

Objetos de aprendizagem organizados com base no padrão LOM-IEEE adaptado a uma ontologia operacional de domínio na web semântica

Viviane Bessa Lopes Alvarenga

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Ciência da
Informação, Vitória, ES, Brasil
viviane_b_lopes@hotmail.com

Henrique Monteiro Cristovão

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Ciência da
Informação, Vitória, ES, Brasil
henrique.cristovao@ufes.br

DOI: <https://doi.org/10.26512/rici.v16.n1.2023.47618>

Recebido/Recibido/Received: 2022-12-12

Aceitado/Aceptado/Accepted: 2023-03-17

ARTIGOS

Resumo

A educação a distância, aumentou a oferta de Objetos de Aprendizagem (OA) geralmente disponibilizados em repositórios sem interoperabilidade, o que gera redundância de conteúdo elevando o custo de criação e manutenção, contrariando sua principal característica, que é a reusabilidade. Este trabalho propõe criar uma ontologia operacional de domínio para auxiliar a organização de OA no contexto da Web semântica. Com abordagem qualitativa e natureza aplicada, foram executadas as seguintes etapas: (1) a escolha do padrão LOM-IEE a partir de investigação na área; (2) escolha do repositório ARCA e compatibilização de metadados com o padrão para alguns OA do repositório; (3) elaboração de um modelo de design para a ontologia operacional de domínio do padrão LOM-IEEE; (4) implementação da ontologia operacional de domínio, bem como a incorporação dos dados de alguns OA. Por se tratar de uma pesquisa ainda em andamento, ainda serão investigadas propriedades e indivíduos equivalentes para a interoperabilidade das camadas estrutural e semântica. Também será realizado um mapeamento entre a ontologia e os dados para criação de uma base RDF e, finalmente, consultas SPARQL interoperáveis como prova de conceito.

Palavras-chave: Educação a distância. Representação do conhecimento. Repositórios de objetos de aprendizagem. Modelo de design. Recursos Educacionais Abertos.

Learning objects organized based on the LOM-IEEE standard adapted to an operational domain ontology on the semantic web

Abstract

Distance Education has increased the supply of Learning Objects (LOs) generally made available in repositories without interoperability, which generates content redundancy, raising the cost of creation and maintenance, contradicting its main feature, which is reusability. This work proposes to create an operational domain ontology to help organize LOs in the context of the Semantic Web. With a qualitative approach and applied nature, the following steps were performed: (1) the choice of the LOM-IEE standard

based on research in the area; (2) choice of ARCA repository and compatibility of metadata with the standard for some OAs in the repository; (3) elaboration of a design model for the domain operational ontology of the LOM-IEEE standard; (4) implementation of the domain operational ontology, as well as the incorporation of data from some LOs. As this is an ongoing research, equivalent properties and individuals will still be investigated for the interoperability of the structural and semantic layers. A mapping between ontology and data will also be carried out to create an RDF base and, finally, interoperable SPARQL queries as a proof of concept.

Keywords: Distance education. Knowledge representation. Learning object repositories. Design model. Open Educational Resources.

Objetos de aprendizaje organizados en base al estándar LOM-IEEE adaptados a una ontología de dominio operacional en la web semántica

Resumen

La Educación a Distancia ha incrementado la oferta de Objetos de Aprendizaje (OA) generalmente disponibles en repositorios sin interoperabilidad, lo que genera redundancia de contenidos, elevando el costo de creación y mantenimiento, contradiciendo su característica principal, que es la reutilización. Este trabajo propone crear una ontología de dominio operativa para ayudar a organizar los LO en el contexto de la Web Semántica. Con un enfoque cualitativo y de carácter aplicado, se realizaron los siguientes pasos: (1) la elección del estándar LOM-IEE con base en investigaciones en el área; (2) elección del repositorio ARCA y compatibilidad de los metadatos con el estándar para algunos OA en el repositorio; (3) elaboración de un modelo de diseño para la ontología operacional de dominio del estándar LOM-IEEE; (4) implementación de la ontología operacional de dominio, así como la incorporación de datos de algunos LO. Como se trata de una investigación en curso, se seguirán investigando propiedades e individuos equivalentes para determinar la interoperabilidad de las capas estructural y semántica. También se realizará un mapeo entre ontología y datos para crear una base RDF y, finalmente, consultas SPARQL interoperables como prueba de concepto.

Palabras clave: Educación a distancia. Representación del conocimiento. Repositorios de objetos de aprendizaje. Plantilla de diseño. Recursos educativos abiertos.

1 Introdução

Francisco e Braga (2021) destacam que os objetos de aprendizagem (OA) na Educação a Distância (EaD) tornam o processo de aprendizagem mais prazeroso, desafiador e dinâmico, aguçando sua curiosidade e incentivando o estudante a buscar novos saberes além de promover sua interação e familiarização com os conteúdos estudados. Behar (2009) destaca os Objetos de Aprendizagem (OA) como “recurso viável para enriquecer o espaço pedagógico” onde a sua utilização remete a um novo tipo de aprendizagem onde o professor deixa de ser apenas um transmissor de informações para ser um mediador da aprendizagem.

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) têm contribuído na organização e catalogação dos OA com foco na melhoria do seu acesso e o reuso. Neste processo surgem os padrões de metadados que existem para categorizar, indexar, recuperar, reutilizar e combinar diferentes OA, que formam um conjunto mínimo de atributos de forma a permitir que estes objetos sejam caracterizados, localizados e avaliados. Os OA são armazenados e disponibilizados em seus diversos formatos (textos, vídeos, áudios, imagens etc.), em repositórios onde o metadado de um OA descreve as características mais relevantes utilizadas

na sua catalogação, permitindo assim, a sua recuperação por meio de sistemas de busca na Web ou mesmo em um Ambiente Virtual de Aprendizagem.

Além disso, a cooperação entre computadores e pessoas pode ser viabilizada com a utilização dos princípios de *linked data*, ou dados ligados, na Web semântica que, de acordo com Nhacuongue, Rozsa e Dutra (2018, p. 24) “[...] é um conjunto de dados publicados na Web, em formatos que sejam legíveis por máquinas, com estruturas semânticas bem definidas, que estejam ligados a outros dados externos [...]” permitindo o compartilhamento, reutilização e conexão com outros recursos e usuários. Processo que torna-se importante devido à expansão de cursos na educação a Distância (EaD) que tem aumentado a oferta e demanda por OA que normalmente estão disponíveis em repositórios sem interoperabilidade com outras bases, o que gera redundância de conteúdo e eleva desnecessariamente o custo de criação e manutenção, indo contrário à sua principal característica, que é a reusabilidade.

No contexto dessa problemática da recuperação de informação sobre OA, o objetivo geral da pesquisa é criar uma ontologia operacional de domínio para auxiliar a organização de OA no contexto da Web semântica. Os objetivos específicos são: [1] Investigar e selecionar um padrão de metadados para representar OA; [2] Investigar e analisar as peculiaridades de alguns OA disponíveis, em repositórios selecionados, fazendo um levantamento dos elementos necessários para a sua representação no padrão de metadados escolhido; [3] organizar os metadados necessários para a representação de OA em função do padrão selecionado no objetivo específico 1 e dos OA selecionados no objetivo específico 2; [4] elaborar um modelo de design para a ontologia operacional de domínio que represente o padrão selecionado no objetivo específico 1; [5] implementar a ontologia operacional de domínio conforme o modelo desenvolvido no objetivo específico 4.

