dos metadados dos REA.	Propõe um conjunto de métricas para validar a qualidade do preenchimento dos metadados de REA.
	(ŠTUIKYS et al., 2017)	Geração e adaptação automática de novos REA a partir de um conjunto de REA já existente.	Utiliza um modelo de reutilização de REA baseado em componentes, obtido por meio de pesquisas em bibliotecas digitais, utilizando ontologia de anotação de contexto.
	(GUDONIENE; RUTKAUSKIENE; DAGIENE, 2017)	Propõe um modelo de design de REA para uma melhor experiência de compartilhamento desses objetos.	Apresenta técnicas da web semântica na concepção e armazenamento de REA
	(CERÓN-FIGUEROA et al., 2017)	Propõe um modelo unificado para identificar, classificar e compartilhar REA.	Apresenta uma técnica para unificar diferentes ontologias utilizadas na manipulação de REA.
	(ALHARBI, 2017)	Criar um repositório para facilitar o compartilhamento de REA produzidos na área da saúde.	Desenvolver um repositório para armazenar, organizar e indexar REA da área da saúde.
	(NEVES; BRANDÃO; ISHITANI, 2017)	Propõe uma automatização de relacionamentos de conteúdo entre REA.	Apresenta uma metodologia que utiliza ontologias e mineração de texto para recomendar e agregar REA empacotados no formato SCORM.

Ano	Autor	Proposta	Metodologia/Técnica
	(RTILI et al., 2017)	Propõe melhorar a indexação dos REA a partir de novas interpretações de seus metadados.	Implementar o uso da Web Semântica na representação do significado dos metadados dos REA, possibilitando assim a recuperação de objetos mais relevantes para o usuário.
	(İNCE; YİĞİT; IŞIK, 2017)	Implementar um método de busca que possa retornar REA mais adequados e qualificados aos termos utilizados.	Apresenta um algoritmo genético para identificar e avaliar os metadados dos REA recuperados em uma busca, verificando o quanto estão adequados aos termos utilizados para recuperá-los.
2016	(GAYOSO-CABADA; RODRÍGUEZ-CEREZO; SIERRA, 2016)	Criar um repositório de REA que possam ser publicados com metadados reconfiguráveis.	Utilizar a técnica de indexação invertida e clusterização hierárquica para permitir que novos metadados sejam criados pelos usuários na publicação do REA.
2015	(GAONA-GARCÍA; MARÍN; GAONA-GARCÍA, 2015)	Promover o intercâmbio de REA entre diferentes repositórios.	Permitir a interoperabilidade de REA, publicados em diferentes repositórios, por meio da utilização de agentes inteligentes.
	(PONS et al., 2015)	Gerenciar a qualidade dos REA publicados em um repositório.	Definição de métricas para a identificação da qualidade de REA elaborados para a área de engenharia.

Ano	Autor	Proposta	Metodologia/Técnica
	(SILVEIRA et al., 2015)	Aprimorar os mecanismos de busca de REA publicados em um repositório.	Apresenta um modelo de recuperação de REA baseado em uma abordagem de sistema multiagente e um modelo ontológico.
2014	(ATKINSON et al., 2014)	Extração automática de metadados educacionais de REA publicados na internet.	Utiliza técnicas de aprendizado de máquina, análise de conceito e processamento natural de linguagem para selecionar REA relevantes, baseadas em heurísticas.
	(KURILOVAS; KUBILINSKIENE; DAGIENE, 2014)	Personalizar a recuperação de REA conforme o perfil de aprendizagem do aluno.	Apresenta uma metodologia que utiliza ontologias para auxiliar o aluno na seleção e adequação dos REA relevantes para o seu estudo.
	(HENDEZ; ACHOUR, 2014)	Extração automática de palavras-chave de REA para a criação de seus metadados.	Utiliza cálculos estatísticos TF-IDF (algoritmo do Google) para identificar quais termos são mais relevantes para a indexação dos REA.
2013	(SILVEIRA; GALÃO; GLUZ, 2013)	Criar uma ferramenta para auxiliar a catalogação dos metadados de REA.	Utiliza componentes da ontologia e agentes inteligentes para auxiliar os usuários a preencherem os metadados dos REA.
	(ACHOUR; ZOUARI, 2013)	Melhorar a busca, o acesso e reutilização de REA por meio de uma	Utiliza um modelo de descrição baseado em ontologias para descrever

Ano	Autor	Proposta	Metodologia/Técnica
		melhor indexação desses objetos.	os REA hospedados na internet.
	(DHARINYA; KANNAN, 2013)	Auxiliar a indexação de REA textuais e de vídeos melhorando os conteúdos dos metadados desses objetos.	Utiliza uma ontologia de domínio e anotação automática para identificar os metadados educacionais dos REA.
	(VIEIRA; NUNES, 2012)	Propõe um sistema de recomendação de REA por meio da identificação da semelhança entre eles.	Apresenta um sistema de recomendação de conteúdo utilizando algoritmos aplicados a técnicas de IA.
2012	(SATHIYAMURTHY; GEETHA, 2012)	Personalizar a criação de REA, em formato de slides, a partir de textos educacionais armazenados em um repositório.	Utilizando as técnicas de processamento de linguagem e ontologia propõe extrair informações de documentos textuais e converter em REA.
	(MARATEA; PETROSINO; MANZO, 2012)	Geração automática de metadados para documentos do tipo artigos científicos, com o propósito de facilitar a sua recuperação.	Com o uso de técnicas baseadas em vocabulários e processamento natural de linguagem e reconhecer os metadados a serem preenchidos.
2008	(LEE; TSAI; WANG, 2008)	Melhorar a busca e recuperação de REA pela dupla interpretação dos metadados desses objetos.	Apresenta uma abordagem ontológica para a recuperação de REA com notação semântica.
2005	(OCHOA et al., 2005)	Propõe converter os conteúdos armazenados em um ambiente de aprendizagem online em um repositório de REA.	Descreve uma metodologia genérica para gerar automaticamente informações para os metadados de REA

Ano	Autor	Proposta	Metodologia/Técnica
			armazenados em um repositório.

Fonte: criado pelo autor.

Os estudos listados no Quadro 6 apresentam em suas fundamentações teóricas preocupações em duas características básicas para os REA, a disponibilidade e a interoperabilidade, que são apresentadas no Quadro 2. A primeira característica está voltada para a facilidade de acesso ao recurso e a segunda o quanto é possível obter informações sobre o recurso e como usá-las para estabelecer relacionamentos de forma automática e melhorar a sua recuperabilidade nos processos de busca.

Entre as contribuições para melhorar a recuperabilidade dos REA estão as propostas de criação de repositórios, extração automática de conteúdo, identificação automática de metadados ou a sua autocriação, mecanismos para aferir e validar a qualidade dos metadados e técnicas para melhorar a indexação dos REA, seja usando seus conteúdos ou seus metadados.

Para alcançar os objetivos propostos os estudos sugerem a utilização de software livre, na criação dos repositórios, métodos do design instrucional na ressignificação de seus metadados, técnicas da web semântica, algoritmos genéticos, clusterização hierárquica, aprendizado de máquinas ontologias e mineração de dados. As tecnologias apresentadas, em sua maioria, estão presentes em estudos da ciência da computação relacionados com a IA, que nos últimos tempo vem apresentando soluções factíveis de serem implementadas na área da educação, seja pela evolução dos recursos de hardware para processar seus algoritmos ou pelo entendimento dos profissionais da área educacional em como aplicá-la de forma prática em atividades que possam auxiliar o ensino-aprendizagem.

O segundo grupo, composto por 5 publicações, teve como critério de formação a similaridade com a proposta desta Tese. Identificamos os autores, o título, a motivação que levou os autores a abordarem o tema, qual proposta foi apresentada para resolver o problema apresentado, o método escolhido e técnica utilizada, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Segundo grupo de publicações com proposta de reconhecimento de conteúdo de REA.

Autor/Ano	Título	Motivação	Proposta	Método	Técnica
(SONNTAG, 2004)	<i>Metadata in E-Learning: Automatic Extraction and Reuse</i>	Compartilhar conteúdos educacionais entre diferentes cursos publicados em repositório institucional.	Criação automática de metadados.	Extração de dados dos metadados dos arquivos, sendo o título, palavras-chave e o idioma.	Algoritmo de extração de dados por comparação de palavras e identificação de links.
(BOLETTIERI et al., 2007)	<i>Automatic Metadata Extraction and Indexing for Reusing e-Learning Multimedia Objects</i>	Facilitar o compartilhamento de conteúdo educacional produzidos por meio de vídeos e apresentações em slides.	Auxiliar no preenchimento de metadados de conteúdos audiovisuais.	Transcrição automática dos áudios e imagens presente em vídeos e apresentações de slides, fornecendo informações para o preenchimento dos metadados.	Reconhecimento de imagens por <i>Optical Character Recognition (OCR)</i> e transcrição automática de áudios.
(MOTZ et al., 2010)	<i>La Extracción de Objetos de Aprendizaje con Metadatos de Diseño Pedagógico</i>	Identificar e reconhecer objetos de aprendizagem em conteúdos publicados na internet.	Criar objetos de aprendizagem a partir de conteúdos pré-existent e seus metadados.	Reconhecimento de pequenos conteúdos em páginas HTML, arquivos PDF e pacotes SCORM como sendo objetos de	Modelos de dados usando ontologias (FRANÇA, 2009).

Autor/Ano	Título	Motivação	Proposta	Método	Técnica
(MIRANDA; RITROVATO, 2014)	<i>Automatic extraction of metadata from learning objects</i>	Melhorar a indexação dos objetos de aprendizagens hospedados em um ambiente de aprendizagem online.	Preenchimento automático de metadados de objetos de aprendizagem publicados em um repositório.	Análise do conteúdo por similaridade para identificar os valores a serem preenchidos nos metadados.	Utilização da Teoria Matemática da Comunicação de Claude E. Shannon (1948) e estratégias baseadas em heurística (PEARL, 1984).
(MIRANDA; RITROVATO, 2015)	<i>Supporting Learning Object Repository by automatic extraction of Metadata</i>	Melhorar a indexação dos objetos de aprendizagens hospedados em um ambiente de aprendizagem online.	Preenchimento automático de metadados de objetos de aprendizagem publicados em um repositório.	Análise do conteúdo por similaridade para identificar os valores a serem preenchidos nos metadados.	Utilização da Teoria Matemática da Comunicação de Claude E. Shannon (1948) e estratégias baseadas em heurística (PEARL, 1984).

Fonte: criado pelo autor.

A pesquisa precursora apresentada no Quadro 7 estuda a importância do preenchimento dos metadados em OA. O trabalho foi desenvolvido no Instituto de Tecnologia de Processamento de Informação e Microprocessador da Universidade de Linz – Áustria, e teve como proposta a extração automática de metadados com o propósito de viabilizar a sua indexação e reutilização. Os conteúdos produzidos em formato de cursos eram disponibilizados na Internet (SONNTAG, 2004).

A proposta de Sonntag (2004) consiste em criar metadados com a identificação do idioma, do título e das palavras-chave dos conteúdos do curso, sendo que este reconhecimento estava limitado a extração de informações de arquivos de textos, PDF e HTML. O estudo destacou a importância da existência de metadados para o compartilhamento dos recursos educacionais e eles podem favorecer a reutilização de conteúdos entre diferentes cursos. A relevância desse trabalho está em considerar o padrão IEEE LOM na geração dos novos metadados, o mesmo adotado nesta Tese, e a proposta do reconhecimento automático de conteúdo armazenado em arquivos digitais.

A seguinte pesquisa apresentada no Quadro 7 foi desenvolvida no Instituto de Ciência e Tecnologia da Informação “Alessandro Faedo”, localizado em Pisa na Itália, que apresenta uma técnica de reconhecimento de conteúdo em arquivos de multimídia (BOLETTIERI et al., 2007). O sistema proposto pelos autores proporciona ao usuário a possibilidade de preencher os metadados desses objetos, no padrão IEEE LOM, sem ter que olhar para o seu conteúdo diretamente.

A proposta de Bolettieri (2007) consiste em transcrever e criar pequenos recortes de conteúdos instrucionais, produzidos em vídeos e/ou apresentações em slides, com o objetivo de auxiliar o bibliotecário no preenchimento de seus metadados. Se assemelha a nossa pesquisa o método proposto pelo autor, no entanto, não há automatização no processo de recomendação das informações a serem utilizadas para os metadados de propósito educacional, conforme propomos em nossa abordagem metodológica.

Uma das pesquisas que se aproxima da proposta desta Tese é o sistema proposto por Motz et al. (2010), que propõem a criação automática de Objetos de Aprendizagem a partir da extração de pequenos conteúdos instrucionais de páginas HTML, arquivos PDF, páginas Wiki's (páginas de conteúdo construídas de forma colaborativa) e de pacotes SCORM. Após identificar o conteúdo considerado relevante

para se tornar um Objeto de Aprendizagem, o sistema extrai esse trecho e salva em um novo documento e cria seus metadados de forma automática, utilizando o padrão IEEE LOM como referência, essa última funcionalidade é o objeto de estudo desta tese.

O método de criação dos metadados apresentado por Motz et al. (2010) leva em consideração 3 fontes de dados, a primeira é o cabeçalho do arquivo, que possui informações sobre a data de criação, autor e instituição. A segunda fonte é o próprio conteúdo do objeto, utilizado para gerar os metadados referente aos itens 5.1 (tipo de interatividade), 5.2 (tipo de recurso de aprendizagem), 5.9 (tempo de aprendizagem) e o 5.11 (idioma) do Quadro 3 apresentado na página 45, que descreve a estrutura dos metadados IEEE LOM. A última fonte de informação para a criação dos metadados é o usuário do sistema, que poderá intervir e acrescentar informações aos demais metadados.

Levando em consideração que o conjunto dos metadados relacionados ao propósito educacional do padrão IEEE LOM possui 11 itens, que pode ser observado no Quadro 3, e ao analisar o sistema proposto por Motz et al. (2010), que identifica somente 3 desses metadados, identificamos uma divergência no reconhecimento do metadado Tempo de Aprendizagem (5.9). Esse metadado deve ser preenchido com base nas informações presentes no metadado Contexto (5.6) e Faixa de Idade (5.7), conforme apresentado no Quadro 3 (IEEE, 2011), e esses dois metadados não são reconhecidos pelo sistema, portanto, a informação gerada para o preenchimento do metadado Tempo de Aprendizagem (5.9) é inconsistente ou incompleta. Contudo, o sistema proposto pelos autores contribuiu com esta pesquisa ao apresentar fundamentos teóricos e práticos no reconhecimento de informações em conteúdos educacionais que possam ser utilizadas no preenchimento de metadados.

Outra relevante pesquisa que contribuiu com a atividade reconhecimento automático de metadados é a abordagem metodológica proposta pelos autores Miranda e Ritrovato (2014, 2015). A proposta consiste em preencher, de forma automática, os 11 (onze) metadados que identificam o propósito educacional de um recurso educacional, inclusive corrigindo a inconsistência de preenchimento do metadado Tempo de Aprendizagem (5.9) identificado na proposta de Motz et al. (2010), que foi apresentada anteriormente.

A abordagem metodológica proposta por Miranda e Ritrovato (2014), em reconhecer de forma automática os metadados de objetos de aprendizagem, apresenta um conjunto de técnicas que se assemelham com o que propomos nesta Tese, inclusive alguns fundamentos foram observados e considerados em nosso estudo, como por exemplo a obrigatoriedade do preenchimento manual de um metadado que é utilizado como fonte primária para o início do processo de reconhecimento.

Em suas pesquisas Miranda e Ritrovato (2014, 2015) destacam a importância do correto preenchimento dos metadados para a indexação dos OA, tese que consideramos relevante para a recuperação e compartilhamento desses objetos. Os autores utilizaram a plataforma de cursos online *Intelligent Web Teacher* (IWT) (CAPUANO; MIRANDA; ORCIUOLI, 2009) como ambiente de estudo. A IWT utiliza a técnica de modelagem do domínio do conhecimento por meio de ontologias e os dados dos perfis dos usuários para personalizar a busca e apresentação de conteúdos durante o curso. No entanto, a personalização dos cursos não ocorre de forma satisfatória em consequência da falta de preenchimento dos metadados dos OA.

Os autores contribuem com o IWT propondo a extração automática dos metadados dos OA armazenados no ambiente, utilizando um conjunto de regras heurísticas aplicadas sobre os tipos de arquivos e a quantidade de palavras que os compõem. Na primeira regra heurística os tipos de arquivos fornecem dados para identificar os metadados Tipo de Interatividade (5.1), Tipo de Recurso de Aprendizagem (5.2) e Nível de Interatividade (5.3) do Quadro 3. A heurística utilizada sobre a quantidade de palavras tem como finalidade identificar o metadado Tempo de Aprendizagem (5.9).

Apesar da similaridade com a metodologia proposta nesta Tese, o distanciamento entre as duas pesquisas ocorre em três pontos principais, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Pontos de distanciamento entre a proposta de Miranda e Ritrovato (2014, 2015) e a metodologia proposta nesta Tese.

Ponto	Miranda e Ritrovato (2014, 2015)	Proposta da Tese
1º	Identificação dos metadados em arquivos digitais publicados em repositório de objetos de aprendizagem.	Identificar e preencher os metadados no momento da publicação do objeto de aprendizagem no repositório.
2º	Utiliza as características técnicas do arquivo, como tipo e tamanho para processar e identificar os conteúdos para os metadados.	Reconhecer os conteúdos armazenados no objeto de aprendizagem e propor o preenchimento dos metadados a partir de uma base de conhecimento.
3º	Utilizou a interação entre os objetos de aprendizagem e os estudantes para validar os algoritmos de reconhecimento.	Considerar a interação com o professor autor do objeto de aprendizagem para validar as sugestões de preenchimento dos metadados recuperadas da base de conhecimento.

Fonte: criado pelo autor.