A seção 2 trata dos temas organização do conhecimento e Web semântica. A seção 3 caracteriza OA. A seção 4 trata dos procedimentos metodológicos. A seção 5 apresenta e discute os resultados. Finalmente, a seção 6 apresenta as considerações finais.

2 Organização do Conhecimento na CI e Web Semântica

Não há como falar de Organização do Conhecimento da CI, sem antes fazer um pequeno resgate conceitual do objeto da Ciência da Informação: a informação. De acordo com Le Coadic (2004, p. 4), “A informação é um conhecimento inscrito (registrado) em forma escrita (impressa ou digital), oral ou audiovisual, em um suporte”. Ela é vista como algo que pode gerar valor agregado e gerar conhecimentos inovadores, além de contribuir para o desenvolvimento da sociedade. Porém, para que isso aconteça, a informação precisa estar registrada, representada com vistas ao seu acesso e uso. E é à Ciência da Informação que se atribui a responsabilidade de

estudar os fluxos percorridos pela informação de forma que a mesma cumpra seu papel, seja ele acadêmico, social ou econômico. Para Lima e Alvares (2012), organizar o conhecimento significa organizá-lo em assuntos e de forma sistemática e neste processo, a tecnologia assume um certo protagonismo, pois interfere no desenvolvimento de ferramentas que orientam a organização e representação da informação. A informação passa a ser estudada como algo cognitivo, semântico ou subjetivo, e começa-se a considerar a articulação entre dado, informação e conhecimento onde, “**dados** são elementos presentes da realidade independente dos sujeitos, e o **conhecimento** é aquilo que os indivíduos sabem ou conhecem e a **informação** é a medida da alteração deste estado de conhecimento” (ARAÚJO, 2018, p.42).

O incremento das tecnologias digitais fizeram com que as pesquisas em representação em termos de, descrição, classificação e organização da informação tivessem grande avanço nos últimos anos, destacando-se o surgimento de novos padrões de codificação, vocabulários controlados e ontologias, estas últimas, se desenvolveram como novo modelo de representação da informação apresentando importantes especificidades em relação a modelos anteriores, como os tesouros e as taxonomias. Onde também se destacam os estudos em Web Semântica e dados abertos diretamente relacionados às formas de representação da informação a partir das TDIC. Berners-Lee, Hendler e Lassila (2001) postularam que a Web Semântica não seria uma “Web separada”, mas uma extensão da atual, onde a informação recebe um significado bem definido, permitindo assim que computadores e pessoas trabalhem em cooperação, onde os computadores seriam capazes de processar e "entender" os dados. Eles também alertaram que os computadores deveriam ter acesso a coleções estruturadas de informações e conjuntos de regras de inferência que pudessem usar para conduzir o raciocínio automatizado. Portanto, o desafio da Web Semântica, é fornecer uma linguagem que expresse dados e regras para raciocinar sobre os dados e que permita que regras de qualquer sistema de representação de conhecimento existente sejam exportadas para a Web. Assim, propõem que para disponibilizar dados numa estrutura semântica é necessário pensar em partes do modelo, numa estrutura de camadas.

Neste modelo destaca-se o *Resource Description Framework* (RDF)¹ codificando dados em conjuntos de triplas, onde cada tripla é entendida como o sujeito, predicado e objeto de uma frase. Essa estrutura acaba sendo uma maneira natural de descrever a grande maioria dos dados processados pelas máquinas. O sujeito e o objeto são identificados por um identificador

¹RDF é um modelo padrão para intercâmbio de dados na Web. O RDF possui recursos que facilitam a mesclagem de dados, mesmo que os esquemas subjacentes sejam diferentes, e suporta especificamente a evolução dos esquemas ao longo do tempo, sem exigir que todos os consumidores de dados sejam alterados. Disponível em: <https://www.w3.org/RDF/>.

universal de recursos (URI), exatamente como usado em um link em uma página da Web (BERNERS-LEE;HENDLER;LASSILA, 2001).

Só que nem sempre duas bases de dados utilizarão os mesmos identificadores para um mesmo conceito. Nesse caso, entram as ontologias que, segundo Gruber (1993), é uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada, onde essa “conceituação compartilhada” vem ao encontro da necessidade que um programa que deseja comparar ou combinar informações entre as duas bases de dados. Noy e McGuinness (2002) defendem que uma ontologia deve definir um vocabulário comum para pesquisadores que precisam compartilhar informações em um domínio. De acordo com os autores esta deve incluir definições interpretáveis por máquina de conceitos básicos no domínio e as relações entre eles.

Segundo Falbo (2014), uma vez que os usuários já concordaram com uma conceitualização comum, as ontologias operacionais (ontologias legíveis por máquina) podem ser implementadas. Ao contrário das ontologias de referência de domínio, as ontologias operacionais são projetadas com o foco em garantir propriedades computacionais desejáveis. A ideia por trás da análise ontológica é fornecer uma base sólida para modelar conceitos, caso assumam-se que tais conceitos visam representar a realidade, entre os benefícios desta análise, o autor cita: “(i) a definição rigorosa de modelos, em termos de semântica do mundo real; (ii) a identificação de problemas na definição, interpretação ou uso de conceitos; e (iii) recomendações para melhorias na formalidade do modelo” (FALBO, 2017, p. 1). Desta forma, ao incorporar as experiências do autor no processo de software utilizando ontologias, assim como a importante distinção entre ontologias de referência e ontologias operacionais, o autor desenvolveu o SABiO, uma metodologia de criação de ontologia onde se incorporou as melhores práticas comumente adotadas em Engenharia de Software e Engenharia de Ontologias. Nessa metodologia, a ontologia operacional é oriunda de uma etapa de construção de um modelo de design seguida de uma implementação.

3 Objetos de Aprendizagem

O termo *learningobject*, objeto de aprendizagem (OA), foi cunhado por Wayne Hodgins em 1994 ao observar seu filho brincando com peças de Lego², o que o fez perceber o processo de e-Learning como blocos de construção interoperáveis - que pudessem ser executados em diferentes ambientes de aprendizagem e permitissem a reutilização de conteúdos de

²O Grupo LEGO foi fundado no dia 10 de agosto de 1932, na Dinamarca, pelo carpinteiro Ole Kirk Kristiansen. Nascida como uma pequena oficina, a empresa era responsável pela fabricação de brinquedos artesanais de madeira. Disponível em: <https://canaltech.com.br/empresa/lego/>.

aprendizagem (SILVEIRA, 2014). Porém, o conceito de OA só começou a ser amplamente estudado a partir da dissertação de Wiley (2000), *“Learning object design and sequencing theory”*, se tornando um referencial importante relacionado ao tema.

Assim como os blocos de Lego, os OA são reusáveis, porém, a combinação com outros OA não é automática, nem tão pouco simples. Por isso, Wiley (2003) propõe outra metáfora, a do átomo, onde, um átomo, semelhante ao bloco do Lego, pode ser combinado com outros átomos, de forma a criar outras estruturas, a grande diferença é que nem todo átomo pode ser combinado com todos os outros átomos. Desta forma, as estruturas e características dos átomos são fatores determinantes para a combinação com outros átomos. Então, infere-se que é necessário certo nível de conhecimento sobre os átomos, ou seja, é importante conhecer seu conteúdo e suas especificidades para que se possa combiná-los.