O primeiro distanciamento apresentado no Quadro 8 ocorre em virtude que a técnica utilizada por Miranda e Ritrovato (2014, 2015) propõem a identificação dos metadados após a publicação dos objetos de aprendizagem, e a nossa proposta considera que o preenchimento dos metadados deva ocorrer antes que o objeto seja publicado. Isso se justifica no sentido que após a publicação de um recurso ele poderá ser replicado em diferentes repositórios e se os seus metadados não forem contemplados no momento de sua publicação, as replicações podem se propagar sem que seus metadados sejam tratados pelo algoritmo de preenchimento presente em determinado repositório.

O segundo ponto de distanciamento está relacionado ao considerar o tipo e o tamanho do arquivo para estabelecer os valores dos metadados: Tipo de Recurso de Aprendizagem, Tipo de interatividade e Nível de Interatividade. Apesar da técnica apresentada ter sido validada por um modelo estatístico, a evolução nos padrões de armazenamento e tipos de arquivos pode vir a interferir em resultados futuros. Em nossa proposta o conteúdo armazenado no objeto deverá ser a fonte de dados para o reconhecimento de seus metadados.

O último distanciamento está relacionado aos valores atribuídos aos metadados Densidade Semântica (5.4), Dificuldade (5.8) e Tempo de Aprendizagem (5.9), do Quadro 3, que consiste em utilizar dados preenchidos sobre os conceitos que o OA está abordando, que são fornecidas de forma manual. Diferente do modelo apresentado para o reconhecimento desses metadados, a abordagem metodológica proposta nesta Tese leva em consideração as características de produção de conteúdo do professor autor, por meio de uma base de conhecimento alimentada de forma automática conforme o sistema é utilizado por ele.

Em relação a proposta de validação dos resultados retornados pelo uso das regras heurísticas, os autores utilizaram um ambiente controlado com a participação dos alunos, que forneceram um *feedback* sobre a valoração atribuída aos metadados, os resultados apresentados foram satisfatórios para o modelo proposto, no entanto, a nossa proposta tem por objetivo considerar a interação do professor e a base de conhecimento para validar a técnica proposta.

Durante o levantamento bibliográfico dos artigos, dissertações e teses que abordavam a problemática do preenchimento dos metadados na publicação dos REA, selecionamos cinco pesquisas aplicadas que apresentam soluções que se assemelhavam com a proposta desta Tese. O propósito dessa seleção foi identificar a motivação, a proposta e a tecnologia utilizada para o tratamento dos metadados e a partir deste levantamento inferir sobre a contribuição da metodologia de recomendação proposta neste trabalho.

Após a categorização das pesquisas, apresentadas no Quadro 6 e Quadro 7, desenvolvemos a nossa proposta de tratamento das informações a serem sugeridas como relevantes no preenchimento dos metadados, por meio de uma metodologia de recomendação de preenchimento, tendo como fonte de dados os conteúdos armazenados nos arquivos digitais dos REA. Os próximos capítulos apresentam o caminho percorrido até a elaboração final da abordagem metodologia proposta para o reconhecimento de metadados.

5 METODOLOGIA PARA O RECONHECIMENTO DE METADADOS

Considerando os estudos realizados sobre a importância dos metadados para a indexação dos REA e a falta de preenchimento desses metadados por parte de seus autores, apresentamos neste capítulo a metodologia de Reconhecimento Automático de Informações de Metadados Educacionais (RAIME), que utilizará uma Base de Conhecimento como fonte de informação para estabelecer os padrões dos metadados de propósito educacional de um REA.

Em um diálogo sobre os ambiciosos planos da UNESCO de garantir educação para todos em todo o mundo, os autores D'Antoni e Savage (2009) evidenciam a necessidade da existência de uma Base de Conhecimento (BC) para auxiliar neste propósito. Na construção desta BC deve-se utilizar diferentes tecnologias da informação e comunicação, contar com a participação de vários profissionais, que seja universal e abarque diferentes metodologias. Esta concentração de informações poderia contribuir com as práticas de acesso ao conhecimento, e assim promover uma educação para todos (MCGREAL et al., 2013).

Apoiando-se nesses princípios, de que as BC podem ser fonte de informação, propomos a criação de uma BC – que possa ser manipulada por algoritmos da área da Inteligência Artificial (IA) – para ser utilizada conforme as regras propostas pela metodologia RAIME. Esta base deverá ser disponibilizada para acesso livre e que possa ser utilizada para promover uma educação aberta.

A eficiência dos algoritmos de IA está diretamente relacionada com os dados a serem coletados, e com a chegada das tecnologias que facilitam a publicação de dados na internet, como por exemplo a possibilidade de acessá-la por diferentes dispositivos, está fornecendo combustível para que a IA promova uma revolução na forma de interpretar e utilizar esses dados na construção de novos conhecimentos (INSIGHT, 2018; LUDERMIR, 2021). Pela importância dos dados, faz-se necessário torná-los confiáveis, organizá-los e etiquetá-los, e a criação de uma BC é uma das técnicas que pode ser utilizada para enriquecer os dados que se deseja utilizar para a tomada de decisão ou solução de um problema.

Atualmente a área da IA está contribuindo de forma promissora na representação do conhecimento, principalmente na construção e utilização de BC por sistemas que atuam de forma autônoma, como por exemplo os agentes inteligentes

(RUSSELL; NORVIG, 2004; POOLE; MACKWORTH, 2017). Além disso os trabalhos apresentados no Capítulo 4 reforçam esta contribuição da IA para a área da educação.

O princípio básico para a criação de uma BC é estabelecer as regras e fatos a serem utilizadas para formalizar o conhecimento humano. Este método consiste em categorizar um conjunto de dados de forma que possam ser utilizados para expressar o conhecimento sobre determinado assunto (MENDES, 1997; MORENO ORTIZ, 2000; RUSSELL; NORVIG, 2004). Essas regras ou conjunto de sentenças gramaticais são conhecidas como linguagem de representação do conhecimento (RUSSELL; NORVIG, 2004), utilizadas para declarar de forma explícita e sem ambiguidades uma afirmação do mundo real.

Uma BC é disponibilizada para dar suporte na resolução de problemas que estejam relacionados ao seu domínio de conhecimento. Os dados a serem transformados e armazenadas na BC podem ser extraídos de livros, vídeos, apresentações, questionários, relatórios técnicos ou fornecidos por especialistas da área de conhecimento (RUSSELL; NORVIG, 2004; POOLE; MACKWORTH, 2017; WANG et al., 2018).

Para que uma BC possa ser próspera, ela deverá ser organizada, de fácil utilização, ser alimentada por diferentes fontes de informações e supervisionada por diversos especialistas de sua área. Possuindo estas características, teremos a geração de um conhecimento coletivo, que pode proporcionar a construção de uma inteligência coletiva, conforme preconizado por Pierre Lévy (2015), ao descrever a criação do espaço do saber – a cosmopédia – onde a representação e gestão do conhecimento poderá ocorrer com o auxílio da informática, recursos esses de fundamental importância para as BC atuais. As regras a serem estabelecidas para a criação da BC considera o mundo dos REA como fonte de conhecimento.

De acordo com o padrão IEEE LOM, que possui 68 metadados para catalogar um recurso digital, são necessários 11 desses metadados para identificar o propósito educacional de um REA, conforme apresentado no Quadro 3 da sessão 2.3.1. Desses 11, consideramos que 9 deles são passíveis de serem representados na BC, por possuírem características que podem ser reconhecidas no conteúdo a ser apresentado ao aluno, os demais necessitam de interferência do autor do REA, pois são informações externas ao conteúdo, que está relacionado ao juízo de valor do autor

sobre o REA, apesar disso, os 11 serão explicados e representados nas próximas sessões.

Para estabelecer as regras de representação do conhecimento dos metadados é necessário identificar quais dados do mundo dos REA são relevantes para esta aquisição. Nos próximos subcapítulos apresentamos o caminho percorrido para formalizar o conhecimento desses metadados, trazendo as contribuições dos professores que participaram desta pesquisa e a proposta de uma taxonomia para formalizar o conhecimento a ser armazenado na BC.

5.1 Além da literatura, a opinião do professor sobre o uso dos metadados

Conforme definido na metodologia desta pesquisa, convidamos quatro professores para colaborar com esta pesquisa. A participação ocorreu por meio de um questionário contendo seis questões, conforme modelo apresentado no APÊNDICE C. Não foi objetivo deste estudo categorizar o perfil dos participantes, visto que a relevância de suas participações estava em coletar opiniões profissionais sobre a utilização de REA, no entanto apresentaremos que forma concisa o perfil desses participantes.

Os professores brasileiros atuam em universidades públicas federais, com tempo mínimo de atuação de 8 anos em suas respectivas áreas, desenvolvem atividades nos cursos de graduação em Formação de Professores e na Ciência da Computação. Participam de projetos relacionados a educação aberta, tecnológica e produção de REA, como por exemplo contribuições nos projetos Cátedra UNESCO⁷ e no site github⁸.

Os colaboradores espanhóis são professores em universidades situadas nas regiões autônomas de Aragão e Galícia, ambos com mais de 9 anos de atuação. Desenvolvem pesquisas sobre educação midiática, competências digitais, modelagem em 3D e educação ambiental. As plataformas utilizadas para a publicação de seus recursos educacionais são as redes sociais e o site OER Commons⁹.

⁷ Cátedra UNESCO em Educação a Distância da UnB (<https://educacaoaberta.org/>).

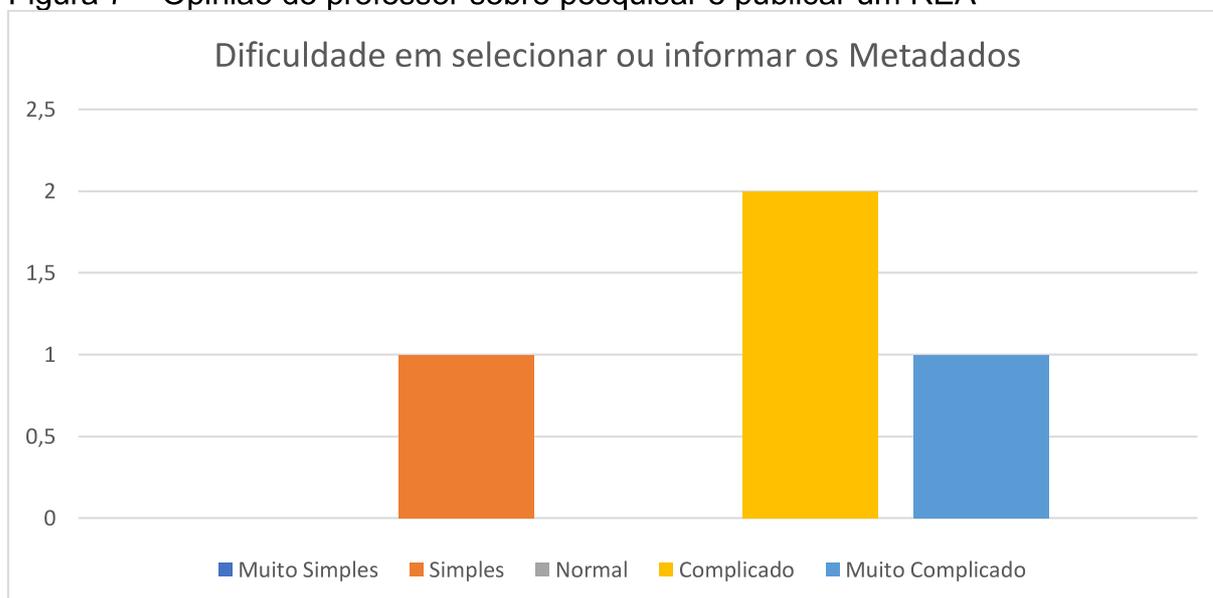
⁸ Site utilizado para disponibilizar projetos que sejam colaborativos e de livre acesso (<https://github.com/>).

⁹ Ambiente para publicação de recursos educacionais abertos (<https://www.oercommons.org/>).

As respostas enviadas pelos professores convidados podem ser conferidas no APÊNDICE E, omitimos os e-mails e informações que pudessem identificá-los, visto que não foi solicitado autorização para divulgar seus dados pessoais. Entretanto, caso seja de interesse do leitor, estas informações podem ser obtidas enviando uma solicitação para o e-mail do autor desta Tese. Os participantes foram identificados pelas siglas BR-01, BR-02, ES-01 e ES-02, correspondendo BR para os professores Brasileiros e ES para os Espanhóis.

A pergunta relacionada a atividade como autor ou utilizador de REA, foi questionado aos participantes a acerca da atividade de publicação e pesquisa de REA em repositórios, tendo como referência seus metadados. Em sua maioria os participantes consideraram esta tarefa de complicada a muito complicada, conforme ilustrado na Figura 7. Os valores obtidos condizem com a literatura apresentada no Capítulo 4, em que os autores destacam a complexidade e a ausência de informações nos metadados dos REA publicados nos repositórios.

Figura 7 – Opinião do professor sobre pesquisar e publicar um REA



Fonte: criado pelo autor.

O segundo questionamento sobre os metadados, planeou identificar quais recursos computacionais eram utilizados pelos professores no processo de criação de seus recursos educacionais, de forma unânime os editores de textos, planilhas eletrônicas, criadores de apresentações e editores de vídeos são os softwares mais

utilizados. Apesar de não está especificado na pergunta, identificamos que 50% dos professores utilizam softwares livres para a criação de seu material, não que seja uma exigência para a produção de REA, no entanto arquivos gerados em softwares livres possibilitam ser compartilhados sem grandes problemas, despreocupando-se se o destinatário terá condições financeiras para utilizar o software necessário para visualizar o conteúdo do REA.

A terceira pergunta técnica teve como propósito identificar se o professor utilizava algum recurso para informar os metadados do REA, principalmente no software utilizado para desenvolvê-lo. Os professores espanhóis desconhecem a presença desses recursos nos softwares que utilizam e os professores brasileiros fazem uso desta funcionalidade, informando os metadados disponíveis para preenchimento no software utilizados para sua criação. Entretanto, os próprios professores externaram que os metadados de características pedagógicas ou relacionados aos repositórios os quais os REA são publicados não são informados.

Encerrando os questionamentos, procurou-se saber dos professores participantes se eles conheciam ou utilizavam algum repositório ou software que auxiliasse no preenchimento dos metadados do REA que estava sendo publicado ou criado. Somente um dos participantes afirmou conhecer este recurso, principalmente em repositórios utilizados para publicar imagens e som, os demais professores desconhecem a existência deste tipo de recurso em suas práticas.

As contribuições dos professores corroboraram com esta pesquisa, no sentido de que suas opiniões refletem as inquietações apresentadas nas publicações científicas selecionadas para a análise do problema desta pesquisa. Há uma necessidade em promover ações que possam facilitar o processo de preenchimento dos metadados dos REA, sendo este o intuito desta Tese. Como contribuição para este tema, apresentamos nos próximos subcapítulos as etapas para a formalização da metodologia RAIME, a partir da construção de sua base de conhecimento.

5.2 Taxonomia para os Metadados

A taxonomia é um método de classificação que consiste em agrupar e organizar elementos com base em suas características comuns. Esse sistema foi desenvolvido a partir do século XVIII por estudiosos naturalistas, atualmente esta atividade está

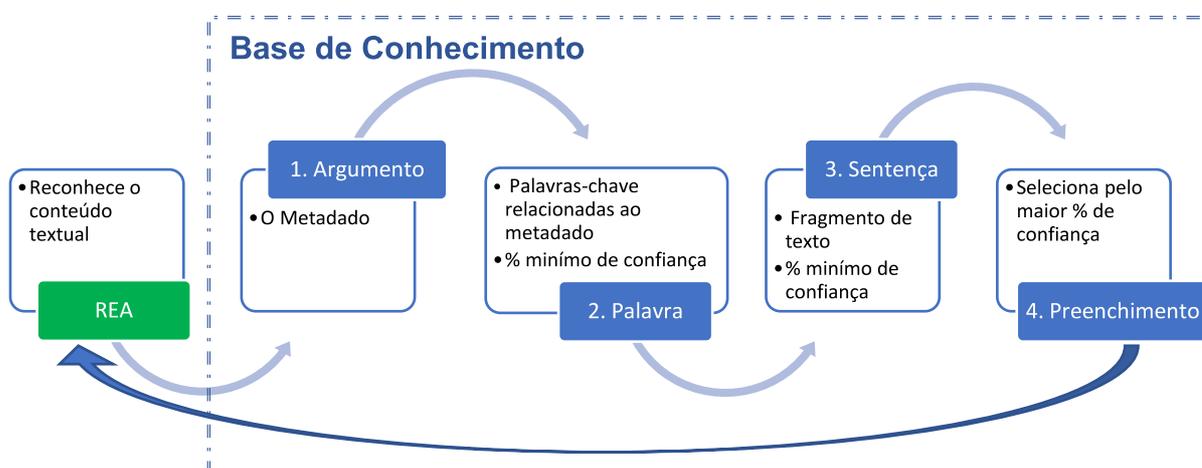
relacionada com a biologia e a geologia. A ideia era apresentar uma notação científica para atribuir nomes as novas espécies de flores e seres vivos que estavam sendo catalogados na época (PRESTES; OLIVEIRA; JENSEN, 2009).

A proposta de classificação científica taxonômica reconhecida e aceita pela comunidade é a do médico zoólogo Carl Nilsson Linnæus, nela o autor propõem a classificação, o agrupamento e a organização dos organismos vivos em ordens taxonômicas, estabelecendo assim uma metodologia para a identificação de uma nova espécie, de deveria ser organizada por: domínio, reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie (PRESTES; OLIVEIRA; JENSEN, 2009; REID, 2009).

Os conceitos da taxonomia tem conquistado diversos ramos do conhecimento, ultrapassando os limites da biologia, sendo utilizado no sentido de identificar, classificar e descrever grupos de qualquer elemento conhecido, e a representação do conhecimento é uma destas áreas que se apropriou dos modelos taxonômicos (CONDAMINES, 2018).

Para construir a representação sobre o conhecimento dos metadados educacionais, a serem reconhecidos pela BC, estabelecemos a seguinte classificação taxonômica: argumento, palavra, sentença e Preenchimento. Esta classificação e organização deverá ser utilizada para identificar quais informações serão sugeridas para o preenchimento dos valores do metadado de propósito educacionais. O fluxo de sua utilização está sendo representado na Figura 8.

Figura 8 – Etapas utilizadas para identificar um metadado na base de conhecimento.



Fonte: criado pelo autor.

A metodologia RAIME consiste em extrair o conteúdo textual do REA, utilizando as técnicas disponíveis de recuperação de informação (SOUZA, 2006; FONSECA REYNA; REYNA, 2012), e utilizar o conteúdo para formalizar a pergunta a ser realizada à BC, informando como parâmetros o texto extraído do objeto e os argumentos a serem identificados por ela. No modelo proposto nesta pesquisa, os argumentos a serem reconhecidos são os metadados de propósito educacional do padrão IEEE LOM. Para responder à pergunta a BC deverá executar quatro etapas, conforme apresentado na Figura 8 e descritas nas próximas subseções.

5.2.1 A definição do Argumento

Inicia-se a utilização da BC informando o texto e os metadados a serem preenchidos, identificamos esses metadados como sendo o Argumento a ser reconhecido pela BC. Considerando que existem diferentes padrões de metadados, sendo utilizados para catalogar e indexar REA em diferentes repositórios, o atributo Argumento permitirá o cadastramento de qualquer tipo de metadado, no entanto cabe ressaltar que a BC possui um crescimento exponencial, tendo como base de cálculo a sua lista de Argumentos, conforme a lista aumenta, a BC deverá ser alimentada com mais informações que possam reconhecer os elementos da lista.

Como regra para esta BC, os Argumentos devem ser representados por uma única palavra, essa norma tem por finalidade facilitar a construção da consulta a ser realizada a BC, pois ao utilizar os operadores lógicos *AND*, *OR*, *NOT*, entre outros, não será necessário a utilização das aspas ("") para considerar o Argumento como sendo um único parâmetro a ser considerado na comparação.

Em virtude da limitação do escopo desta pesquisa, os Argumentos a serem considerados para análise desta proposta serão os metadados de propósito educacionais do padrão IEEE LOM, conforme apresentados no item 5 do Quadro 3. Para atender a norma estabelecida para o cadastramento desses Argumentos, apresentamos no Quadro 9 as palavras únicas para identificar os metadados a serem reconhecidos pela BC.

Quadro 9 – Representação dos Argumentos para os metadados de propósito educacionais.

METADADO IEEE LOM DE PROPÓSITO EDUCACIONAL	IDENTIFICADOR NA BASE DE CONHECIMENTO
5.1 Tipo de interatividade	Interatividade
5.2 Tipo de recurso de aprendizagem	Tipo
5.3 Nível de interatividade	Nível
5.4 Densidade Semântica	Semântica
5.5 Usuário final principal	Usuário
5.6 Contexto	Contexto
5.7 Faixa de Idade	Idade
5.8 Dificuldade	Dificuldade
5.9 Tempo de aprendizagem	<i>Não Representado</i>
5.10 Descrição	<i>Não Representado</i>
5.11 Idioma	Idioma

Fonte: criado pelo autor.

Considerando a regra proposta, a forma de representar os metadados na BC pode variar conforme o modelo de trabalho ou padrão de metadado utilizado, entretanto a conversão apresentada na Quadro 9 está a título de exemplificação, tendo como base o padrão de metadados adotado por esta pesquisa.

5.2.2 A definição da Palavra

A segunda etapa de construção da BC é a identificação das palavras-chave que possam ser utilizadas para identificar a presença do Argumento no texto extraído do REA. Utilizando a mesma regra para a definição dos conteúdos permitidos nos Argumentos, as palavras-chave a serem informadas na BC devem ser em palavra única, evitando assim informar palavras-chave compostas.

Os valores presentes no atributo Palavra serão utilizados para verificar se o texto a ser analisado possui informações que sejam relevantes para a identificação dos valores presente no Argumento informado para a busca, em nossa proposta são os metadados de propósitos educacionais.

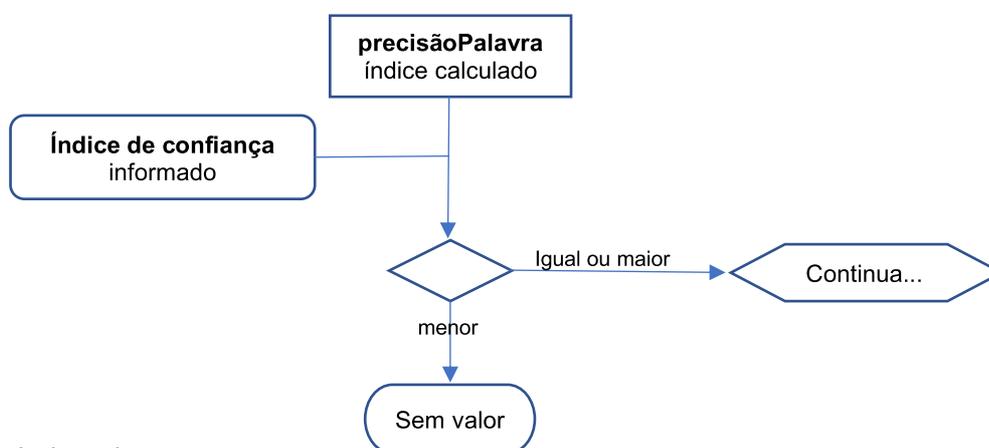
Junto com o registro das palavras-chave deverá ser informado qual percentual (%) de confiança que a BC deverá considerar para continuar o processo de identificação do metadado. Esse índice será verificado conforme o cálculo da fórmula da métrica de precisão, elaborada pela metodologia GQM e apresentada no subcapítulo 3.5, que trata sobre a metodologia de avaliação a ser utilizada nesta pesquisa. Ajustando as definições, a fórmula de cálculo do percentual de confiança a ser utilizada é:

$$precisãoPalavra = \frac{\text{quantidade de retornos relevantes}}{\text{quantidade total de palavras}}$$

O cálculo do índice de confiança *precisãoPalavra* tem por finalidade identificar o quanto o texto extraído do REA é relevante para a BC identificar as informações relacionadas aos metadados. Os valores possíveis de serem obtidos pela divisão da quantidade de palavras-chave encontradas no texto e pelo total de palavras-chaves presentes na BC estão na faixa de 0 (zero) a 1 (um), que podem ser transformados em percentuais que variam de 0% (zero por cento) a 100% (cem por cento).

Após calcular o índice *precisãoPalavra* o seu valor é comparado com o índice de confiança informado na BC, se o valor de *precisãoPalavra* for igual ou superior ao percentual de confiança informado na BC, o processo de identificação do metadado poderá continuar, caso contrário é informado que o valor do metadado não pode ser identificado, o fluxograma da Figura 9 representa a tomada de decisão sobre o índice de confiança do atributo Palavra.

Figura 9 – Fluxo de verificação do índice de confiança das palavras sobre o texto



Fonte: criado pelo autor.

O cálculo do nível de confiança tem por finalidade garantir a melhor performance no resultado da busca na BC, em razão de que somente Argumentos que obtiverem um nível de confiança igual ou superior ao índice de referência serão considerados na etapa de verificação das Sentenças. Este percentual de referência deverá ser informado levando em consideração quantas palavras são necessárias para certificar que o texto possui elementos que auxiliam na identificação dos valores do metadado, que pode variar de 0% (zero por cento) a 100% (cem por cento), não há um padrão a ser informado, deve-se levar em consideração o percentual que seja relevante para a área do conhecimento a qual a BC pertence.

Conforme demonstrado na Figura 9, os Argumentos que obtiverem o índice de confiança precisãoPalavra igual ou superior ao percentual de confiança estabelecido na BC serão considerados para a etapa de validação do atributo Sentença, sendo a última etapa para a definição dos valores a serem apresentados para o preenchimento dos metadados.

5.2.3 A definição da Sentença

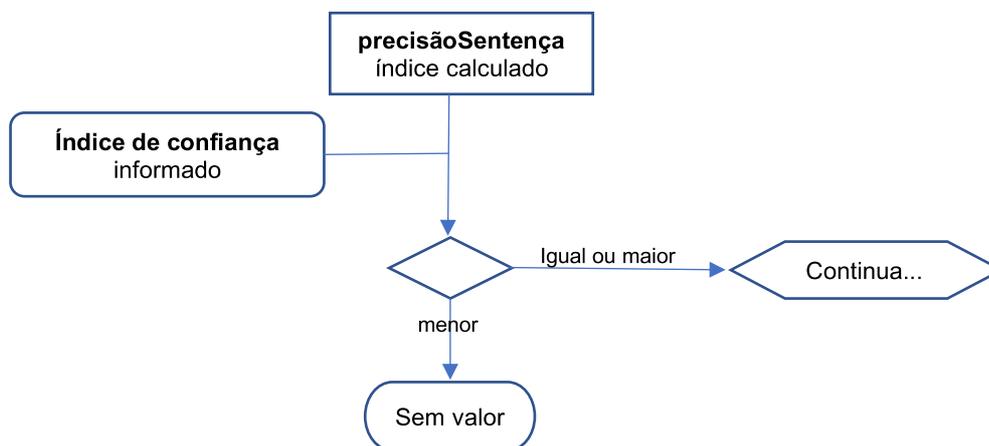
O atributo Sentença tem por finalidade armazenar fragmentos de textos que possam ser relacionados com uma ou mais palavras-chave informadas no atributo Palavra. As Sentenças devem ser construídas com no máximo 260 caracteres, considerando também os espaços em branco. Esse tamanho foi definido em virtude da limitação de alguns sistemas operacionais em manipular nomes de arquivos, definição de nome de tabela de dados e atributos de campos que sejam maiores que 260 caracteres, e como desejamos que a nossa BC seja utilizada em diferentes ambientes, a limitação faz-se necessária.

Seguindo a mesma linha de raciocínio sobre o índice de confiança estabelecido no atributo Palavra, o processo de busca deverá considerar somente as Sentenças que apresentarem um índice de precisãoSetença igual ou superior ao percentual de confiança informado na BC. O índice é calculado verificando a quantidade de sentenças textuais, informadas no atributo Sentença, e dividindo este resultado pelo número de sentenças conhecidas pela BC, utilizando a seguinte fórmula:

$$precisãoSentença = \frac{\text{quantidade de retornos relevantes}}{\text{quantidade total de Sentença}}$$

A divisão da quantidade de fragmentos encontrados no texto pela quantidade de Sentenças selecionadas pela BC resultará no índice de confiança *precisãoSentença*, que deverá estar na faixa de valores entre 0 (zero) e 1 (um). Após esta etapa a BC deverá informar o valor de sugestão para o preenchimento do metadado, conforme os valores conhecidos no atributo Valor, a Figura 10 apresenta o fluxo de validação do índice.

Figura 10 – Fluxo de verificação do índice de confiança das palavras sobre o texto



Fonte: criado pelo autor.

Ressaltamos que os índices *precisãoPalavra* e *precisãoSentença* são complementares, o processo de busca deverá utilizar as palavras-chave e as sentenças para elaborar a pesquisa a ser realizada no texto, e conforme os índices de confiança calculados, o valor a ser atribuído ao metadado é informado ao usuário.

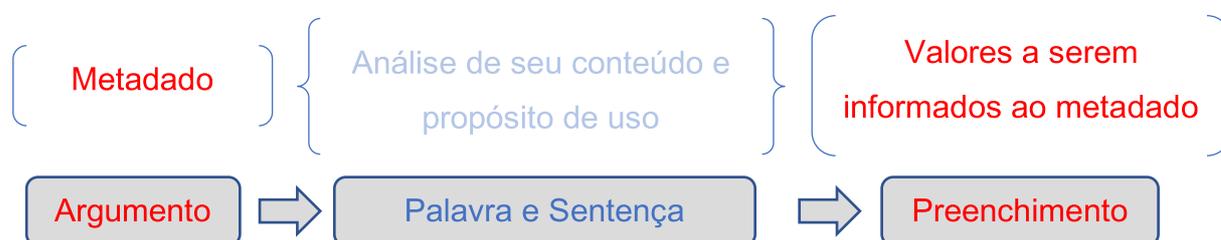
5.2.4 Definição do Preenchimento

As informações presentes no atributo Preenchimento são pré-estabelecidas na documentação do padrão de metadados utilizado no REA, nesta pesquisa foi considerado o padrão IEEE LOM.

Os valores de cada metadado é definido a partir de um entendimento sobre o conteúdo educacional proposto no REA, como por exemplo, em que contexto o

recurso pode ser utilizado ou qual é o seu público-alvo. Este processo de análise e reconhecimento do texto é o que propomos reproduzir ao utilizar a BC, em outras palavras, sugerir o preenchimento de um metadado a partir de um conteúdo armazenado em um REA. Representamos esta ação na Figura 11, em que utilizamos os atributos da taxonomia proposta na Figura 8 e a descrição da sua respectiva fase de aplicação.

Figura 11 – Fluxo para identificar o valor a ser preenchido em um metadado, utilizando a metodologia RAIME



Fonte: criado pelo autor.

Para que a BC possa sugerir qual informação a ser utilizada no preenchimento, a partir do [Argumento] informado, é necessário que o conteúdo do REA seja analisado pelas expressões presentes em [Palavra e Sentença], que a partir dos índices de confiança informados e calculados possa indicar qual [Preenchimento] poderá ser indicado como sugestão de valor para o metadado, conforme apresentado na Figura 11.

Os Argumentos a serem informados na BC serão os 9 metadados que identificam o propósito educacional de um REA, definidos pelo padrão IEEE LOM e identificados no Quadro 10. Para que este reconhecimento seja possível, faz-se necessário conhecer as características desses metadados, seus valores de preenchimento e construir uma representação de como eles podem ser identificados no REA. Para atender estes requisitos, utilizaremos a taxonomia de representação do conhecimento proposta na Figura 8 para formalizar esta representação na BC.

Quadro 10 – Metadados IEEE LOM e seus possíveis valores de preenchimento.

Argumento	Valor	Quantidade
Interatividade	Ativa, expositiva ou Mista	1
Tipo	Exercício, simulação, questionário, diagrama, figura, gráfico, índice, slide, tabela, texto narrativo, exame, experimental, declaração do problema, autoavaliação ou palestra.	≤ 10
Nível	Muito baixo, baixo, médio, Alto ou muito alto.	1
Semântica	Muito baixo, baixo, médio, Alto ou muito alto.	1
Usuário	Professor, autores, aluno ou gestores.	≤ 10
Contexto	Escola, ensino superior, treinamento ou outros.	≤ 10
Idade	10, 14, 12-18, 18-, etc.	≤ 5
Dificuldade	Muito fácil, fácil, médio, difícil ou muito difícil.	1
Idioma	“pt-BR”, “es”, “en”, “en-GB”, “de”, “fr-CA”, “it”, etc.	≤ 10

Fonte: recorte realizado pelo autor dos metadados de propósitos educacionais do padrão IEEE LOM (IEEE, 2002).

O padrão dos metadados da IEEE LOM, identificados no Quadro 10, é formado pela sua descrição, que iremos considerar como sendo o Argumento a ser identificado, e os seus valores, os quais pretendemos reconhecer no REA. Conforme o padrão selecionado, há metadados que devem receber somente um valor e outros que podem variar esta quantidade, conforme informações apresentadas na coluna Quantidade do referido quadro, por exemplo, o metadado Interatividade permite somente um valor e o metadado Contexto poderá receber até 10 (dez) valores para identificar o seu propósito educacional.

Para que seja possível reconhecer os Argumentos na BC é necessário que ela tenha informações prévias sobre o caminho a ser percorrido entre o Argumento e as informações que podem ser utilizadas para identificar o seu Preenchimento. Essa representação deve ser iniciada por um especialista da área do conhecimento para a qual o BC está sendo criada, entretanto, o conhecimento da base poderá ser atualizado à medida que for sendo utilizada, principalmente pelos professores no

processo de publicação de seus recursos, aumentando assim a capacidade de acerto da BC para novas pesquisas.

Com o propósito de exemplificar o uso da metodologia RAIME demonstrada nesta pesquisa, apresentaremos nos próximos subcapítulos a descrição dos valores permitidos para os 9 metadados educacionais IEEE LOM e o um modelo semântico como sugestão para representá-los na BC.

5.2.4.1 Metadado Tipo de Interatividade

Ao produzir um conteúdo com propósito educacional, seja no formato físico ou digital, o professor utiliza de diferentes metodologias com a intencionalidade de promover a aprendizagem, processo esse que poderá ocorrer a partir da interação do estudante com o conteúdo ou simplesmente pela sua observação.

Para o padrão de metadados IEEE LOM o atributo interatividade educacional tem por finalidade identificar esta interação, recomendando três tipos de classificação: ativa, expositiva ou mista. Esses valores são sugestões e podem ser ajustados conforme o domínio do conhecimento em que o REA será utilizado, no entanto, iremos considerar as descrições propostas na documentação da IEEE LOM (IEEE, 2002, 2011) como referência para a construção das regras a serem utilizadas na gestão da BC proposta.