Porém, o que essas metáforas mostram, é que a característica fundamental relacionada aos OA é a de organizar o conteúdo educacional em pequenas unidades que, se combinadas entre si, formam outras unidades mais complexas. Nessa mesma linha, Wiley (2003) afirma que o conceito de OA deriva da Ciência da Computação, baseado na programação orientada a objetos, onde há a criação de componentes chamados de “objetos” que podem ser reutilizados em múltiplos contextos.

O Comitê internacional de padrões para a tecnologia, denominado *IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)*³, definiu um OA como “qualquer entidade, digital ou não digital, que é usada para aprendizagem, educação ou treinamento” (IEEE, 2020 p.13, tradução nossa). Wiley (2000) define OA como “[...] qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem”, enquanto Behar (2009) o definiu como “[...] qualquer material digital como, por exemplo, textos, animações, vídeos, imagens, aplicações, página web de forma isolada ou em combinação, com fins educacionais” e completa que eles “[...] são destinados a situações de aprendizagem tanto na modalidade a distância quanto semipresencial ou presencial. Uma das principais características deste recurso é a reusabilidade, ou seja, a possibilidade de serem incorporados a múltiplos aplicativos. (BEHAR, 2009, p. 67).

De acordo com Braga e Meneses (2014), são considerados tipos de OA: Imagem, Áudio, Vídeo, Hipertexto etc. Os autores ainda destacam que os OA possuem dois tipos de características: (1) Pedagógicas, que estão relacionadas ao trabalho de professores e alunos na busca por conhecimento, sendo subdivididos em interatividade, autonomia, cooperação,

³Comitê da IEEE, com a atribuição de desenvolver padrões, práticas recomendadas e guias para a tecnologia da aprendizagem que sejam aceitos internacionalmente. Disponível em: <https://sagroups.ieee.org/ltsc/>.

cognição e afetividade; (2) Técnicas que se referem às questões tecnológicas como disponibilidade, acessibilidade, confiabilidade, portabilidade, facilidade de instalação, interoperabilidade, usabilidade, manutenibilidade, granularidade, agregação, durabilidade e reusabilidade. Dalziel (2002) reforça que entre o processo de criação e armazenamento existem cinco atores diferentes envolvidos no ciclo de vida de um OA: [1] Autoridade - responsável por prescrever os objetivos de aprendizagem e resultados; [2] Criador - o autor do OA e/ou responsável por submeter o mesmo para a publicação; [3] Organizador - responsável por projetar atividades de aprendizagem e revisar as licenças e direitos autorais e de uso; [4] Buscador de Informação, *ouinfoseeker* - tem o papel de buscar por recursos de acordo com os metadados fornecidos; e [5] Aprendiz - aquele que irá utilizar os OA e realizar as avaliações. Outros autores fizeram contribuições importantes na formulação de classificações de OA, como Collis e Strijker (2004) que elaboraram seis estágios do ciclo de vida de OA.

No estágio de vida da oferta de um OA, Silveira (2014) alertou para o “grau de liberdade” do OA, que pode se refletir no baixo índice de reutilização destes recursos. Para minimizar esse fenômeno, surgiu o movimento que se conhece hoje como REA – Recursos Educacionais Abertos (OER – Open Educational Resources). Os REA foram definidos pela UNESCO (2002) como “quaisquer recursos educacionais baseados em tecnologia para consulta, utilização e adaptação por uma comunidade de usuários para fins não comerciais” (p. 24, tradução nossa).

Os repositórios de AO (ROA), onde os OA são disponibilizados em seu estágio de oferta para que sejam encontrados e recuperados, têm sido amplamente impactados pelo movimento REA e devem ser levados em consideração quando se fala em padronização para que seja possível o uso e/ou reuso de OA. Com vistas a esta organização, os ROA são estruturados com o auxílio de metadados. Nesse sentido, Reis e Ferneda (2016) trazem que várias iniciativas surgiram com o objetivo de desenvolver padrões de metadados visando a reutilização e interoperabilidade de OAs nas diferentes plataformas.

4 Procedimentos Metodológicos

Com abordagem qualitativa e natureza aplicada, a presente pesquisa utiliza-se de dados de ROA que trabalham com Recursos Educacionais Abertos (REA). Essa seção apresenta os procedimentos metodológicos, incluindo as ferramentas utilizadas, de cada uma das etapas desenvolvidas.

4.1 ETAPA 1 - Investigação e seleção do padrão de metadados para os OA

Foram investigados padrões de metadados que pudessem melhor representar os OA, primeiro buscou-se na literatura os conceitos relacionados à Metadados, “considerado como

uma descrição de dados que podem ser utilizados para identificar e descrever características comuns entre diferentes recursos informacionais com a finalidade de facilitar a interoperabilidade e a recuperação na Web”, ou de maneira simples, “dados sobre dados” (PÖTTKER, FERNEDA E MOREIRO-GONZÁLEZ, 2018, p.29).

No processo de pesquisa, descobriu-se que o uso de metadados é uma prática antiga da Biblioteconomia, fruto do desenvolvimento histórico de regras de catalogação que inclui padrões de conteúdo como AACR2, o seu sucessor, o RDA, e o caminho percorrido até a chegada do LRM, passando pelos modelos conceituais da família FR (FRBR, FRAD e FRSAD) e padrões de estrutura como os ISBD, o formato MARC Bibliográfico e BibFrame. Chegando-se aos mais atuais voltados para as novas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDICs como *DublinCore*, linguagens *eXtensible Markup Language - XML*, *ResourceDescription Framework - RDF* e *Ontology Web Language - OWL*⁴ para representações de características de objetos digitais, especialmente na Web (FOULONNEAU; RILEY, 2008; ZAFALON, 2012; MACHADO; ZAFALON, 2020).

Assim, chegou-se ao *Learning ObjectMetadata - LOM (IEEE, 2020)* um padrão internacional que é regido pela norma IEEE Std 1484.12.1™, 2020. Há outros padrões para representação de objetos multimídias como o da *W3C (World Wide Web Consortium)* e da *ISO/IEC (International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission)*, que buscam soluções inteligentes para descrição de conteúdos multimídia processáveis por máquina e baseados em semântica como é o caso do padrão de metadados *MPEG-7 ISO/IEC*, comumente usados para descrição de conteúdo multimídia em rede.

Apesar da existência desses, optou-se pelo LOM-IEEE por ser um padrão com categorias específicas para catalogação de objetos de aprendizagem que se propõem a: [1] Facilitar a busca, avaliação, aquisição e uso de objetos de aprendizagem, por exemplo, por alunos, instrutores ou processos de software automatizados; [2] Facilitar o compartilhamento e troca de objetos de aprendizagem, permitindo o desenvolvimento de catálogos e inventários, levando em consideração a diversidade de contextos culturais e linguísticos em que os objetos de aprendizagem e seus metadados serão explorados (IEEE, 2020, p.11, tradução nossa).

Além disso, segundo IEEE (2020) o padrão traz em seu escopo a pretensão de que seja referenciado por outros padrões, onde propõe um esquema de dados conceitual que permite a diversidade linguística de modo que uma instância de um metadado de um OA possa ser utilizada por um sistema para gerenciar, localizar, avaliar ou trocar OA. A escolha do padrão

⁴ OWL é uma linguagem de modelagem usada para criar e/ou enriquecer ontologias. Disponível em: <https://www.w3.org/OWL/>.

LOM-IEEE objetiva garantir que as ligações de Metadados de OA levem a um alto grau de interoperabilidade semântica e, como resultado, as transformações entre essas ligações sejam diretas.