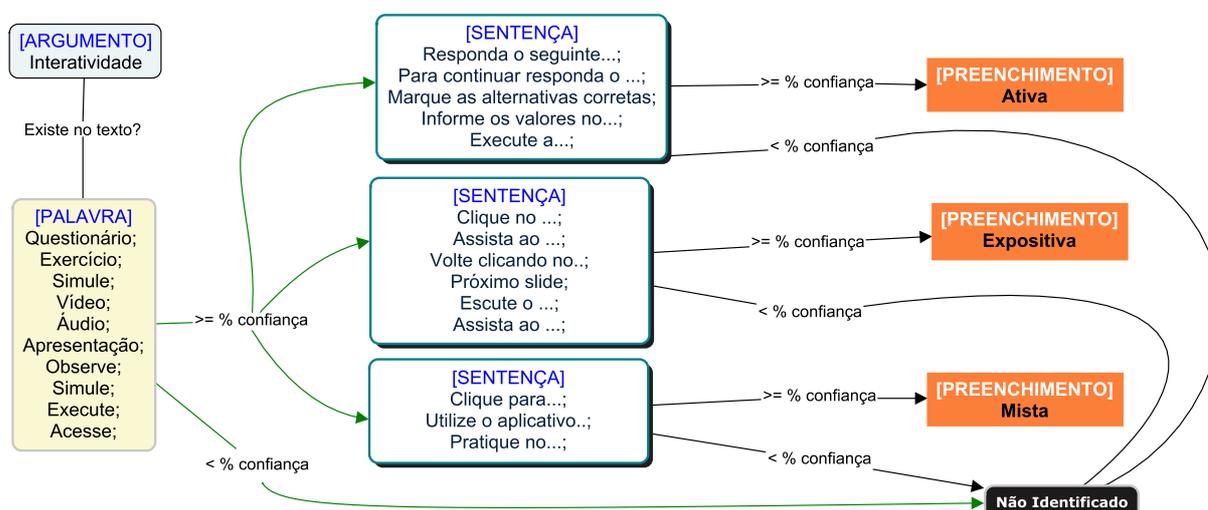
A interatividade – ativa – está associada a necessidade do estudante em executar uma ação que seja complementar ao ato de leitura do recurso, podendo ser com no próprio conteúdo que está sendo apresentado ou com objetos externos que possam gerar dados a serem inseridos no REA. A realização da interação torna-se requisito necessário para dar continuidade ao processo de aprendizagem proposto pelo REA e para estimular esta participação são sugeridos os seguintes métodos: simulações, questionários, exercícios, declaração de problemas e qualquer outra atividade de promova a coleta de dados.

A interatividade – expositiva – identifica que o conteúdo apresentado no REA requer do estudante a sua atenção na leitura, na visualização ou na navegação pelo recurso, isto significa que não há a necessidade de inserção de dados por parte do estudante. São exemplos deste tipo de recurso: conteúdos em hipertextos, vídeos, conteúdos em áudios, representações gráficas e textos em gerais.

A interatividade – mista – quando o recurso educacional combina os métodos ativos e expositivos para apresentar o conteúdo, ele é considerado como recurso misto. Um exemplo é a utilização de recursos de hipermídia com a disponibilização de simuladores ou emuladores após a apresentação da teoria, possibilitando ao estudante testar o modelo teórico apresentado a partir de modelo presente em outra plataforma ou programa de computador.

A partir do entendimento sobre os possíveis valores que podem ser atribuídos ao metadado Tipo de Interatividade, apresentamos na Figura 12 como representar este conhecimento na BC, utilizando a metodologia RAIME e os atributos taxonômicos definidos nesta pesquisa.

Figura 12 – Representação do conhecimento para o metadado Tipo de Interatividade.



Fonte: criado pelo autor.

A representação do conhecimento da Figura 12, inicia-se pela identificação de qual [Argumento] deseja-se reconhecer o seu valor de preenchimento, neste exemplo é o metadado Interatividade. No segundo momento é informado as palavras-chave que devem ser utilizadas para verificar a presença do valor do metadado no texto, esses dados são armazenados no atributo [PALAVRA]. A última etapa é a verificação das sentenças no texto, que podem ser informadas em um único grupo de [SENTENÇA] ou em vários grupos. Conforme o resultado do índice de confiança, das etapas anteriores, o valor de [PREENCHIMENTO] a ser atribuído ao metadado é sugerido pela BC.

Com o propósito de simular como este caminho pode ser percorrido, vamos selecionar na Figura 12 a palavra-chave Exercício, consideremos que o índice de

confiança atribuído ao conjunto [PALAVRA], para o [ARGUMENTO] a ser identificado, seja de 10% (dez por cento), logo, se o resultado do índice $\text{Índice}_{\text{Palavra}}$ retornar um valor igual ou superior a 0,1, passamos para a etapa de verificação das [SENTENÇA]. Nesta etapa, atestamos que o primeiro conjunto de [SENTENÇA] identificou quatro das cinco frações de texto, obtendo um índice $\text{Índice}_{\text{Sentença}}$ de 0,8. Sabendo que os grupos de palavras-chave possuem um índice de confiança de 60% (sessenta por cento), portanto o [PREENCHIMENTO] a ser sugerido a partir do [ARGUMENTO] informado será o de Tipo de Interatividade Ativa.

Se durante o cálculo dos índices de confiança dos grupos [PALAVRA] e [SENTENÇA], utilizando a fórmula apresentada no item 5.2.2, não identificar nenhum valor que seja igual ou superior aos índices de confiança estabelecidos na BC, o caminho a ser percorrido é a informação que o valor do [ARGUMENTO] não foi identificado.

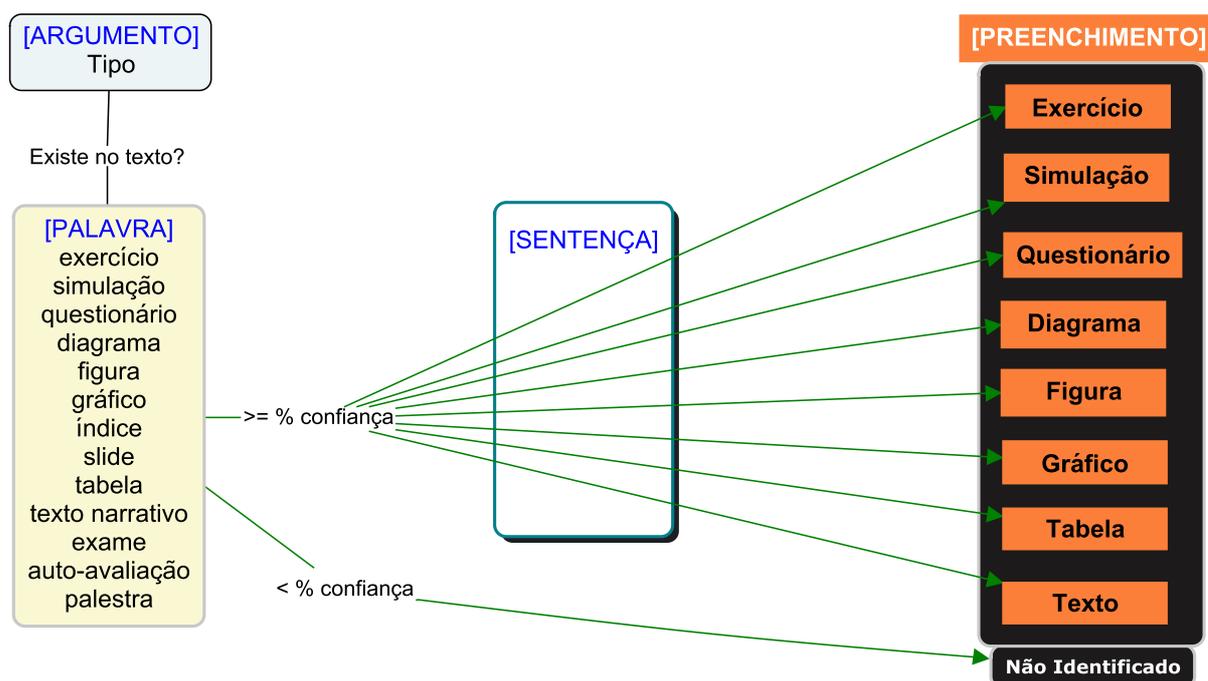
Os valores apresentados neste exemplo podem ser ajustados, modificados e adaptados conforme o domínio do conhecimento que se deseja configurar a BC, no entanto, os valores apresentados no atributo [ARGUMENTO] e em [PREENCHIMENTO] são fixos para o padrão de metadados IEEE LOM.

A lógica aplicada neste exemplo será aplicada nos demais metadados, a intenção é apresentar exemplos de como representar o conhecimento em cada um dos metadados utilizando a taxonomia proposta nesta pesquisa, podendo as palavras-chave e textos sentenças ser diferentes conforme o domínio de conhecimento que se deseja construir um BC.

5.2.4.2 Metadado Tipo de Recurso de Aprendizagem

A informação a ser atribuída ao metadado Tipo de Recurso está relacionada a prática educacional utilizada para apresentar o conteúdo ou medir o conhecimento sobre o tema apresentado, conforme pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 – Representação do conhecimento para o metadado Tipo de Recurso.



Fonte: criado pelo autor.

Ao utilizar a metodologia RAIME na representação do conhecimento, percebemos que as possíveis palavras-chave a serem informadas no atributo [PALAVRA] estavam diretamente relacionadas com as informações a serem informadas no atributo [PREENCHIMENTO], simplificando assim o processo de identificação deles. Pela simplicidade da representação do conhecimento, podemos omitir os elementos textuais no atributo [SENTENÇA], conforme demonstrado na Figura 13.

Considerando que é possível identificar o valor do [ARGUMENTO] a partir da primeira interação com a BC, podemos propor que o percentual de confiança para o índice confiançaPalavra seja satisfatório a partir de 1% (um por cento), permitindo que se no texto for encontrado pelo menos uma ocorrência das palavras-chave, a própria palavra será o valor a ser informado no metadado, dando assim por encerrado a busca pelo valor do metadado.

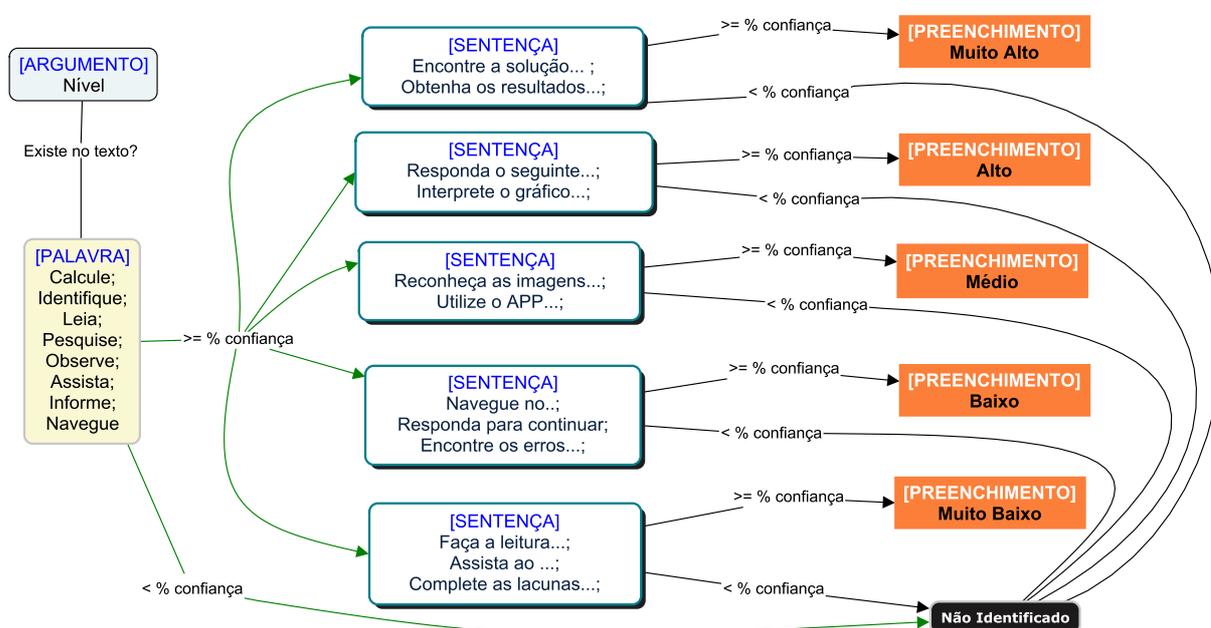
No entanto, pode acontecer que todas as palavras-chaves estejam presente no conteúdo do REA e satisfaça o percentual de confiança, caso isto ocorra o retorno deverá ser uma lista de valores, organizada do maior índice de confiança para o menor

índice, limitando a quantidade de dez valores que o metadado pode receber, conforme o Quadro 10, este metadado poderá receber até 10 (dez) valores de identificação.

5.2.4.3 Metadado Nível de interatividade

A informação a ser armazenada neste metadado refere-se ao nível de dificuldade que o estudante poderá ter ao interagir com o conteúdo proposto no REA, que pode ser de muito baixo a muito alto, conforme exposto na Figura 14.

Figura 14 – Representação do conhecimento para o metadado Nível de Interatividade.



Fonte: criado pelo autor.

Pela documentação apresentada na IEEE LOM, os valores deste metadado está diretamente relacionado com as informações presente no metadado Tipo de Interatividade, o qual foi apresentado na sessão 5.2.4.1. Ao definir um REA como Ativo, há uma possibilidade a interação com o seu conteúdo apresente um nível de dificuldade maior em relação a conteúdo que sejam elaborado no formato Expositivo. Em virtude disso, é possível considerar que as informações utilizadas nos atributos [PALAVRA] e [SENTENÇA] para reconhecer o metadado Tipo de Interatividade podem ser reutilizadas para validar os valores do metadado Nível de Interatividade, e

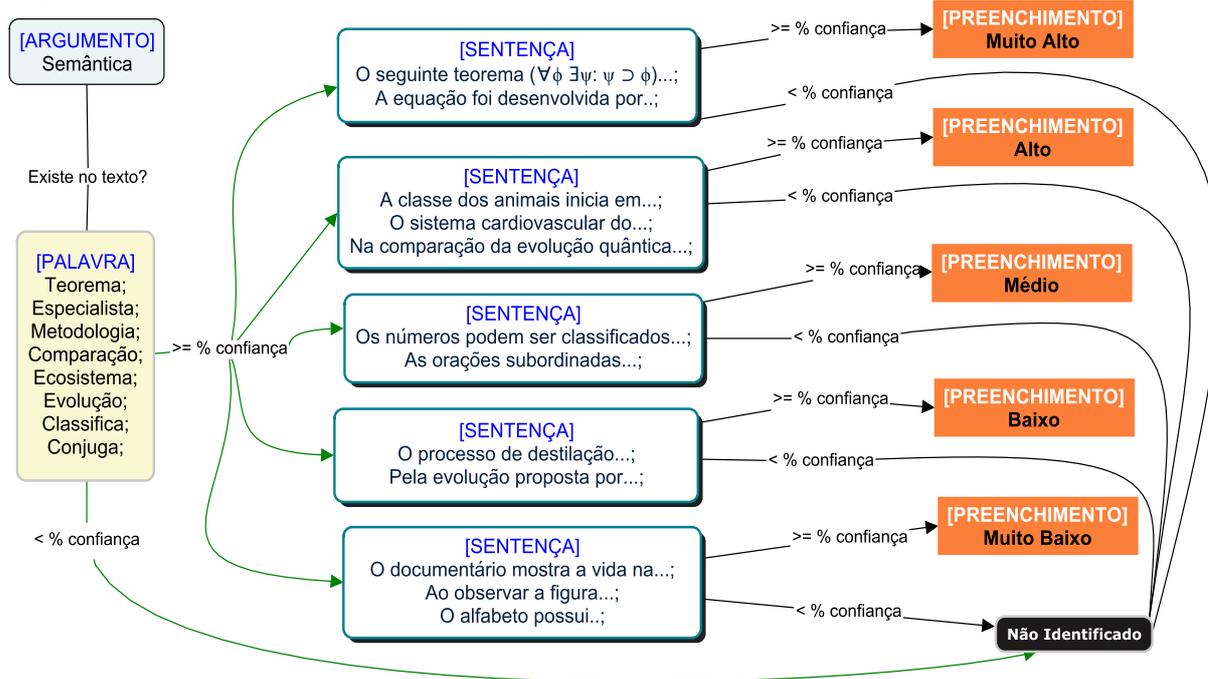
quando necessário ajustar os índices de confiança para identificar corretamente os valores.

Os exemplos de construção do conhecimento deste metadado partiu do princípio de que conteúdo que provoque no estudante ações de interpretações e entrada de dados podem ser considerados de nível alto, como por exemplo ao sugerir que se no texto ocorrer a presença das frações de texto “Encontre a solução...” ou “Obtenha os resultados...”, a depender do índice de confiança informado na BC, pode ser considerado como sendo um REA com o nível de interação Muito Alto.

5.2.4.4 Representação do conhecimento para o metadado Densidade Semântica

A densidade semântica de um REA está relacionada ao seu grau de concisão ao apresentar o seu conteúdo, buscando reconhecer se os conceitos estão sintetizados ou são apresentados de forma mais detalhada. À primeira vista, as informações a serem identificadas neste metadado assemelha-se ao nível de dificuldade que o estudante terá em utilizá-lo, no entanto a proposta é reconhecer se o REA pode ser utilizado como um conteúdo complementar ou se aborda o tema com conceitos mais abrangentes. A representação de seu conhecimento pode ser simulada conforme os elementos demonstrados na Figura 15.

Figura 15 – Representação do conhecimento para o metadado Densidade Semântica



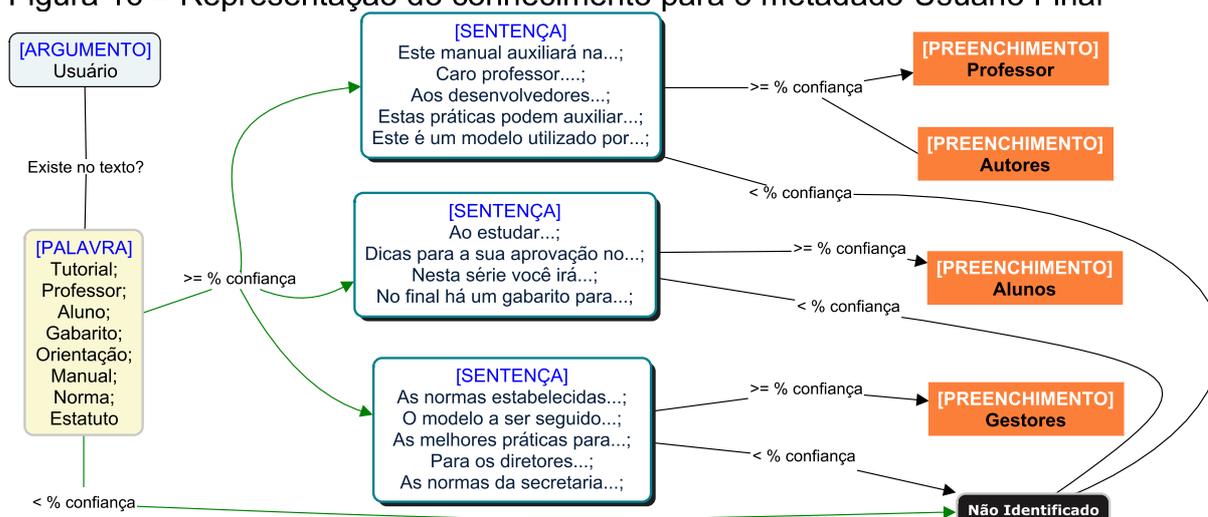
Fonte: criado pelo autor.

A representação do conhecimento do metadado Densidade Semântica apresentou uma característica diferente dos exemplos demonstrados até este momento, os conteúdos dos atributos [PALAVRA] e [SENTENÇA] requer informações que estejam mais próximas do conteúdo presente no REA, e para garantir um índice de confiança que possa atribuir corretamente o valor entre muito alto e muito baixo é necessário que a BC conheça em maiores detalhes a área de domínio do REA. Esta particularidade pode ser um problema, pois se a BC possuir representações que sejam muito específicas de um conteúdo específico, pode tornar-se muito grande e inviabilizar as rotinas de busca.

5.2.4.5 Metadado Usuário Final Principal

Levando em consideração que um REA pode ter diferentes públicos é necessário que identifiquemos para qual tipo de usuário o conteúdo do REA está contribuindo de forma mais eficiente. Este metadado poderá receber informações que classifique até 10 diferentes tipos de usuários, no entanto a documentação sugere a utilização de cinco grupos, professores, autores, alunos e gestores, como apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Representação do conhecimento para o metadado Usuário Final



Fonte: criado pelo autor.

Diferente das demais demonstrações sobre a aquisição de conhecimento sobre um metadado, a representação do metadado Tipo de Usuário Final (Figura 16) estabelece um índice de confiança igual para identificar que o metadado pode ser

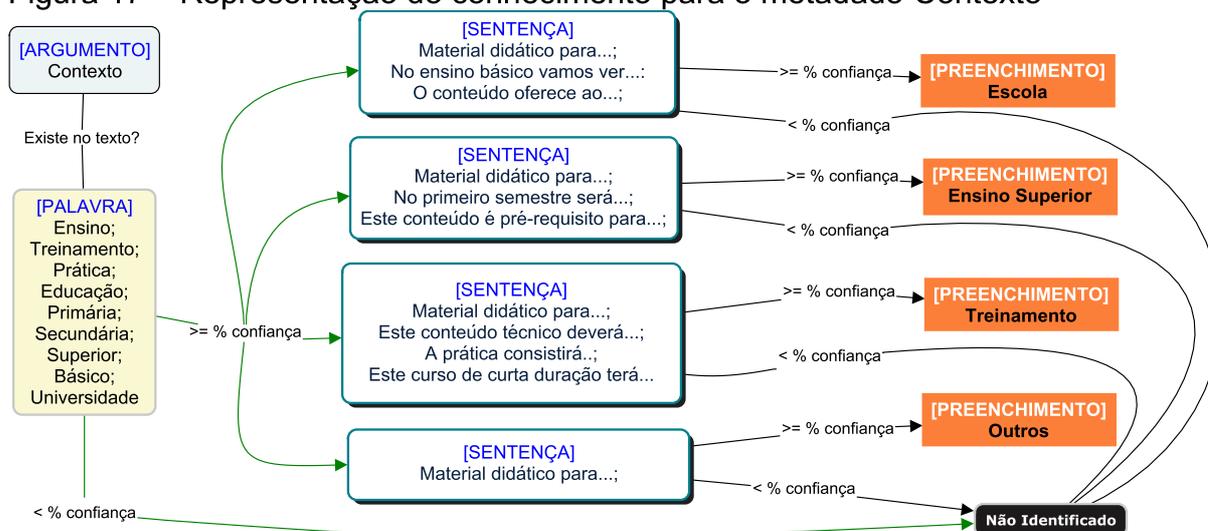
preenchido com as informações Professor e Autores, pois é permitido mais de um valor para este metadado. No exemplo consideramos que a presença dos segmentos de texto do primeiro conjunto de [SENTEÇA] podem atender ao índice de confiança que atribua os dois valores ao [ARGUMENTO]. Cabe ressaltar que para que as sentenças sejam verificadas é necessário que o índice de confiança das palavras-chave [PALAVRA] também sejam contemplados na verificação.

5.2.4.6 Metadado Contexto

Tem por finalidade indicar para qual ambiente escolar o REA foi elaborado, tendo como sugestões de preenchimento as opções: universitário, ensino fundamental, educação infantil, centro de treinamento e outros. Este metadado permite receber até 10 informações sobre onde ele pode ser utilizado, a

Figura 17 apresenta a representação do conhecimento para quatro tipos de ambiente.

Figura 17 – Representação do conhecimento para o metadado Contexto



Fonte: criado pelo autor.

Na representação da

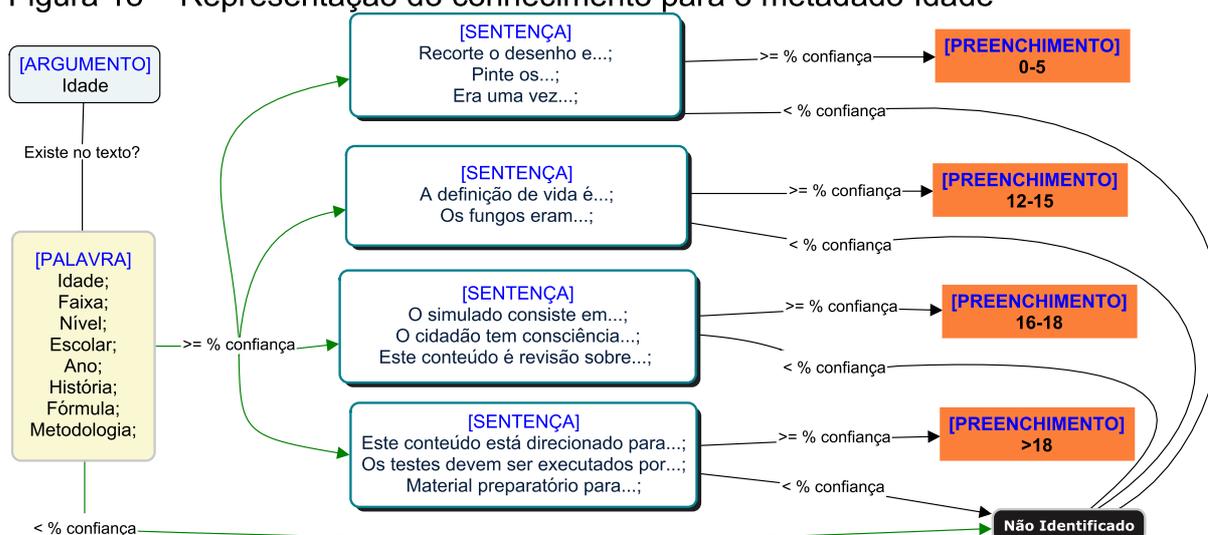
Figura 17 é possível identificar como os termos presente no atributo [PALAVRA] são complementares ao informados no atributo [SENTENÇA], sem que seja necessário conhecer qual é o conteúdo educacional presente no REA é possível combinar os dois conjuntos é formalizar trechos de textos que podem garantir um índice de confiança preciso.

5.2.4.7 Faixa de Idade

Se nos for dada a opção de indicar qual dos metadados possui maior relevância para a indexação de recursos educacionais, com certeza recomendaríamos o metadado que identifica a faixa de idade recomendada para a utilização do REA, entre as justificativas, podemos utilizar a idade para validar os valores de outros metadados, como por exemplo, o valor do metadado Usuário Final poderia ter o seu índice de confiança aumentado ao verificar a idade proposta para a utilização do recurso, se o REA é indicado para professores, com certeza a idade sugerida não poderia ser menor que 18 anos. A representação do conhecimento para este metadado é sugerida na

Figura 18.

Figura 18 – Representação do conhecimento para o metadado Idade



Fonte: criado pelo autor.

Conforme orientação da documentação do padrão IEEE LOM, os valores a serem informados neste metadado deve identificar a faixa que seja possível reconhecer a idade-mínima e/ou a idade-máxima para qual o REA é indicado. Apesar da simplicidade do valor a ser atribuído ao metadado, a representação de seu conhecimento requer um nível de detalhamento próximo a unidade de aprendizagem que se deseja ensinar, similar ao utilizado no metadado Densidade Semântica, portanto a BC pode tornar-se muito específica de uma determinada área do conhecimento e desta forma reduzir sua abrangência de uso.

Neste contexto, uma alternativa para minimizar um crescimento desproporcional da BC é envolver professores de diferentes áreas do conhecimento na elaboração de semânticas que possam facilitar a identificação da faixa etária que um conteúdo educacional é recomendado.

5.2.4.8 Metadado Dificuldade

Para identificar a dificuldade de utilização ou de interação que o usuário possa ter ao utilizar o REA, a documentação do padrão IEEE LOM sugere uma estratégia de combinação entre os valores presentes nos metadados Usuário Final (5.2.4.5), Contexto (5.2.4.6) e Idade (5.2.4.7) para deduzir a informação a ser atribuída ao metadado Dificuldade, conforme simulação apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 – Estratégia de utilização de metadados conhecidos para definir valor do metadado Dificuldade

Valores hipotéticos identificados para os respectivos metadados			Metadado
Usuário Final	Contexto	Idade	Dificuldade
Professor	Universitário	15 – 20	Muito fácil
Professor	Ensino Fundamental	7 – 10	Fácil
Aluno	Ensino Médio	15 – 18	Muito difícil
Aluno	Universitário	> 18	Difícil
Gestor	Ensino Técnico	14 – 22	Médio

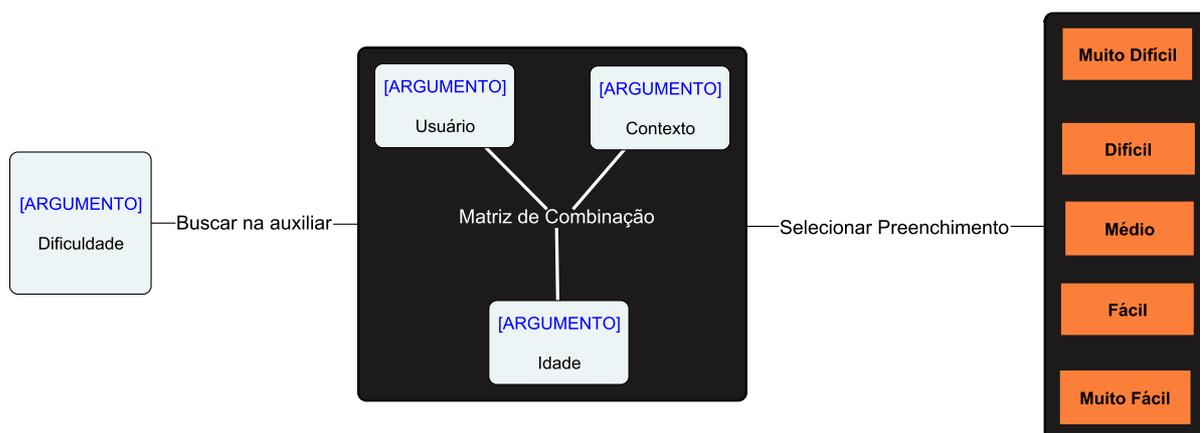
Fonte: criado pelo autor.

A estratégia consiste em relacionar as informações sobre para qual usuário o REA foi desenvolvido, em que contexto escolar será utilizado e para qual faixa etária o seu conteúdo está direcionado, e a partir dos valores conhecidos desses metadados, atribui-se ao metadado Dificuldade a informação que indica o seu nível de dificuldade. Os valores fictícios apresentados no Quadro 11 são um exemplo que como esta combinação por ser estabelecida.

Apesar de não ser possível fazer a representação do conhecimento do Metadado Dificuldade pela metodologia RAIME, consideramos que seja relevante acrescentar esta representação na BC, para ser utilizada como fonte auxiliar na identificação dos possíveis valores do metadado Dificuldade. Ressaltamos que a

estratégia é armazenar uma matriz, contendo as possíveis combinações de metadados que possam ser utilizados para deduzir o valor de um outro metadado, conforme apresentado no esquema da Figura 19.

Figura 19 – Representação de busca auxiliar para identificar o valor do metadado Dificuldade



Fonte: criado pelo autor.

A conexão da BC com esta representação auxiliar ocorrerá quando o Argumento informado for o Metadado Dificuldade, que passará a utilizar a estratégia apresentada na Figura 19. Neste fluxo, não existe ações de reconhecimento ou busca no padrão de recuperação de informação, o processo é de uma busca direta por valores conhecidos e estáticos. A Matriz de Combinação deve representar todas as possibilidades de combinação dos prováveis valores que podem ser atribuídos aos metadados Usuário, Contexto e Idade. Considerando as recomendações de valores propostas na documentação do padrão IEEE LOM para esses metadados, estima-se que a matriz de valores terá aproximadamente 256 registros.

5.2.4.9 Metadado Tempo de Aprendizagem

Este metadado foi proposto com o objetivo de identificar qual é o tempo necessário para trabalhar ou estudar o conteúdo presente no REA. Por exemplo, se a proposta educacional do REA for uma atividade destinada a orientar uma prática pedagógica do professor, a informação deverá estar relacionada ao tempo necessário para executar a prática com os estudantes. Por outro lado, se a proposta for uma

prática direcionada para avaliação do conhecimento, o tempo deverá indicar o limite máximo que o estudante terá para completar a atividade.

Em virtude das particularidades de como o tempo é estabelecido para o metadado Tempo de Aprendizagem, não foi possível, neste primeiro momento, apresentar uma proposta de reconhecimento deste valor nos conteúdos textuais dos REA.

5.2.4.10 Metadado Descrição

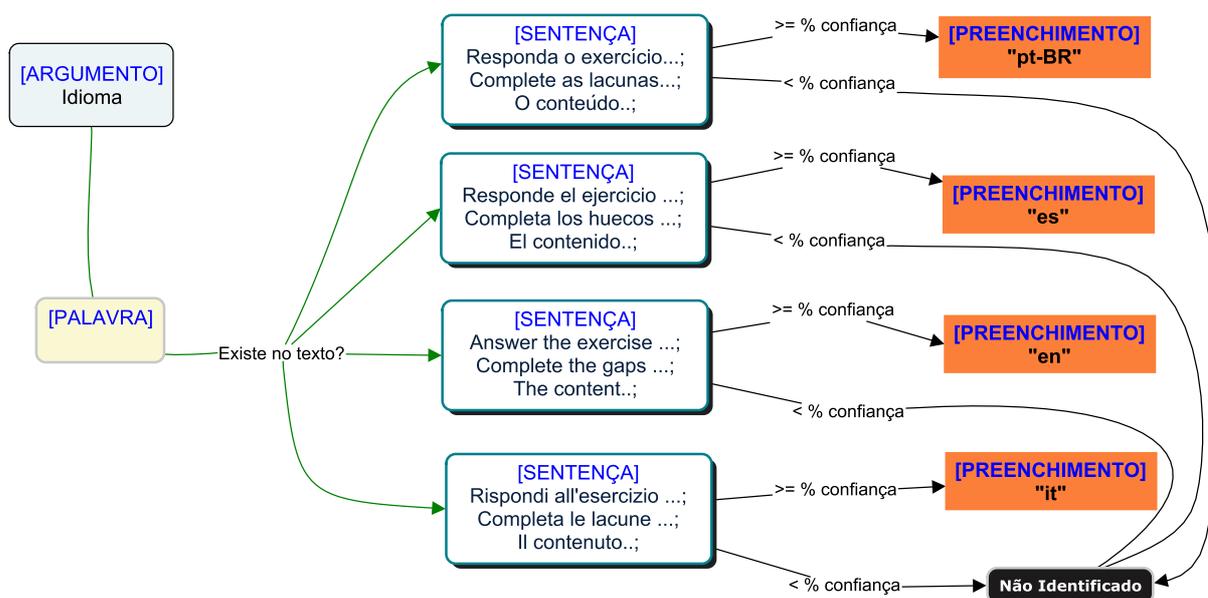
A proposta do metadado Descrição é receber do autor do REA orientações de como o recurso pode ser utilizado, a única regra para o seu preenchimento é que o texto contenha no máximo 1.000 caracteres, o que inviabiliza a construção de uma regra para o seu reconhecimento.

Como sugestão de abordagem para obter o texto que possa ser utilizado para o preenchimento deste metadado, seria sugerir ao autor do REA incluir em seu material uma marcação que apresente essas orientações, similar as seções de resumo que são utilizadas em artigos científicos. Caso este procedimento seja padronizado pelo repositório, a construção da regra de representação do conhecimento do metadado Descrição poderia ser incluída na BC.

5.2.4.11 Metadado Idioma

Atualmente os metadados que identificam as características físicas de arquivos digitais informam o idioma em que o arquivo foi gerado, no entanto as informações que estão armazenadas no arquivo podem estar em outro idioma, e o propósito do metadado Idioma é identificar o idioma utilizado para explicar o conteúdo educacional proposto no REA, a representação do conhecimento para identificar este metadado pode ser conferida na Figura 20.