Nesta etapa utilizou-se o software livre LibreOffice Draw⁵ para síntese do padrão e desenho do mapa mental, Figura 2, das categorias e subcategorias identificadas por variáveis nomeadas segundo o formato camelCase⁶.

4.2 ETAPA 2 - Seleção dos repositórios e OA

Foram consultados os seguintes repositório de acesso aberto: o Repositório de Recursos Educacionais Abertos para Educação Profissional e Tecnológica (PROEDU), o Banco Internacional de Objetos de Aprendizagem (BIOE) e o Repositório Institucional da Fiocruz (ARCA). Porém, em contato com os administradores dos repositórios PROEDU e BIOE, não foi possível a disponibilização dos arquivos de dados de OA para continuidade da presente pesquisa. O único repositório cujo administrador se dispôs a fornecer os arquivos necessários para a coleta de dados foi o ARCA da Fiocruz que disponibilizou o arquivo CSV⁷ com todos os REA da plataforma. É importante salientar que o ARCA não é considerado um repositório apenas de OA, e sim um Repositório Institucional da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) cuja função é reunir, hospedar, disponibilizar e dar visibilidade à produção intelectual da Instituição, assim como estimular a mais ampla circulação do conhecimento, fortalecendo o compromisso institucional com o livre acesso da informação em saúde, além de conferir transparência e incentivar a comunicação científica entre pesquisadores, educadores, acadêmicos, gestores, alunos de pós-graduação, bem como a sociedade civil. Este torna-se muito importante para a presente pesquisa em vista do projeto Sudeste/RIAA (Rede Sudeste de Repositórios institucionais) capitaneado pela Fiocruz, esta rede faz parte da Rede Nacional de Repositórios coordenada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), composta atualmente por 79 instituições de ensino e pesquisa. O ARCA está organizado em comunidades que correspondem às unidades da Fiocruz. É mantido pelo Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) e utiliza o software livre DSpace⁸. Esta característica de foco no compartilhamento e incentivo aos dados abertos muito agrega a esta pesquisa. (QUEIROZ, 2021).

⁵Disponível em: <https://www.libreoffice.org/discover/libreoffice/>.

⁶O formato camelCase padroniza a terminologia do nome de variáveis para integrar o seu uso entre vários softwares e linguagens. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/CamelCase/>.

⁷O formato de arquivo CSV (comma-separated values) organiza os dados de forma separada por caractere, normalmente uma vírgula. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/CamelCase/>.

⁸O DSpace foi desenvolvido para possibilitar a criação de repositórios digitais com funções de armazenamento, gerenciamento, preservação e visibilidade da produção intelectual, permitindo sua adoção por outras instituições em forma consorciada federada. Disponível em:

Para a investigação dos dados contidos nos repositórios investigados, foram utilizados os softwares OpenRefine⁹ e LibreOffice Calc¹⁰. Em seguida foram escolhidos dez OA arbitrários para continuidade do experimento de aplicação. A escolha desses OA foi realizada levando-se em consideração o tipo, características e ciclo de vida dos objetos analisados conforme apresentado na seção 3. A Figura 3 mostra um pequeno recorte dos seus metadados em formato tabular.

4.3 ETAPA 3 - elaboração do modelo de design para a ontologia operacional de domínio

Em direção da obtenção da ontologia operacional, segundo a metodologia de Falbo (2014), foi desenvolvida uma das etapas anteriores que é a elaboração de um modelo de design. Para isso foi utilizada a linguagem OntoUML¹¹ que é ontologicamente bem fundamentada e, apesar de ser voltada para modelagem conceitual orientada por ontologia, pode também auxiliar na construção do modelo de design da ontologia. Ela se expressa por meio de diagramas compostos por elementos gráficos que representam as entidades e as suas relações. Para a diagramação foi utilizado o software Visual Paradigm¹² que, apesar de possuir uma versão paga com vários recursos, possui também uma versão gratuita que atendeu bem às necessidades da pesquisa.

4.4 ETAPA 4 - implementação da ontologia operacional de domínio

A ontologia operacional, segundo Falbo (2014), é uma das etapas da metodologia SABIÓ de desenvolvimento de ontologias de domínio, e tem foco na implementação da ontologia em uma linguagem específica, neste caso, o RDF Turtle¹³.

O modelo de design descrito na etapa 3 orientou a escrita do código de implementação para a ontologia operacional de domínio. Para a escrita foi utilizado o editor de texto

<http://sitehistorico.ibict.br/pesquisa-desenvolvimento-tecnologico-e-inovacao/Sistema-para-Construcao-de-Repositorios-Institucionais-Digitais/>.

⁹Aplicativo de *desktop* de código aberto para limpeza e transformação de dados para outros formatos. É semelhante a aplicativos de planilha e pode lidar com formatos de arquivo de planilha como CSV, mas se comporta mais como um banco de dados. Faz parte do CS&S - Code for Science & Society (OPENREFINE, 2022). Disponível em: <https://openrefine.org/>.

¹⁰Calc é um *software* de planilha eletrônica pertencente ao pacote LibreOffice. Disponível em: <https://www.libreoffice.org/download/download-libreoffice/>.

¹¹OntoUML é uma linguagem gráfica de modelagem orientada a ontologias baseada na UFO e na UML 2.0 (Unified Modeling Language). Disponível em: <https://ontouml.org/>.

¹²Visual Paradigm é um *software* para construção de modelos diversos. Disponível em: <https://www.visual-paradigm.com/>.

¹³ RDF Turtle é uma linguagem de marcação para representação de dados ligados RDF. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/turtle/>.

Notepad++¹⁴ associado a um plugin para reconhecimento de código em Turtle. Optou-se por um desenvolvimento híbrido com o uso de OWL e SKOS¹⁵ conforme recomendações e orientações de Bechhofer e Miles (2008).

Após a escrita do código em Turtle, o mesmo foi carregado na plataforma VocBench¹⁶ para permitir a adição de indivíduos e realizar testes na ontologia operacional.

5 Resultados e Discussão

A presente seção aborda os resultados obtidos, sintonizados com os objetivos específicos, e os discute à luz da teoria anteriormente apresentada.

5.1 Mapa mental do padrão LOM-IEEE

O padrão IEEE Std 1484.12.1™, 2020, foi selecionado conforme critérios apresentados na Seção 4.1. O LOM possui algumas tabelas que orientam o processo de interoperabilidade do padrão definindo também o esquema base da estrutura com nove categorias e suas respectivas subcategorias. A partir dessas informações, foi criado um mapa mental, Figura 2, contendo as nove categorias e seus itens, bem como o nome identificador de cada variável, criado na terminologia do formato camelCase.