Figura 20 – Representação do conhecimento para o metadado Idioma



Fonte: criado pelo autor.

A proposta do metadado Idioma é identificar qual é o principal idioma utilizado para expor o tema proposto no REA, podendo receber mais de um valor como referência. Em virtude disso, na representação da Figura 20, desconsideramos a utilização do atributo [PALAVRA], que ficará vazio, para o reconhecimento do valor do metadado, visto que a presença de algumas palavras-chave, estrangeiras ao texto principal, poderia interferir no índice de confiança, e com isso sugerir informações que não corresponda com o principal idioma.

Consideramos que a utilização do atributo [SENTENÇA] seja suficiente para reconhecer os idiomas utilizados pelo autor do REA para apresentar o seu conteúdo, principalmente se for utilizada expressões que aparecem com muita frequência nos conteúdos da área de domínio da BC. Os códigos para a representação dos idiomas a serem informados seguem a norma ISO 639.2¹⁰, que padroniza a representação de todos os idiomas conhecidos em siglas.

¹⁰ Norma ISO 639.2: <https://www.loc.gov/standards/iso639-2/langhome.html>

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação atual vive uma abundância de acessos a conteúdos educacionais que em outros tempos se imaginaria possível, a quantidade de informação disponível na internet e em diversos formatos, e por vezes de procedência e qualidade duvidosa, coloca o professor em situações de enfrentando no seu papel de educador.

Não é impossível ao educador assimilar a velocidade com que os alunos acessam os dados que são disponibilizados e modificados na Internet a todo o momento, cabe ao professor se adaptar a essa dinâmica, buscando se tornar um mediador do conhecimento, identificando ferramentas e recursos computacionais que possam ajudá-lo nessa odisséia. As possibilidades incluem a criação, publicação e intercâmbio de Recursos Educacionais Abertos (REA).

O uso de REA em atividades educacionais é um compromisso da UNESCO para promover a educação que seja de qualidade e universal. A proposta consiste em envolver profissionais de diferentes áreas do conhecimento no desenvolvimento desses recursos, utilizando diferentes tecnologias que possam ser de fácil utilização e disponibilizados gratuitamente. Nesse contexto, assume-se que os REA possam ocupar um lugar de destaque nas práticas pedagógicas dos professores.

Sabendo da importância dos REA para a democratização do conhecimento, busquei entender o universo de como são criados e disponibilizados na Internet. Dentre os relatos e experiências de diferentes professores e pesquisadores, a indexação e recuperação desses recursos é um fator preocupante, uma vez que a dificuldade de encontrar um REA tem impacto direto no processo de disseminação do conhecimento. E para contribuir com essa comunidade, apesar de minha curta caminhada em recursos abertos, procurei identificar por que a recuperação de REA se tornou um contratempo para a democratização desses recursos.

Durante a revisão bibliográfica realizada nesta tese, avancei em uma investigação que apresentou propostas inovadoras para identificar e recuperar REA nos repositórios. As propostas convergem na apresentação de soluções tecnológicas que auxiliem o professor e o aluno na tarefa de localizar os REA mais relevantes para seus processos de aprendizagem.

No entanto, mesmo que a proposta seja promissora, a falta de informações nos metadados dos REA dificulta o processo de identificação e recuperação desses recursos. Para consolidar os metadados como o meu objeto de estudo, além da revisão sistemática consultei alguns autores de REA sobre as dificuldades de se publicar e informar dados aos metadados, o parecer dos participantes confirmou as minhas hipóteses.

Percebendo que diferentes propostas de popularização de REA relatavam a falta de informações em seus metadados, venho propor a utilização da metodologia RAIME. A intenção é que ela seja utilizada para auxiliar o preenchimento dos metadados educacionais dos REA, e deste modo colaborar com diferentes projetos que usam os metadados de arquivos digitais para difundir o conhecimento.

Para alcançar este objetivo, de colaborar com o professor e com diferentes mecanismos de recuperação e apresentação de REA, propomos uma taxonomia (Figura 8) para a criação de uma base de conhecimento que possa ser utilizada conforme a metodologia RAIME, e a partir deste reconhecimento sugerir informações que sejam relevantes para o preenchimento de seus metadados.

Concebida de acordo com a estrutura e representação do conhecimento proposta no capítulo 5 desta tese, a metodologia RAIME baseou-se em métodos do domínio da inteligência artificial, mas especificamente técnicas para o aprendizado de máquinas. A representação do referido modelo lista os principais termos a serem utilizados para identificar determinada informação, bem como as combinações de possíveis caminhos que possam levar a informação que satisfaça o argumento de busca.

Estou convencido de que os metadados são importantes para a popularização dos REA, tanto pelas dificuldades identificadas na literatura quanto pelas opiniões apresentadas pelos participantes, por isso é necessário desenvolver ações que possam contribuir para a divulgação dos REA e assim fortalecer acesso ao conhecimento.

Apesar da existência de alguns entraves, é fundamental destacar os avanços no desenvolvimento de soluções tecnológicas que buscam eliminar a limitação no uso de metadados dos REA, envolvendo profissionais de diferentes áreas do conhecimento, e a construção de uma base de conhecimento à qual esses atores

possam acessar e atualizar melhorará o processo de democratização da educação, por meio de uma catalogação universal de REA.

6.1 Pesquisas futuras

Este estudo contribuiu para ampliar a compreensão da importância dos metadados para a disseminação de conteúdos digitais, com especial atenção aos Recursos Educacionais Abertos. Porém, diante da necessidade de ampliar e viabilizar o uso prático da base de conhecimento proposta nesta pesquisa, sugere-se a ampliação desta proposta com as seguintes pesquisas futuras.

- a) Formalizar a estrutura do banco de dados ser utilizado para armazenar o conhecimento a ser representado pela base de conhecimento, uma vez que os dados são gerados é necessário que eles sejam persistentes para serem consultados novamente. Entre os procedimentos a serem observados está a validação de qual servidor de banco de dados utilizar para disponibilizar um grande volume de dados na internet, avaliando sua eficiência para o modelo proposto nesta pesquisa.
- b) Implementar a interface gráfica a ser utilizada para alimentar a base de conhecimento, que seja uma aplicação de fácil utilização e que possa ser disponibilizada na internet e executada por dispositivos móveis.
- c) Analisar e propor o melhor método a ser utilizado para realizar a inferência na base de conhecimento, essa ação consiste em definir qual linguagem de programa oferece os melhores recursos para implementar as regras propostas para a manipulação da base de conhecimento.

Os estudos futuros estão diretamente relacionados à aplicação de tecnologias de desenvolvimento de software ou ao uso de soluções já consagradas, mas deve-se destacar que as escolhas devem ser baseadas no uso de tecnologias de acesso aberto, que suas licenças permitem o uso livre, que possa ser aprimorado por

diferentes desenvolvedores, ser remixados em diferentes idiomas e ser distribuídos gratuitamente, ou seja, que possuem a "alma" de um REA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHOUR, H.; ZOUARI, M. Multilingual learning objects indexing and retrieving based on ontologies. In: World Congress on Computer and Information Technology (WCCIT), **Anais...** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGY (WCCIT). jun. 2013.

ALGHANNAM, B. A.; ALMOUMEN, S.; ALMAYYAN, W. Web Development in Applied Higher Education Course: Towards a Student Self-Regulation Approach. **International Journal of Computer Science and Information Security**, v. 16, n. 9, p. 164–179, set. 2018.

ALHARBI, A. H. Health informatics e-learning object repository HiLOR. In: 2017 International Conference on Informatics, Health Technology (ICIHT), Riyadh. **Anais...** In: 2017 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS, HEALTH TECHNOLOGY (ICIHT). Riyadh: fev. 2017.

ALVES, W. A. L.; ARAÚJO, S. A. de; LIBRANTZ, A. F. H. Reconhecimento de padrões de texturas em imagens digitais usando uma rede neural artificial híbrida. **Exacta**, v. 4, n. 2, p. 325–332, 2006.

AMIEL, T.; SOARES, T. C. Identifying Tensions in the Use of Open Licenses in OER Repositories. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 17, n. 3, 16 maio 2016. Disponível em: <<http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/2426>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

APARICI, R.; OSUNA ACEDO, S. La cultura de la participación. **Revista Mediterránea de Comunicación**, v. 4, n. 2, p. 137–148, 2013.

ARAÚJO, C. A. V. et al. Uso de recursos educacionais na aprendizagem significativa das disciplinas CDD e CDU do curso de biblioteconomia. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 516–532, 13 dez. 2018.

ARRUDA, E. P. EDUCAÇÃO REMOTA EMERGENCIAL: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. **EmRede - Revista de Educação a Distância**, v. 7, n. 1, p. 257–275, 15 maio 2020.

ASSIS, P. L. M. E. de. Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 29, n. 51, p. 428–434, 2015.

ATENAS, J.; HAVEMANN, L. Questions of Quality in Repositories of Open Educational Resources: A Literature Review. **Research in Learning Technology**, v. 22, 24 jul. 2014. Disponível em: <<https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/1419>>. Acesso em: 11 maio. 2019.

ATKINSON, J. et al. Web Metadata Extraction and Semantic Indexing for Learning Objects Extraction. **Applied Intelligence**, v. 41, n. 2, p. 649–664, 1 set. 2014.

BAILEY, W. **What is ADL SCORM?** Cetus Publications, set. 2005. . Disponível em: <<http://publications.cetus.org.uk/2005/235>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

BARRETO, J. M. **Inteligência artificial no limiar do século XXI**. 3ª Edição ed. Florianópolis/PR - Brasil: Ed. J. M. Barreto, 2001.

BARROS, M. das G.; CARVALHO, A. B. J. As concepções de Interatividade nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem. In: SOUSA, R. P. DE; MOITA, F. DA M. C. DA S. C.; CARVALHO, A. B. G. (Ed.). **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p. 24.

BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. The Goal Question Metric Approach. In: **Encyclopedia of Software Engineering**. [s.l.] Wiley, 1994.

BERNERS-LEE, T. **On Simplicity, Standards, and “Intercreativity”**, 1997a. . Disponível em: <<https://www.w3.org/People/Berners-Lee/1997/w3j-3-iview.html>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

BERNERS-LEE, T. **Realising the Full Potential of the Web**. Disponível em: <<https://www.w3.org/1998/02/Potential.html>>. Acesso em: 20 maio. 2021b.

BERTOLETTI-DE-MARCHI, A. C.; COSTA, A. C. da R. Uma proposta de padrão de metadados para objetos de aprendizagem de museus de ciências e tecnologia. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 2, p. 10, 2004.

BOLETTIERI, P. et al. Automatic metadata extraction and indexing for reusing e-learning multimedia objects. In: Workshop on multimedia information retrieval on The many faces of multimedia semantics, New York, NY, USA. **Anais...** New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 28 set. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/1290067.1290072>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

BORGES, F. F.; AMARAL, M. de A.; TELES, L. F. Contribuição da Temática Objetos de Aprendizagem e seus Metadados em Artigos Científicos na Área de Educação. In: GABRIELLA ROSSETTI FERREIRA (Ed.). **Educação e Tecnologias: Experiências, Desafios e Perspectivas 2**. 1. ed. Ponta Grossa – PR/Brasil: Atena Editora, 2019. 2p. 283–295.

BORGES, F. F.; TEIXEIRA, J. A.; ACEDO, S. O. Uso de repositórios de recursos educacionais abertos nas práticas pedagógicas: uma revisão sistemática. **RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 19, n. 2, p. 115–133, 2020.

BRAGA, H. C. dos R.; COELHO, C. J. Reconhecimento de Padrões em Imagem Empregando Aprendizagem Profunda. **CIPEEX**, v. 2, p. 2629–2631, 2018.

BRAGA, J. (ed.). **Objetos de Aprendizagem Volume 1: introdução e fundamentos**. Santo André: UFABC, 2015. v. 1

BULEGON, A. M.; MUSSOI, E. M. Pressupostos Pedagógicos de Objetos de Aprendizagem. In: TAROUCO, L. M. R. et al. (Ed.). **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre - RS: CINTED/UFRGS, 2014. p. 54–75.

CanCore: Canadian Core Learning Metadata Application Profile. Disponível em: <<http://cancore.athabasca.ca/en/>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

CANTERO-CHINCHILLA, F. N. et al. Innovative Student Response System Methodologies for Civil Engineering Practical Lectures. **Technology, Knowledge and Learning**, v. 25, n. 4, p. 835–852, 13 maio 2019.

CAPES, C. de A. de P. de N. S. **Documento de orientação de avaliação: Critérios de Classificação Qualis - Ensino**. Brasília: Ministério da Educação, 2014. .

CAPUANO, N.; MIRANDA, S.; ORCIUOLI, F. IWT: A Semantic Web-based Educational System. In: IV Workshop of the AI*IA Working Group on Artificial Intelligence & e-Learning, Reggio Emilia (Italy). **Anais...** In: XI INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ITALIAN ASSOCIATION FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Reggio Emilia (Italy): 2009.

CARVALHO, M. Recursos educacionais abertos na Universidade Aberta. A rede como estratégia de comunicação e sustentabilidade. **Cadernos BAD**, v. 0, n. 1, p. 201–211, 14 jan. 2019.

CARVALHO, R. E. **Removendo Barreiras Para a Aprendizagem. Educação Inclusiva**. Porto Alegre: Mediação, 2000.

CASOLA, K. **MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS : Primeiros Passos com Python**. 1ª Edição ed. [s.l: s.n.]

CASTRO, L. N. de; FERRARI, D. G. **Introdução a Mineração de Dados: Conceitos básicos, algoritmos e aplicações**. 1ª edição ed. Pinheiros, SP – Brasil: Saraiva Educação S.A., 2016.

CERÓN-FIGUEROA, S. et al. Instance-Based Ontology Matching for e-Learning Material Using an Associative Pattern Classifier. **Computers in Human Behavior**, v. 69, p. 218–225, 1 abr. 2017.

CHAKCHOUK, M.; GIANNINI, S. **Call for Joint Action: Supporting Learning and Knowledge Sharing through Open Educational Resources (OER)**UNESCO, , 28 abr. 2020. Disponível em: <https://en.unesco.org/sites/default/files/covid19_joint_oer_call_en.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

CIFRANTIGA. **Como uma onda (Zen surfismo)**Cifrantiga, 12 jun. 2006. . Disponível em: <<https://cifrantiga3.blogspot.com/2006/06/como-uma-onda-zen-surfismo.html>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

ÇINICI, M. A.; ALTUN, A. Reusable content matters: a learning object authoring tool for smart learning environments. **Smart Learning Environments**, v. 5, n. 1, p. 10, 17 ago. 2018.

CONDAMINES, A. Terminological knowledge bases From Texts to Terms, from Terms to Texts. In: **The Routledge Handbook of Lexicography**. 1st Edition ed. New York: Routledge, 2018. p. 18.

COSTA, E. et al. Mineração de Dados Educacionais: Conceitos, Técnicas, Ferramentas e Aplicações. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 1–29, 4 fev. 2013.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Luciana de Oliveira Da Rocha. 2ª ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2007. v. 1

CRESWELL, J. W.; SILVA, D. da; ROSA, S. M. da. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa: Escolhendo entre Cinco Abordagens**. Edição: 3ª ed. Porto Alegre/RS - Brasil: Penso, 2014.

D'ANTONI, S.; SAVAGE, C. **Open educational resources: conversations in cyberspace**. Paris/France: UNESCO, 2009.

DHARINYA, V.; KANNAN, M. K. J. Effective retrieval of text and media learning objects using automatic annotation. **World Applied Sciences Journal**, v. 27, p. 123–129, 1 jan. 2013.

DOBREVA-MCPHERSON, M.; KIM, Y.; ROSS, S. Automated Metadata Generation. **DCC | Digital Curation Reference Manual ISSN 1747-1524**, v. <http://www.dcc.ac.uk/resources/curation-reference-manual/completed-chapters/automated-metadata-extraction>, 1 nov. 2013.

DOWNES, S. Models for Sustainable Open Educational Resources. **Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning**, v. 3, p. 029–044, 2007.

DUBLIN. **DCMI Metadata Terms**. Disponível em: <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/>. Acesso em: 13 nov. 2019.

Dublin **Core™ Metadata Initiative**. Disponível em: <http://dublincore.org/specifications/dublin-core/>. Acesso em: 27 jan. 2021.

FAZENDA, I. **Interdisciplinaridade. História, Teoria e Pesquisa**. Edição: 18ª ed. Campinas: Papyrus, 1994.

FERLIN, J. et al. Metadados Essenciais: Uma Metodologia para Catalogação de Objetos de Aprendizagem no Repositório Digital ROAI. **Anais do Workshop de Informática na Escola**, v. 1, n. 1, p. 1147–1156, 20 jun. 2010.

FERNÁNDEZ, T.; DIAS, B. Objetos de aprendizagem poéticos: máquinas para construir territórios de subjetivação. In: Anais do 24º Encontro Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas, Santa Maria/RS. **Anais...** In: COMPARTILHAMENTO NA ARTE: REDES E CONEXÕES. Santa Maria/RS: ANPAP, 2015.

FERNÁNDEZ-VILLAMOR, J. I.; IGLESIAS, C.; GARIJO, M. **Scraping Ontology Specification**. Disponível em: <https://www.gsi.upm.es/ontologies/scraping/>. Acesso em: 15 fev. 2021.

FONSECA REYNA, Y.; REYNA, Y. C. F. Recuperación de la información: taxonomía de sus modelos. **Revista Cubana de Ciencias Informáticas**, v. 6, n. 2, 16 set. 2012. Disponível em: [https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path\[\]=200](https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path[]=200).

FONTANA, L. L. O Ensino de arte a partir da proposição de Objetos de Aprendizagem Poéticos. **Revista Matéria-Prima**, v. 7, n. 3, p. 139–150, set. 2019.

FRANÇA, P. C. Conceitos, classes e/ou universais: com o que é que se constrói uma ontologia? **Linguamática**, v. 1, n. 1, p. 105–121, 6 abr. 2009.

FUJITA, M. S. L.; LEIVA, I. G.-. Avaliação da indexação por meio da recuperação da informação. **Ciência da Informação**, v. 43, n. 1, 2014. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1418>>. Acesso em: 24 out. 2019.

FULANTELLI, G. et al. The Open Learning Object Model to Promote Open Educational Resources. **Journal of Interactive Media in Education**, v. 2008, n. 1, p. Art. 9, 5 maio 2008.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. de S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 2, p. 335–342, 2015.

GAONA-GARCÍA, P.; MARÍN, C.; GAONA-GARCÍA, E. Model of Learning Objects Exchange between LCMS Platforms through Intelligent Agents. **Ingeniería y Universidad**, v. 19, p. 145, 30 jul. 2015.

GARCÍA-PEÑALVO, F. J. **Mapeos sistemáticos de literatura, revisiones sistemáticas de literat...** Educación presentado em Grupo GRIAL. Salamanca/España, 27 nov. 2017. Disponível em: <<https://es.slideshare.net/grialusal/mapeos-sistemicos-de-literatura-revisiones-sistemicas-de-literatura-y-benchmarking-de-programas-formativos/grialusal/mapeos-sistemicos-de-literatura-revisiones-sistemicas-de-literatura-y-benchmarking-de-programas-formativos>>. Acesso em: 19 nov. 2020.

GASPARETTI, F. et al. Prerequisites between Learning Objects: Automatic Extraction Based on a Machine Learning Approach. **Telematics and Informatics**, SI: EduWebofData. v. 35, n. 3, p. 595–610, 1 jun. 2018.

GASQUE, K. C. G. D. **Objetos de Aprendizagem para o Letramento Informacional**.

GAYOSO-CABADA, J.; RODRÍGUEZ-CEREZO, D.; SIERRA, J. Learning object repositories with dynamically reconfigurable metadata schemata. In: 2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE), **Anais...** In: 2016 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIIE). set. 2016.

GIBBONS, A. S.; NELSON, J. The nature and origin of instructional objects. In: **The Instructional Use of Learning Objects: Online Version**. Bloomington IN: AECT: D. A. Wiley, 2000. p. 25–58.

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

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A.; DE LA PRIETA, F.; LÓPEZ, V. F. Hybrid Multiagent System for Automatic Object Learning Classification. (E. Corchado, M. Graña Romay, A. Manhaes Savio, Eds.) In: Hybrid Artificial Intelligence Systems, **Anais...** Springer Berlin Heidelberg, 2010.

GIL, J. Interconectados apostando por la construcción colectiva del conocimiento aprendizaje móvil en educación infantil y primaria. **Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación**, p. 1–15, 2018.

GUDONIENE, D.; RUTKAUSKIENE, D.; DAGIENE, V. Search, Exchange and Design of Learning Objects in Learning Objects Repositories. (V. L. Uskov, R. J. Howlett, L. C. Jain, Eds.) In: Smart Education and e-Learning, Cham. **Anais...** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART EDUCATION AND SMART E-LEARNING. Cham: Springer International Publishing, 2017.

GUEMMAT, K. E.; OUAHABI, S. A Semantic Distances-Based Approach for a Deeply Indexing of Learning Objects. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 14, n. 06, p. 27–40, 29 mar. 2019.

HANIEF BHAT, M. Interoperability of Open Access Repositories in Computer Science and IT – an Evaluation. **Library Hi Tech**, v. 28, n. 1, p. 107–118, 9 mar. 2010.

HENDEZ, M.; ACHOUR, H. Keywords extraction for automatic indexing of e-learning resources. In: World Symposium on Computer Applications Research (WSCAR), Sousse, Tunisia. **Anais...** In: WORLD SYMPOSIUM ON COMPUTER APPLICATIONS & RESEARCH (WSCAR). Sousse, Tunisia: jan. 2014.

HERNANDEZ-SAMPIERI, R. **Metodologia de La Investigacion**. 6ª Edição ed. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana de España S.L., 2014.

HODGINS, H. W. The future of learning objects. In: WILEY, D. A. et al. (Ed.). **The Instructional Use of Learning Objects**. Bloomington, Indiana: Printed by Tichenor Printing, 2002. p. 299.

HUANG, R. et al. **Guidance on Open Educational Practices during School Closures: Utilizing OER under COVID-19 Pandemic in line with UNESCO OER Recommendation**. Beijing: Smart Learning Institute of Beijing Normal University.: UNESCO, 2020. v. 1

IEEE, I. de E. E. e E. IEEE Standard for Learning Object Metadata - IEEE Std 1484.12.1™-2002(R2009). **Learning Technology Standards Committee of the IEEE Computer Society**, p. 1–39, 13 jun. 2002.

IEEE, I. de E. E. e E. IEEE-LOM: Standard for Learning Object Metadata - Corrigendum 1: Corrigenda for 1484.12.1 LOM (Learning Object Metadata). **Learning Technology Standards Committee of the IEEE Computer Society**, p. 1–24, maio 2011.

IMS GLOBAL, L. C. **IMS Learning Resource Meta-Data Information Model**. Disponível em: <http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmd_infov1p2p1.html>. Acesso em: 27 jan. 2021.

İNCE, M.; YIĞIT, T.; IŞIK, A. H. A Hybrid AHP-GA Method for Metadata-Based Learning Object Evaluation. **Neural Computing and Applications**, v. 31, n. S1, p. 671–681, 2017.

INSIGHT, O. **Data in, insights out: why AI needs robust data to be effective.** Disponível em: <<https://medium.com/swlh/data-in-insights-out-why-ai-needs-robust-data-to-be-effective-2168b5c1730b>>. Acesso em: 10 maio. 2021.

JOYE, C. R.; MOREIRA, M. M.; ROCHA, S. S. D. Educação a Distância ou Atividade Educacional Remota Emergencial: em busca do elo perdido da educação escolar em tempos de COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e521974299–e521974299, 24 maio 2020.

JÚNIOR, C. B.; DORÇA, F. Uma Abordagem para a Criação e Recomendação de Objetos de Aprendizagem usando um Algoritmo Genético, Tecnologias da Web Semântica e uma Ontologia. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, v. 29, n. 1, p. 1533, 28 out. 2018.

KAUFMAN, D. O protagonismo dos algoritmos de Inteligência Artificial: observações sobre a sociedade de dados. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, v. 0, n. 17, 2018. Disponível em: <<https://ken.pucsp.br/index.php/teccogs/article/view/48589>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

KENSKI, V. M. Novos processos de interação e comunicação no ensino mediado pelas tecnologias. **Cadernos de Pedagogia Universitária**, p. 24, 2008.

KENSKI, V. M. Educação e Internet no Brasil. **Cadernos Adenauer: Internet e Sociedade**, v. XVI, n. 3/2015, p. 18, ago. 2015.

KLÁŠNJA-MILIĆEVIĆ, A. et al. Enhancing E-Learning Systems with Personalized Recommendation Based on Collaborative Tagging Techniques. **Applied Intelligence**, v. 48, n. 6, p. 1519–1535, 1 jun. 2018.

KNAPP, M. et al. Learning to Love the LOR: Implementing an Internal Learning Object Repository at a Large National Organization. **Medical Reference Services Quarterly**, v. 38, n. 2, p. 143–155, 3 abr. 2019.

KOUTROUMBAS, K.; THEODORIDIS, S. **Pattern Recognition (Fourth Edition)**. 4ª ed. Boston: Academic Press, 2008.

KOUTSOMITROPOULOS, D. A.; SOLOMOU, G. D. A Learning Object Ontology Repository to Support Annotation and Discovery of Educational Resources Using Semantic Thesauri. **IFLA Journal**, v. 44, n. 1, p. 4–22, 1 mar. 2018.

KURILOVAS, E.; KUBILINSKIENE, S.; DAGIENE, V. Web 3.0 - Based Personalisation of Learning Objects in Virtual Learning Environments. **Computers in Human Behavior**, v. 30, p. 654–662, 2014.

LANDR. **Metadados para Músicos: O Que É e Porque É de Vital Importância Entendê-los.** Disponível em: <<https://blog.landr.com/pt-br/metadados-para-musicos/>>. Acesso em: 19 maio. 2021.

LAUFER, C. **Guia de Web Semântica.** Disponível em: <<https://ceweb.br/guias/web-semantica/capitulo-1/>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

LEE, M.-C.; TSAI, K. H.; WANG, T. I. A Practical Ontology Query Expansion Algorithm for Semantic-Aware Learning Objects Retrieval. **Computers & Education**, v. 50, n. 4, p. 1240–1257, 1 maio 2008.

LEE, N.; GRIFFIN, Y.; AGUIRRE, I. Objetos de aprendizaje para el primer grado de la educación básica general en Panamá. **I+D Tecnológico**, v. 14, p. 5–13, 2 jan. 2018.

LÉVY, P. **A Inteligência Coletiva - por uma antropologia do ciberespaço**. Tradução Luiz Paulo Rouanet. 10ª ed. São Paulo - Brasil: Edições Loyola, 2015.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, v. 140, p. 1–55, 1932.

LOPES, M. C. S. **Mineração de Dados Textuais Utilizando Técnicas de Clustering para o Idioma Português**. 2004. Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro / Brasil, 2004. . Acesso em: 2 nov. 2020.

LUDERMIR, T. B. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 85–94, abr. 2021.

LUNA, J. et al. Words Worth Learning - Augmented Literacy Content for ADHD Students. In: 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), **Anais...** In: 2018 IEEE GAMES, ENTERTAINMENT, MEDIA CONFERENCE (GEM). ago. 2018.

LYNCH, C. A. Institutional Repositories: Essential Infrastructure For Scholarship In The Digital Age. **portal: Libraries and the Academy**, v. 3, n. 2, p. 327–336, 23 maio 2003.

MARATEA, A.; PETROSINO, A.; MANZO, M. Automatic generation of SCORM compliant metadata for portable document format files. In: Proceedings of the 13th International Conference on Computer Systems and Technologies, New York, NY, USA. **Anais...** In: INTERNATIONAL JOURNAL OF DISTANCE EDUCATION TECHNOLOGIES (IJDET). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 22 jun. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2383276.2383328>>. Acesso em: 2 fev. 2021.

MCGREAL, R. et al. **Open Educational Resources: Innovation, Research and Practice**. [s.l.] Commonwealth of Learning (COL);, 2013.

MENDES, M. M. et al. Uma Abordagem para a Organização Automática de Objetos de Aprendizagem em Ambientes Educacionais Ubíquos com Base em Estilos de Aprendizagem. In: Tecnologias digitais e educação: integração, mediação e construção de conhecimento, Dourados/Mato Grosso do Sul - Brasil. **Anais...** In: XXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE 2014). Dourados/Mato Grosso do Sul - Brasil: Universidade Federal da Grande Dourados, 3 nov. 2014. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/desafie/article/view/9161>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

MENDES, R. D. Inteligência Artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação. **Ciência da Informação**, v. 26, n. 1, jan. 1997. Disponível em:

- <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-19651997000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 7 abr. 2021.
- MILLER, P. Interoperability: What Is It and Why Should I Want It? **Ariadne**, n. 24, 2000. Disponível em: <<http://www.ariadne.ac.uk/issue/24/interoperability/>>. Acesso em: 18 nov. 2020.
- MIRANDA, S.; RITROVATO, P. Automatic Extraction of Metadata from Learning Objects. In: 2014 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems, Italy. **Anais... In: 2014 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT NETWORKING AND COLLABORATIVE SYSTEMS (INCOS)**. Italy: IEEE, set. 2014. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7057174/>>. Acesso em: 2 fev. 2021.
- MIRANDA, S.; RITROVATO, P. Supporting Learning Object Repository by Automatic Extraction of Metadata. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, v. 11, n. 1, 29 jan. 2015. Disponível em: <http://www.je-lks.org/ojs/index.php/Je-LKS_EN/article/view/988>. Acesso em: 10 maio. 2019.
- MONTOYA, M. S. R. Acceso abierto y su repercusión en la Sociedad del Conocimiento: Reflexiones de casos prácticos en Latinoamérica. **Education in the Knowledge Society (EKS)**, v. 16, n. 1, p. 103–118, mar. 2015.
- MORALES, L. D. G.; MONTOYA, M. S. R. Uso de recursos educativos abiertos (REA) y objetos de aprendizaje (OA) en educación básica. **Education in the Knowledge Society (EKS)**, v. 15, n. 2, p. 86–107, 2 jul. 2014.
- MORENO ORTIZ, A. Diseño e implementación de un lexicón computacional para lexicografía y traducción automática. **Estudios de lingüística del español**, v. 9, p. 000–0, 2000.
- MOTZ, R. et al. La Extracción de Objetos de Aprendizaje con Metadatos de Diseño Pedagógico. **IEEE-RITA**, v. 5, p. 49–55, 2010.
- MURRAY, T. Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of the Art. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 10, p. 98–129, 1 jan. 1999.
- NELSON, T. H. Xanalogical structure, needed now more than ever: parallel documents, deep links to content, deep versioning, and deep re-use. **ACM Computing Surveys**, v. 31, n. 4es, p. 33- es, 1 dez. 1999.
- NEVES, D. E.; BRANDÃO, W. C.; ISHITANI, L. Automatic Content Recommendation and Aggregation According to SCORM. **Informatics in Education**, v. 16, n. 2, p. 225–256, 2017.
- OCDE. **Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources**. France: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, 2007.
- OCHOA, X. et al. Frameworks for the Automatic Indexation of Learning Management Systems Content into Learning Object Repositories. In: Waynesville, NC. **Anais... In:**

EDMEDIA + INNOVATE LEARNING. Waynesville, NC: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 27 jun. 2005. Disponível em: <<https://www.learntechlib.org/primary/p/20276/>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

OLIVEIRA, R. F. de. **Inteligência artificial**. Londrina/PR Brasil: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

OSUNA ACEDO, S. Aproximación al Software Libre. Algunos Usos Educativos. **El Portal Educativo de las Américas - La educ@ción**, v. 1, n. 141, p. 1–23, maio 2009.

OSUNA ACEDO, S.; ESCAÑO GONZÁLEZ, C. MOOC: transitando caminos educucomunicativos hacia el conocimiento democratizado, abierto y común. **Revista Mediterránea de Comunicación**, v. 7, n. 2, p. 3–6, 2016.

OSUNA-ACEDO, S. et al. Intercreativity and Interculturality in the Virtual Learning Environments of the ECO MOOC Project. In: JEMNI, M.; KINSHUK; KHRIBI, M. K. (Ed.). **Open Education: from OERs to MOOCs**. Lecture Notes in Educational Technology. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017. p. 161–187.

PEARL, J. Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving. 1 jan. 1984. Disponível em: <<https://www.osti.gov/biblio/5127296>>. Acesso em: 13 fev. 2021.

PEREIRA, C. K. et al. BROAD-RSI – educational recommender system using social networks interactions and linked data. **Journal of Internet Services and Applications**, v. 9, n. 1, p. 7, 5 mar. 2018.

PETERSON, C. Bringing ADDIE to Life: Instructional Design at Its Best. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, v. 12, n. 3, p. 227–241, jul. 2003.

PONS, D. et al. Managing the Quality of E-Learning Resources in Repositories. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 23, n. 4, p. 477–488, jul. 2015.

POOLE, D. L.; MACKWORTH, A. K. **Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents, 2nd Edition**. 2ª Edição ed. New York: Cambridge University Press, 2017.

PÖTTKER, L. M. V.; FERNEDA, E.; MOREIRO-GONZÁLEZ, J. A. Mapeamento relacional entre padrões de metadados educacionais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 23, n. 3, p. 25–38, set. 2018.

PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. de A. (ed.). **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília, DF: MEC, SEED, 2007.

PRESTES, M. E. B.; OLIVEIRA, P.; JENSEN, G. M. As origens da classificação de plantas de Carl von Linné no ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 101–137, 2009.

QUEIROZ, S. S. F.; PINTO, K. L. N. Extração de características e reconhecimento de padrões e objetos. **VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, v. 24, n. 2, p. 2–13, 2014.

RAJU, S.; UMA, D. G. V. A Quantitative Measurement of Software Requirement Factors Using Goal Question Metric (GQM) Approach. **IOSR Journal of Computer Engineering**, v. 16, n. 3, p. 01–15, 2014.

RDF, W. G. **Resource Description Framework - Semantic Web Standards**. Disponível em: <<https://www.w3.org/RDF/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

REID, G. M. Carolus Linnaeus (1707–1778): His Life, Philosophy and Science and Its Relationship to Modern Biology and Medicine. **TAXON**, v. 58, n. 1, p. 18–31, 2009.

REIS, M. C. dos; FERNEDA, E. Panorama Sobre a Utilização dos Padrões de Metadados IEEE LOM e OBAA em Repositórios Educacionais Brasileiros. In: Organização e representação da informação e do conhecimento, Universidade Estadual de Londrina (UEL). **Anais...** In: VI SEMINÁRIO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (SECIN). Universidade Estadual de Londrina (UEL): 3 ago. 2016. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/cinf/index.php/secin2016/secin2016/paper/viewFile/312/201>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

RTILI, M. K. et al. A new LOM application profile to describe complementary pedagogical resources in an CRHL. In: Proceedings of the 2nd international Conference on Big Data, Cloud and Applications, Tetouan, Morocco. **Anais...** In: BDCA'17. Tetouan, Morocco: Association for Computing Machinery, 29 mar. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3090354.3090457>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

RUIZ, C. J. G.; GÓMEZ, S. M.; NAVARRO, A. V. Portales educativos: la producción de materiales didácticos digitales. **@tic. revista d'innovació educativa**, n. 20, p. 89–97, 2018.

RUIZ-INIESTA, A.; JIMÉNEZ-DÍAZ, G.; GÓMEZ-ALBARRÁN, M. A Semantically Enriched Context-Aware OER Recommendation Strategy and Its Application to a Computer Science OER Repository. **IEEE Transactions on Education**, v. 57, n. 4, p. 255–260, nov. 2014.