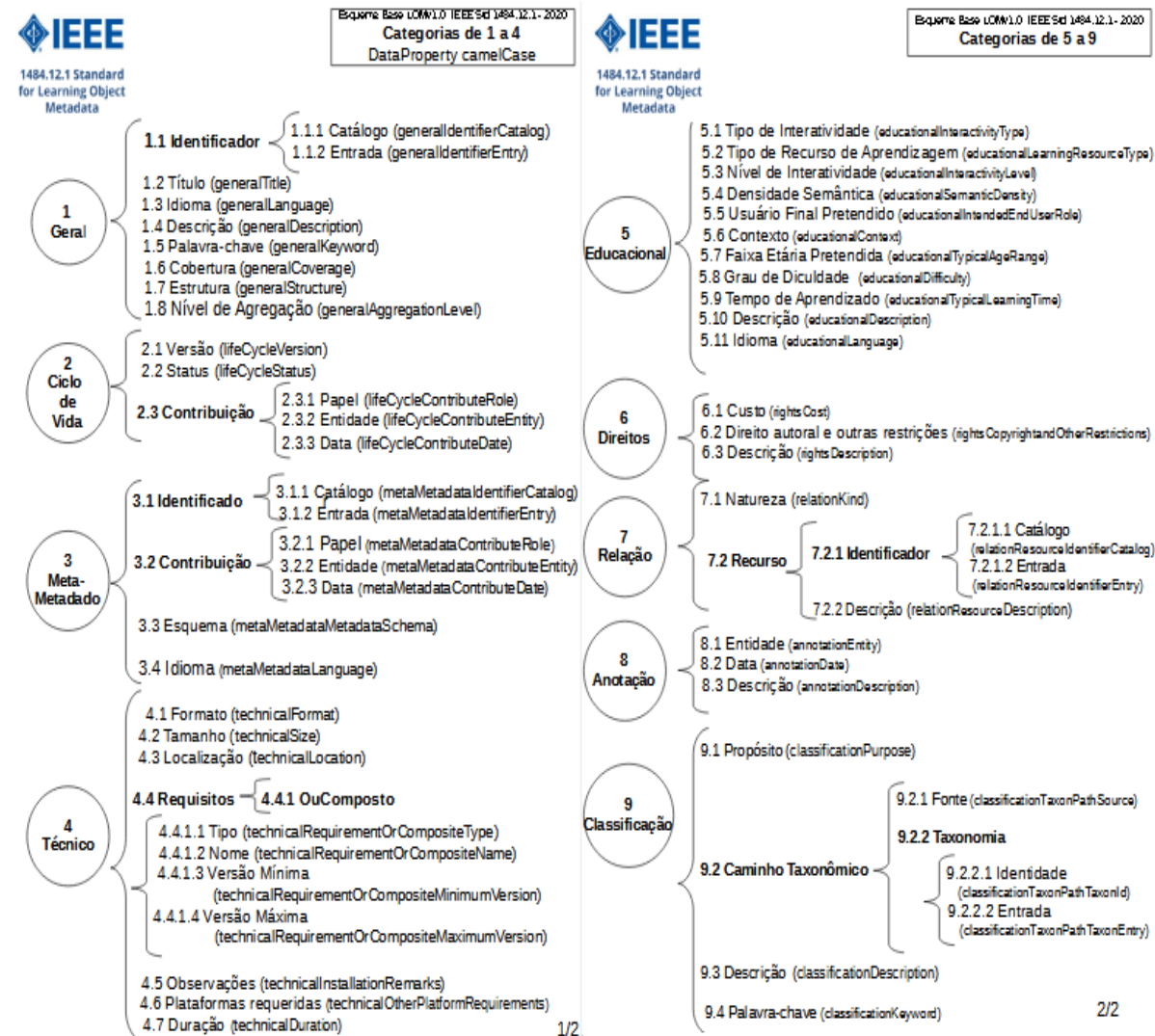
Foi criado um identificador no padrão camelCase com a junção das categorias e subcategorias. Por exemplo, *“generalIdentifierCatalog”* é o nome do identificador do metadado *“Catalog”* que pertence à subcategoria *“Identifier”* que pertence à categoria *“General”*. Esta mesma lógica foi aplicada a todas as outras oito categorias e suas subcategorias. Apesar de o idioma padrão do LOM-IEEE ser o inglês, alguns termos foram traduzidos para o português no decorrer do processo apenas para facilitar o entendimento.

¹⁴Notepad++ é um editor de texto e de código fonte de código aberto sob a licença GPL. Suporta várias linguagens de programação rodando sob o sistema Microsoft Windows (possível utilização no Linux via Wine). Disponível em: <https://notepad-plus-plus.org/downloads/>.

¹⁵ SKOS é um vocabulário recomendado pela W3C, projetado para representação de tesouros, esquemas de classificação, taxonomias, sistemas de controle de autoridade entre outros. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/skos-reference/>.

¹⁶VocBench é uma plataforma de desenvolvimento colaborativo, multilíngue e baseada na Web para gerenciamento de ontologias OWL, tesouros SKOS, léxicos Ontolex-lemon e conjuntos de dados RDF genéricos. Disponível em: <https://vocbench.uniroma2.it/>.

Figura 2 – Mapa mental do esquema base do LOM/IEEE-2020



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do padrão LOM-IEEE (IEEE, 2020)

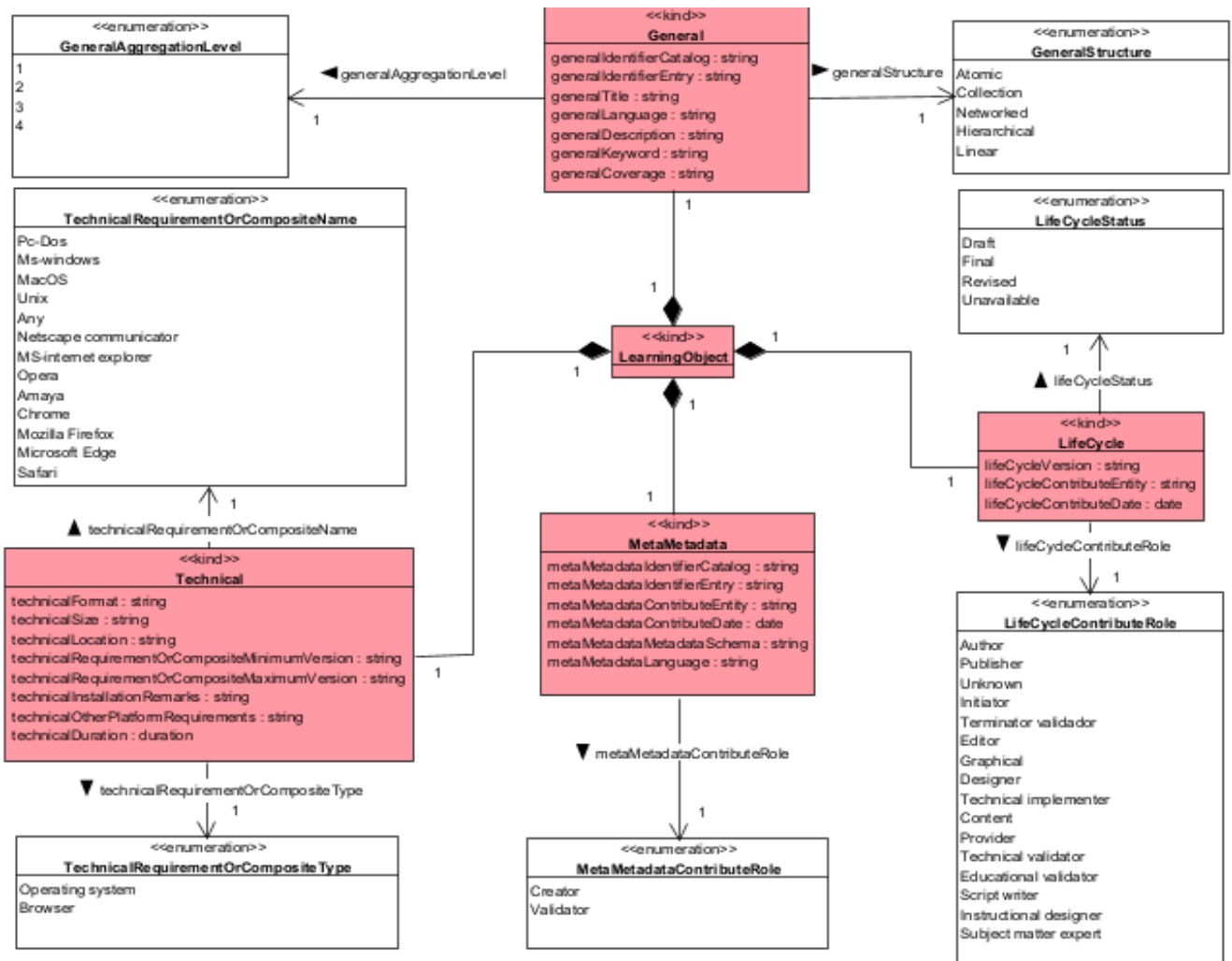
5.2 Adequação de OA do repositório arca ao padrão LOM-IEEE