RUSSELL, J. S.; NORVIG, P. **Inteligencia Artificial: un enfoque moderno**. Tradução Juan Manuel Corchado Rodríguez et al. 2ª Edición ed. Madrid: Pearson Educación S.A, 2004. v. 1

SÁEZ VACAS, F. **Cultura y Tecnología en el Nuevo Entorno Tecnosocial**. Madrid: E.T.S.I. Telecomunicación (UPM), 2011.

SALVADOR, V. L.; BORDES, J. V.; MAMAQI, X. Datificación, big data e inteligencia artificial en la Comunicación y en la Economía. In: MARTA-LAZO, C. (Ed.). **Calidad informativa en la era de la digitalización: fundamentos profesionales vs. infopolución**. 1. ed. Madrid: Dykinson, S.L., 2018.

SARAH, C. et al. Quality assurance for digital learning object repositories: issues for the metadata creation process. **ALT-J**, v. 12, n. 1, p. 5–20, 1 mar. 2004.

SARAIVA, K.; TRAVERSINI, C.; LOCKMANN, K. A educação em tempos de COVID-19: ensino remoto e exaustão docente. **Práxis Educativa**, v. 15, p. 1–24, 14 ago. 2020.

SATHIYAMURTHY, K.; GEETHA, T. V. Automatic Organization and Generation of Presentation Slides for E-Learning. **International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)**, v. 10, n. 3, p. 18, 1 jul. 2012.

SCORM® 2004 4th Edition. Disponível em: <<https://scorm.com/blog/category/scorm-2004/>>. Acesso em: 4 mar. 2021.

SEGUNDO, J. E. S.; CONEGLIAN, C. S.; LUCAS, E. R. de O. Conceitos e tecnologias da Web semântica no contexto da colaboração acadêmico-científica: um estudo da plataforma Vivo. **Transinformação**, v. 29, n. 3, p. 297–309, dez. 2017.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. **Bell System Technical Journal**, v. 27, n. 3, p. 379–423, 1948.

SILVA, A. F.; SOARES, C. V. C. de O.; SOUZA, E. P. Construção de software educativo, objeto de aprendizagem e recurso educacional aberto para o desenvolvimento do pensamento computacional. In: SAMPAIO, F. F.; PIMENTEL, M.; SANTOS, E. O. (Ed.). **Informática na Educação: pensamento computacional, robótica e coisas inteligentes**. Informática na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. 6.

SILVA, C. V. P. da et al. **GQM Goal-^[P]_{SEP}Question-Metric**, 14 ago. 2019. .

SILVA, M. da G. M. da. Novas Aprendizagens. In: Avaliação - Compromisso para a Qualidade e Resultados, Salvador/Bahia - Brasil. **Anais...** In: 11º CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. Salvador/Bahia - Brasil: Associação Brasileira de Educação a Distância - ABED, 7 set. 2004. Disponível em: <www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/146-TC-D2.htm>. Acesso em: 10 maio. 2019.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. Edição: 7ª ed. [s.l.] Edições Loyola, 2010.

SILVEIRA, L. da et al. Serviço de indexação no portal de periódicos da UFSC: estratégia para a indexação de periódicos no Scielo. **Revista ACB**, v. 23, n. 1, p. 69–91, 30 mar. 2018.

SILVEIRA, E. L.; GALÃO, M. C.; GLUZ, J. C. Uma ferramenta para fornecer apoio a catalogação de metadados de objetos de aprendizagem - LINNAEUS. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, v. 24, n. 1, p. 687, 2013.

SILVEIRA, R. A. et al. Learning Objects Recommendation System: Issues and Approaches for Retrieving, Indexing and Recomend Learning Objects. 2015. Disponível em: <<https://gredos.usal.es/handle/10366/134284>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

SONNTAG, M. Metadata in E-Learning: Automatic Extraction and Reuse. In: **Anais...2004**.

SOUZA, A. R. de; YONEZAWA, W. M.; SILVA, P. M. da. Desenvolvimento de Habilidades em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) por Meio de Objetos de Aprendizagem. In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. DE A. (Ed.). **Objetos de**

aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília, DF: MEC, SEED, 2007. p. 49–57.

SOUZA, R. R. Sistemas de Recuperação de Informações e Mecanismos de Busca na web : panorama atual e tendências. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 11, n. 2, p. 161–173, ago. 2006.

STEPHENS-DAVIDOWITZ, S. **Everybody Lies: Big Data, New Data, and What the Internet Can Tell Us About Who We Really Are.** Illustrated edição ed. [s.l.] Dey Street Books, 2017.

ŠTUIKYS, V. et al. Stage-Based Generative Learning Object Model for Automated Content Adaptation. **Baltic journal of modern computing**, v. 5, n. 2, p. 183–205, 2017.

SUCUNUTA, M.; RIOFRIO, G.; TOVAR, E. Information Retrieval Model for Open Educational Resources. In: 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), **Anais...** In: 2019 IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON). abr. 2019.

TAROUCO, L. M. R. **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática.** Porto Alegre - RS: CINTED/UFRGS, 2014.

TAROUCO, L. M. R.; ÁVILA, B. G. Projeto Instrucional de Objetos de Aprendizagem. In: TAROUCO, L. M. R. et al. (Ed.). **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática.** Porto Alegre - RS: CINTED/UFRGS, 2014. p. 168–198.

TAULLI, T. **Introdução à Inteligência Artificial: uma Abordagem Não Técnica.** 1ª edição ed. São Paulo, SP – Brasil: Novatec Editora, 2020.

TELES, L. F. Dimensões da aprendizagem colaborativa no design e gerenciamento de ambientes online. **ARTEFACTUM - Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 16 jul. 2015. Disponível em: <<http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/780>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

TEMDEE, P. Ubiquitous Learning Environment: Smart Learning Platform with Multi-Agent Architecture. **Wireless Personal Communications**, v. 76, n. 3, p. 627–641, 1 jun. 2014.

TEODOROSKI, R. de C. C. **Recursos educacionais abertos (REA) no Brasil: construção de um modelo ecossistema de REA.** 2018. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2018. . Acesso em: 5 out. 2020.

UNESCO. **Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries** UNESCO Digital Library, Paris, , jul. 2002. . Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128515>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

UNESCO. **Diretrizes para Recursos educacionais abertos (REA) no Ensino Superior** UNESCO, , 2015a. . Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232852>>. Acesso em: 4 jun. 2019.

UNESCO. **Guía básica de recursos educativos abiertos (REA)**. Paris/França: UNESCO, 2015b.

UNESCO. Proyecto de recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA). In: UNESCO Digital Library, París. **Anais...** In: CONFERENCIA GENERAL - 40ª REUNIÓN. París: UNESCO, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936_spa>. Acesso em: 9 mar. 2021.

URRÚTIA, G.; BONFILL, X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. **Medicina Clínica**, v. 135, n. 11, p. 507–511, 9 out. 2010.

VALERIA C. SANDOBAL VERÓN; MARIEL A. ALE; M. DE LOS MILAGROS GUTIÉRREZ. OntoVC: vocabulario compartido para la interoperabilidad semántica en repositorios de objetos de aprendizajes. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, v. v.1, n. 8, 24 abr. 2018. Disponível em: <<https://zenodo.org/record/1228477#.X9k7V4hKjDc>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

VICARI, R. M. et al. **Proposta de Padrão de Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA)**. Porto Alegre/RS - Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, jul. 2009. . . Acesso em: 10 maio. 2019.

VICARI, R. M. et al. Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA). **RENOTE**, v. 8, n. 2, 30 jul. 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/15257>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

VIDAL-CASTRO, C. et al. Towards a Holistic Model for Quality of Learning Object Repositories: A Practical Application to the Indicator of Metadata Compliance. **The Electronic Library**, 2 out. 2017. Disponível em: <<https://www-emerald.ez49.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/EL-10-2015-0202/full/html>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

VIEIRA, F. J. R.; NUNES, M. A. S. N. DICA: Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem Baseado em Conteúdo. **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, 6 ago. 2012. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/464>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

VYGOTSKY, L. S.; SCHILLING, C. **Psicologia Pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

WAN, S.; NIU, Z. An E-Learning Recommendation Approach Based on the Self-Organization of Learning Resource. **Knowledge-Based Systems**, v. 160, p. 71–87, 15 nov. 2018.

WANG, Q. et al. Describing a Knowledge Base. **Proceedings of the 11th International Conference on Natural Language Generation**, p. 10–21, 2018.

WANGENHEIM, C. G. von et al. Teaching Computing in a Multidisciplinary Way in Social Studies Classes in School – A Case Study. **International Journal of Computer Science Education in Schools**, v. 1, n. 2, p. 3–16, 11 maio 2017.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, D. A. (Ed.). **The Instructional Use of Learning Objects: Online Version**. 1ª ed. online: reusability.org, 2000.

WILEY, D. A. The Learning Objects Literature. In: SPECTOR, J. M. et al. (Ed.). **Handbook of Research in Educational Communications and Technology**. 3ª ed. New York: Taylor & Francis Group, 2008. p. 345–354.

ZAINA, L. A. M.; BRESSAN, G.; JÚNIOR, J. F. R. Uma abordagem para recomendação de objetos de aprendizagem em ambientes educacionais. **Revista de Computação e Tecnologia da PUC-SP**, n. 1, p. 10, 2012.

ZAPATA, A.; MENENDEZ, V. H.; PRIETO, M. E. Discovering Learning Objects Usability Characteristics. In: Ninth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, Pisa, Italy. **Anais...** In: NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SYSTEMS DESIGN AND APPLICATIONS. Pisa, Italy: nov. 2009.

APÊNDICE A – CONVITE PARA PARTICIPAR DE UMA PESQUISA DE DOUTORADO

Olá professor ..., me desculpe o texto longo, mas é necessário por se tratar de uma exigência de pesquisa, agradeço seu tempo em participar.

Estimado Professor/Professora,

Me chamo Flavio Ferreira Borges, sou doutorando em educação pela Faculdade de Educação da Universidade de Brasília / Brasil (UnB) e pela Universidade Nacional de Educação a Distância de Madrid / Espanha (UNED), estando sob o regime de Tutela.

Meus coorientadores de tese são o Professor Dr. Lucio França Teles (UnB) e a Professora Dra. Sara Osuna Acedo (UNED).

Minha pesquisa está relacionada aos Metadados de Recursos Educacionais Abertos (REA) e à contribuição para a indexação e compartilhamento desses recursos.

Levando em consideração sua experiência, convido-o a participar de minha pesquisa, sua participação será fundamental para a verificação e validação de minhas hipóteses.

Caso concorde em participar desta pesquisa, acesse o link para responder de 2 (duas) a 6 (seis) perguntas sobre o tema:

<https://forms.gle/zQLhLyAFoABCeo5F8>

Agradeço sua atenção e seria uma honra contar com sua participação.

Cordialmente,

Flavio Ferreira Borges
Doutorando do Programa de Pós-graduação em Educação em regime de Cotutela
FE/UnB e UNED
flavio@ufj.edu.br

APÊNDICE B – INVITACIÓN A PARTICIPAR EN UNA INVESTIGACIÓN DE DOCTORADO

Hola profesora ..., lo siento por el extenso texto, pero es necesario porque es un requisito de investigación, agradezco su tiempo en participar.

Estimada Profesor/Profesora,

Mi nombre es Flavio Ferreira Borges, soy estudiante de doctorado en educación por la Facultad de Educación de la Universidad de Brasilia/Brasil (UnB) y por la Universidad Nacional de Educación a Distancia en Madrid / España (UNED), estando bajo el régimen de Cotutela.

Mis directores de tesis son el profesor Dr. Lucio França Teles (UnB) y la profesora Dra. Sara Osuna Acedo (UNED).

Mi investigación está relacionada con los Metadatos de Recursos Educativos Abiertos (REA) y la contribución a la indexación y compartición de estos recursos.

Teniendo en cuenta tu experiencia, te invito a participar en mi investigación, tu participación será fundamental para la verificación y validación de mis hipótesis.

Si acepta participar en esta encuesta, acceda al enlace para responder de 2 (dos) a 6 (seis) preguntas sobre el tema:

<https://forms.gle/KzaMmcaCAECpvkBx7>

Les agradezco su atención y sería un honor poder contar con su participación.

Atentamente,

Flavio Ferreira Borges
Doutorando do Programa de Pós-graduação em Educação em regime de Cotutela
FE/UnB e UNED
flavio@ufj.edu.br

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO EM PORTUGUÊS

Título: Sua opinião sobre o uso de REA e seus metadados

Identificação:

Qual é o seu e-mail?

Qual é o seu nome?

1. Há quanto tempo você usa REA em suas atividades?

2. Em que repositório (s) você prefere publicar / pesquisar seus OER?

3. (Se você for um autor) Ao publicar / pesquisar REA nos repositórios, você considera a tarefa de completar / selecionar REA por seus metadados como uma tarefa ...?
Indicar na escala intermediária é muito simples e muito complicado.
Muito Simples () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Muito complicado

4. (Se você for um autor) Quais recursos tecnológicos (software, hardware) você usa para criar REA?

5. (Se você é um autor) No processo de criação, a ferramenta utilizada oferece algum recurso para informar os metadados do objeto criado? Se sim, que tipo? (descrição do recurso digital ou descrição para uso pedagógico).

6. (Se você for um autor) Você usou algum repositório ou recurso de tecnologia que ajudou a preencher os metadados REA? Em caso afirmativo, e se possível, forneça o endereço da web deste recurso.

APÉNDICE D – PREGUNTAS EN ESPAÑOL

Disponible para acceso en enlace: <https://forms.gle/aEcWP89wAdxPE4CA9>

Título: Su opinión sobre el uso de REA y sus Metadatos

Identificación:

¿Cuál es tu email?

¿Cuál es tu nombre?

1. ¿Cuánto tiempo ha estado utilizando REA en sus actividades?

2. ¿En qué repositorio(s) prefiere publicar / buscar sus REA?

3. (Si eres un autor) Al publicar/buscar REA en los repositorios, ¿Considera que la tarea de completar / seleccionar REA por sus metadatos es una tarea ...?

Indique en la escala entre es muy simple y muy complicado.

Muy Simple () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Muy Complicado

4. (Si eres un autor) ¿Qué recursos tecnológicos (software, hardware) utiliza para crear REA?

5. (Si eres un autor) En el proceso de creación, ¿la herramienta utilizada ofrece algún recurso para informar los metadatos del objeto creado? Si es así, ¿de qué tipo? (descripción del recurso digital o descripción para uso pedagógico).

6. (Si eres un autor) ¿Ha utilizado algún repositorio o recurso tecnológico que ayudó a completar los metadatos de REA? En caso afirmativo, y si es posible, indique la dirección web de este recurso.

APÊNDICE E – RESPOSTAS DOS PROFESSORES COLABORADORES

Perguntas	Respostas em BR, para professores brasileiros e ES para professores espanhóis		
	BR-01	BR-02	ES-01
			ES-02
Há quanto tempo você usa REA em suas atividades?	15 anos	8 anos	10 anos 9 anos
Em que repositório (s) você prefere publicar / pesquisar seus OER?	Commons da Wikimedia/Vimeo; Internet Archive e Zenodo; Flickr, Commons; Áudio no Internet archive.	GitHub	Youtube oercommons.org merlot.org
Quais recursos tecnológicos (software, hardware) você usa para criar REA?	Hardware básico, câmera externa; Software diversos - LibreOffice (toda a suite); Kdenlive, Openshot, Vokoscreen, Audacity; Inkscape, Gimp; MARP para criar apresentações PDF/HTML	Editores de texto (e.g. Word, LaTeX), editores de apresentação (e.g. PowerPoint), editores de vídeos (e.g. Camtasia Studio, Kdenlive)	Editor de texto, hoja de cálculo, editor de vídeo, programa de presentaciones, pc, móvil, tablet Power Point, mapas mentales, podcast, vídeos.

Perguntas	Respostas em BR, para professores brasileiros e ES para professores espanhóis			
	BR-01	BR-02	ES-01	ES-02
	em markdown. Wordpress, Wikiversidade para trabalhos colaborativos.			
Ao publicar / pesquisar REA nos repositórios, você considera a tarefa de completar / selecionar REA por seus metadados como uma tarefa ...? Indicar na escala intermediária é muito simples (1) e muito complicado (5).	2	5	4	4
Você usou algum repositório ou recurso de tecnologia que ajudou a preencher os metadados REA? Em caso afirmativo, e se	Descrição do uso deixo para repositórios, quando é o caso, mas não faço uso. Metadados do recurso em si, utilizo XNViewer para dados de	Todos os meus REAs foram disponibilizados no GitHub. O GitHub não é uma plataforma de distribuição de REAs. Logo, todos os	No lo conozco	Lo Desconozco

Respostas em BR, para professores brasileiros e ES para professores espanhóis				
Perguntas	BR-01	BR-02	ES-01	ES-02
possível, forneça o endereço da web deste recurso.	fotos/imagens (EXIF/IPTC). Sempre inclui metadados nos arquivos PDF distribuídos e nos fontes, dentro dos programas que foram criados.	metadados disponíveis para preenchimento são voltados mais especificamente para a natureza do código criado do que em relação ao uso pedagógico do recurso disponibilizado. Assim... os recursos para informar esses metadados são inexistentes.		
No processo de criação, a ferramenta utilizada oferece algum recurso para informar os metadados do objeto criado? Se sim, que tipo? (descrição do	Sim, software como XNView e eventualmente algum para edição de metadados de MP3. No mais, não - utilizo o que vem com os próprios repositórios.	Não... não ainda.	No	No

Perguntas	Respostas em BR, para professores brasileiros e ES para professores espanhóis			
	BR-01	BR-02	ES-01	ES-02
recurso digital ou descrição para uso pedagógico).				

Fonte: cópia dos formulários utilizados para receber a participação dos professores, conforme modelos apresentados nos APÊNDICE C e APÊNDICE D.