Os motivos da escolha do repositório ARCA foram apresentados na Seção 4.2. Após a limpeza e formatação dos dados dos 10 OA escolhidos, realizada com apoio do software OpenRefine, foi criada uma planilha cujo pequeno recorte é mostrado na Figura 3. Como o padrão de metadados utilizado pelo repositório ARCA é o *Dublin Core*, foi fácil comparar as similaridades entre os dois padrões e identificar na base de dados, as categorias e subcategorias do padrão LOM.

Na figura 3 observa-se um recorte dos dez OA representados com os metadados da categoria *General* do LOM, onde cada um dos metadados recebeu um nome com a junção das categorias e subcategorias conforme mapa mental apresentado na Seção 5.1. Os dados dos OA selecionados foram preenchidos de acordo com as informações trabalhadas no OpenRefine. Há

Figura 4 – Modelo de design para a ontologia operacional de domínio do padrão LOM-IEEE -

Categorias General, Life Cycle, Technical e Meta Metadata.

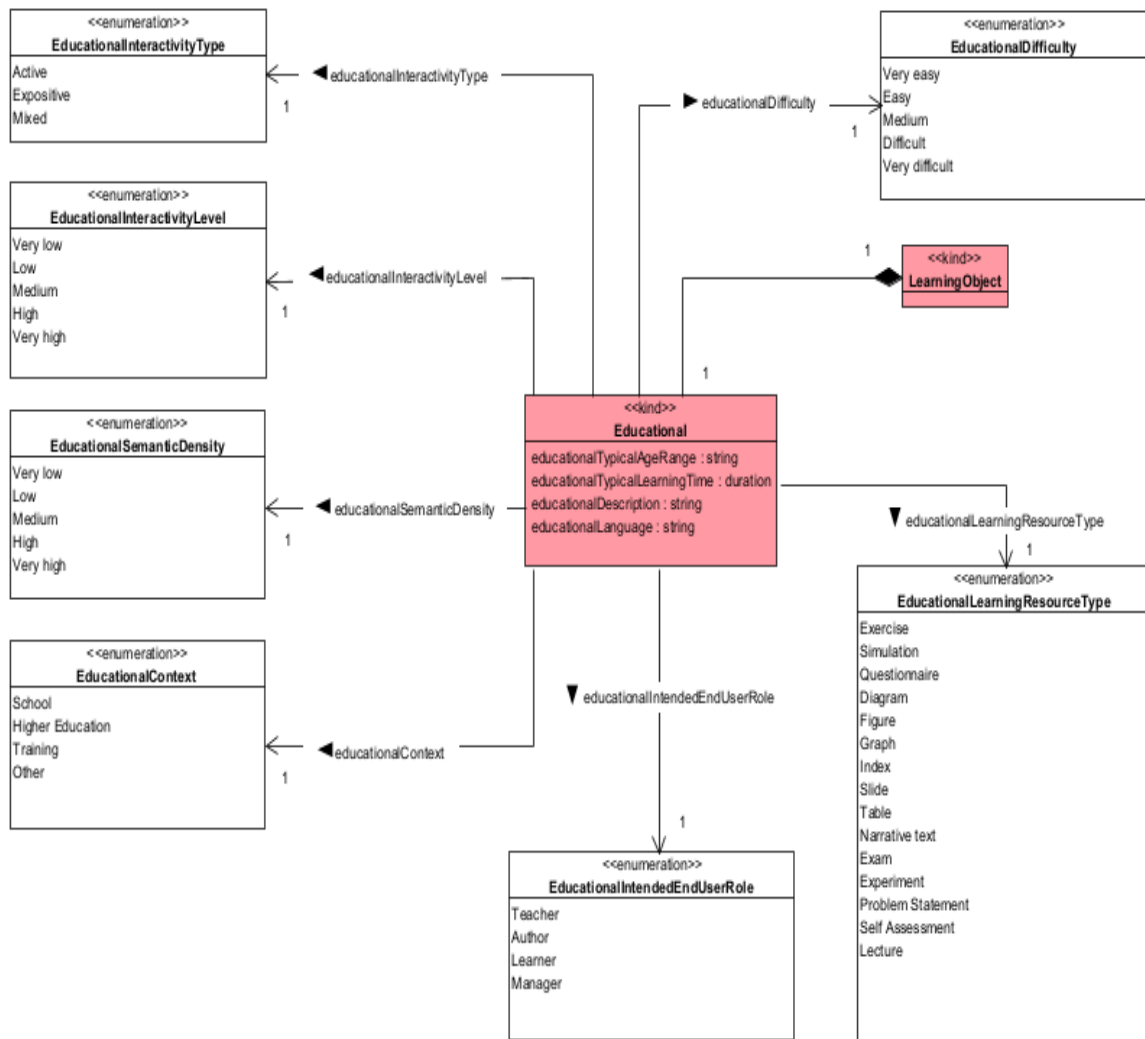


Fonte: Elaborado pelos autores a partir do padrão LOM-IEEE (IEEE, 2020)

5.3 Organização dos metadados no modelo de design para a ontologia operacional

O modelo de *design* proposto, baseado no padrão LOM-IEEE está representado nas Figuras 4, 5 e 6. Como o LOM tem muitas categorias e subcategorias, optou-se por dividir o modelo de design em três partes para efeito de melhor visualização do desenho.

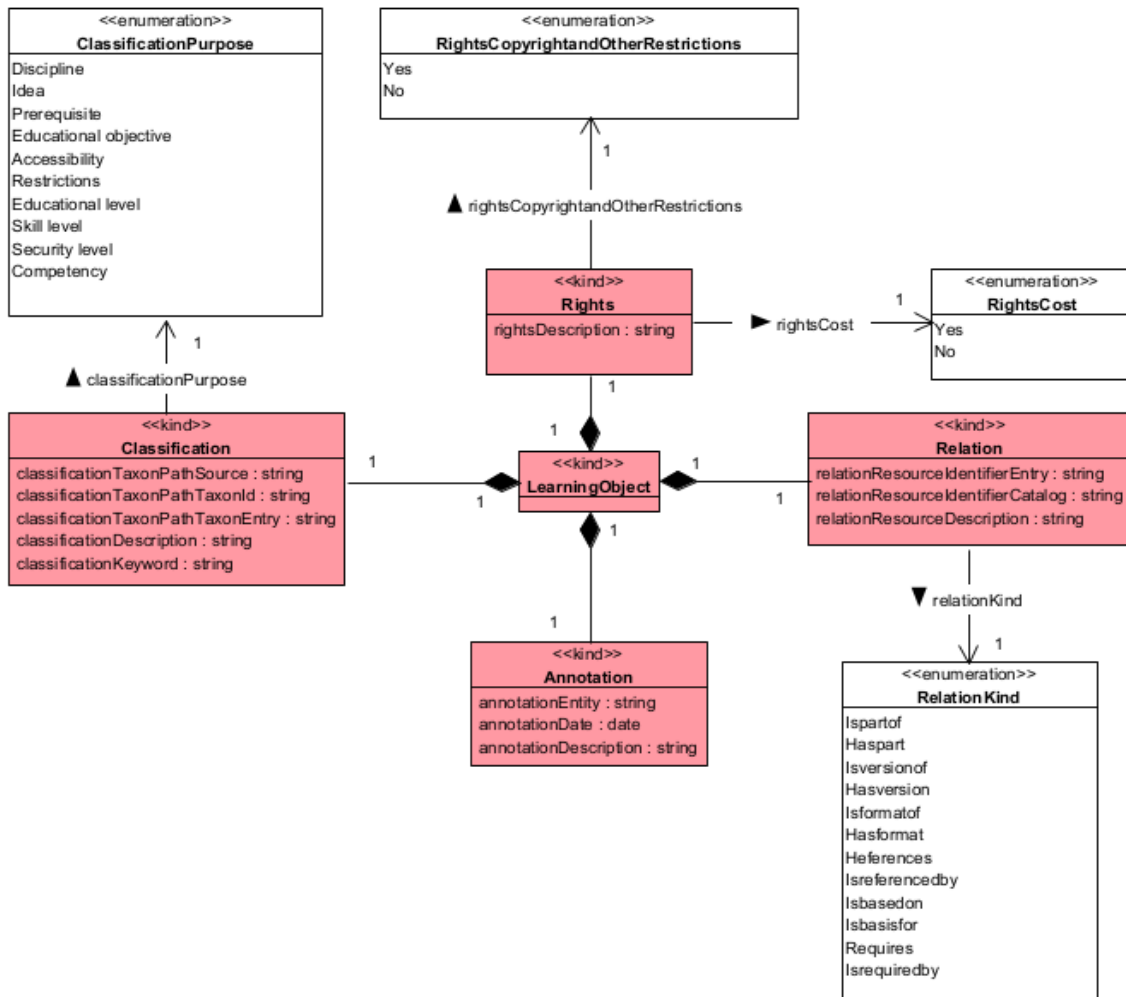
Figura 5 – Modelo de *design* para a ontologia operacional de domínio Diagrama estrutural da Ontologia do padrão LOM-IEEE- Categoria Educational



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do padrão LOM-IEEE (IEEE, 2020)

Na figura 4 estão representadas as categorias General, Life Cycle, Technical e Meta Metadata. Cada uma das classes recebeu o estereótipo “<<kind>>” e foi criada uma classe para representar o OA, também com o esteriótipo “<<kind>>”, onde foram associadas todas as nove classes a ela com “composição” (losango preto) e cardinalidade de 1 para 1. Acrescentou-se os *DatatypeProperty*, para cada uma das classes ligadas ao OA, exceto as classes que representam as categorias que apresentam vocabulários controlados. Foram acrescentadas as *enumerations* dos *ConceptShema* para cada uma das categorias do LOM que apresentam elementos dos vocabulários, isto foi feito observando a informação sobre “*valuespace*” disponível na norma IEEE (2020). Esse mesmo procedimento foi realizado para os outros dois diagramas, Figuras 5 e 6.

Figura 6 – Modelo de design para a ontologia operacional de domínio Diagrama estrutural da Ontologia do padrão LOM-IEEE - Categorias Rigths, Relation, Annotation e Classification



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do padrão LOM-IEEE (IEEE, 2020)

A categoria “*Educational*”, Figura 5, é a que possui maior número de elementos de dados, o que enfatiza a característica e o objetivo educacional do padrão LOM. Na figura 6 estão representadas as categorias Rigths, Relation, Annotation e Classification.

É importante destacar que a elaboração desse modelo de design, conforme a metodologia de Falbo (2014), necessitaria do desenvolvimento das etapas anteriores de identificação dos requisitos e a criação da ontologia de referência de domínio. Contudo isso não foi necessário, pois o padrão LOM-IEEE escolhido já formulou com detalhes todos os elementos que puderam servir de base para a criação do modelo de design apresentado nessa subseção.

5.4 Ontologia operacional de domínio

Com base no modelo de design apresentado na seção anterior, foi escrito o código da ontologia operacional no formato de triplas RDF na linguagem Turtle. O código completo possui

1199 linhas. As Figuras 7, 8 e 9 destacam recortes importantes. O código inicia com os namespaces seguido dos meta-metadados da ontologia. Na sequência, a classe principal que constitui o OA e os 18 vocabulários representados por esquemas conceituais do SKOS (skos:ConceptScheme), são mostrados em um recorte parcial do código na Figura 7. Os predicados do SKOS denominados de skos:prefLabel e skos:note fazem o papel de documentação da ontologia.

Figura 7 – A classe principal do OA e um recorte parcial dos vocabulários da ontologia operacional

```
# Classe principal do OA
:LearningObject a owl:Class;
  rdfs:label "Learning Object"@en;
  rdfs:label "Objeto de Aprendizagem"@pt;
  owl:equivalentClass wdo:Q1062461 .

# ConceptScheme (vocabulários)
:GeneralStruture a skos:ConceptScheme;
  skos:prefLabel "General Struture"@en;
  skos:prefLabel "Estrutura Geral"@pt;
  skos:note "Estrutura organizacional subjacente do objeto de aprendizagem"@pt .
```

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 8 mostra um recorte parcial do código que representa os dois primeiros conceitos que, neste caso, pertencem ao vocabulário GeneralStruture. Todos os termos dos 18 vocabulários do padrão LOM-IEEE foram implementados por meio de conceitos do SKOS (skos:Concept).

Figura 8 – Alguns conceitos/termos dos vocabulários da ontologia operacional

```
# Concepts (termos dos vocabulários)
:Atomic a skos:Concept;
  skos:inScheme :GeneralStruture;
  skos:topConceptOf :GeneralStruture;
  skos:prefLabel "Atomic"@en ;
  skos:prefLabel "Atômico"@pt .

:Collection a skos:Concept;
  skos:inScheme :GeneralStruture;
  skos:topConceptOf :GeneralStruture;
  skos:prefLabel "Collection"@en ;
  skos:prefLabel "Coleção"@pt .
```

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 9 apresenta um recorte parcial do código contendo as primeiras duas propriedades OWL que conectam o OA aos elementos conceituais (owl:ObjectProperty), e a primeira propriedade OWL que conecta o OA aos valores literais (owl:DatatypeProperty).

Figura 9 – Algumas propriedades que conectam o OA aos conceitos a aos valores literais

```
# Object properties (predicados para skos:Concept)
:generalStructure a owl:ObjectProperty, owl:AsymmetricProperty, owl:
FunctionalProperty, owl:IrreflexiveProperty;
  rdfs:label "tem estrutura geral"@pt;
  rdfs:label "has general structure"@en;
  rdfs:domain :LearningObject ;
  rdfs:range skos:Concept.

:generalAggregationLevel a owl:ObjectProperty, owl:AsymmetricProperty, owl:
FunctionalProperty, owl:IrreflexiveProperty;
  rdfs:label "tem nível de granularidade"@pt;
  rdfs:label "has level of granularity"@en;
  rdfs:domain :LearningObject ;
  rdfs:range skos:Concept.

# Datatype properties (predicados para Literais - atributos da classe Learning
Object)
:generalIdentifierCatalog a owl:DatatypeProperty, owl:FunctionalProperty;
  rdfs:label "identificador do catálogo"@pt;
  rdfs:label "catalog identifier"@en;
  rdfs:comment "Nome ou designador do esquema de identificação ou catalogação"@pt;
  rdfs:domain :LearningObject;
  rdfs:range xsd:string .
```

Fonte: elaborado pelos autores

A opção pelo desenvolvimento híbrido, utilizando-se de elementos do OWL e do SKOS, conforme tratado nos procedimentos metodológicos, utiliza-se de potencialidades das duas linguagens. As duas linguagens são intercambiáveis e o SKOS possui vários elementos derivados de OWL (STELLATO, 2012). Enquanto o OWL possui uma poderosa linguagem de modelagem de dados, o SKOS é ótimo em representações simples como lista de termos em vocabulários (MILES, BECHHOFFER; 2009). Além disso, a configuração dos termos dos vocabulários como conceitos do SKOS permite o estabelecimento de uma futura interoperabilidade com termos pertencentes a outros vocabulários externos à ontologia.

A ontologia operacional desenvolvida foi em seguida importada para a plataforma VocBench. Utilizando-se da própria interface do VocBench, alguns OA, oriundos da relação de OAs mostrada na Figura 3, foram inseridos como teste.

6 Considerações Finais

Foram discutidas as razões para a seleção e escolha do padrão LOM IEEE para representação de OAs. Mostrou-se como se deu a escolha do Repositório ARCA para análise das

peculiaridades de alguns OAs disponíveis, estudando-se os elementos necessários para a sua representação no padrão LOM IEEE. Apresentou-se as ferramentas selecionadas para desenvolvimento das etapas metodológicas e os metadados necessários para a representação dos OA selecionados no repositório, organizados de acordo com o padrão LOM IEEE. Elaborou-se um modelo de *design* para a ontologia operacional de domínio representando todas as categorias e subcategorias do LOM IEEE e implementou-se a ontologia conforme o modelo desenvolvido com vistas a auxiliar a organização de OA no contexto da Web semântica.

As próximas etapas da pesquisa, que se encontra em andamento, são: (i) procurar por propriedades e indivíduos equivalentes para a interoperabilidade das camadas estrutural e semântica utilizando-se, por exemplo, de elementos do *DublinCore*, Wikidata entre outros; (ii) realizar o mapeamento para carregar os dados dos OA para o formato RDF; (iii) realizar consultas SPARQL com os dados locais e também em bases externas, como a Wikidata, para testar o nível de interoperabilidade alcançado como prova de conceito. Observa-se ainda que a recuperação de informação ainda vai carecer de uma interface ou camada de software apropriada, pois a linguagem proposta, SPARQL, é de difícil domínio por um usuário final.

Uma vez concluída a pesquisa, espera-se a obtenção de maior organização e representação da informação em repositórios de OA com vistas a fazer com que se tornem acessíveis, auxiliando os vários agentes envolvidos no processo ensino-aprendizagem (professores, alunos, designers instrucionais etc.) trazendo também, maior visibilidade ao trabalho riquíssimo desenvolvido nos ambientes virtuais de aprendizagem. Principalmente visando atender ao princípio da reutilização/reusabilidade, apontada na literatura como a característica mais importante de um OA.

O uso do padrão LOM-IEEE foi feito com vistas a derrubar as barreiras que impedem a recuperação dos mesmos de forma integrada a outras bases. Além disso, é uma forma de colocá-los de forma padronizada e interoperável na Web, sintonizando-os ao mundo informacional altamente conectado, trazendo economia de recursos de mão de obra, tecnologia, tempo, e expandindo os horizontes para tornar a EaD mais efetiva pelo acesso e reuso facilitado de OA.

Referências

ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila. **O que é Ciência da informação?** Belo Horizonte: KMA, 2018.

BECHHOFFER, Sean; MILES, Alistair. **Using OWL and SKOS. W3C.** Web page. 2008. Disponível em: <https://www.w3.org/2006/07/SWD/SKOS/skos-and-owl/master.html> Acesso em: 1 fev. 2023.

BEHAR, Patrícia Alejandra (Org.). **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artimed, 2009.

BERNERS-LEE, Tim; HENDER, James; LASSILA, Ora. The Semantic Web: a new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. **Scientific American**, New York, v. 284, n. 5, May 2001. Disponível em: https://www-sop.inria.fr/acacia/cours/essi2006/Scientific%20American_%20Feature%20Article_%20The%20Semantic%20Web_%20May%202001.pdf Acesso em: 20 jan. 2022.

BRAGA. Juliana Cristina; MENESES. Lilian. Introdução aos objetos de aprendizagem. In: BRAGA. Juliana Cristina (Org). **Objetos de aprendizagem: introdução e fundamentos**. v.1. Santo André : Editora da UFABC, 2014. p. 18-40. Disponível em: <<https://pesquisa.ufabc.edu.br/intera/wp-content/uploads/2015/12/objetos-de-aprendizagem-v1.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

COLLIS, B. and STRIJKER, A. Technology and human issues in reusing learning objects. **Journal of Interactive Media in Education**, 2004(1), part. 4. Special Issue on the Educational Semantic Web. Disponível em: <<https://jime.open.ac.uk/articles/10.5334/2004-4-collis/>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

DALZIEL, James. Reflections on the COLIS (collaborative online learning and information systems) demonstrator project and the "learning object lifecycle". In: **ASCILITE**. 2002. p. 159-166. Disponível em: <<https://www.ascilite.org/conferences/auckland02/proceedings/papers/207.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FALBO, Ricardo de Almeida. Sabio: Systematic approach for building ontologies. Em: JOINT WORKSHOP ONTO.COM/ODISE ON ONTOLOGIES IN CONCEPTUAL MODELING AND INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING, 1st., 2014; co-located with 8th International Conference on Formal Ontology in Information Systems. Rio de Janeiro, RJ: CEUR Workshop Proceedings, 2014. p. 14. Disponível em: http://ceur-ws.org/Vol-1301/ontocomodise2014_2.pdf Acesso em: 20 jan. 2023.

FOULONNEAU, M.; RILEY, J. **Metadata for digital resources: implementation, systems design and interoperability**. Oxford: Chandos, 2008.

FRANCISCO, Richard Fonseca; BRAGA, Antônio Celso de Oliveira. Objetos de aprendizagem: instrumentos para a avaliação formativa em educação a distância. **Revista Paidéi@**, Unimes Virtual, v. 13, n. 23, Janeiro 2021. Disponível em: <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/1132> Acesso em: 24 fev. 2023.

GRUBER, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 199–220, 1993. DOI: 10.1006/knac.1993.1008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1042814383710083> Acesso em: 6 mar. 2023.

GUIZZARDI, Giancarlo. **Ontological foundations for structural conceptual models**. PhD thesis, University of Twente, Enschede, 2005. Disponível em : <http://doc.utwente.nl/50826/> Acesso em: 01 mar. 2023.

GUIZZARDI, Giancarlo. **Não Existe Ontologia Sem Ontologia, IV Seminário Do Grupo MHT, 2021**. Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=BVQseSDyafY&t=1s&ab_channel=GrupodePesquisaMHTX
. Acesso em: 01 mar. 2023.

GUIZZARDI, Giancarlo; BENEVIDES, Alessander Bottes; FONSECA, Claudemir M.; ALMEIDA, João Paulo A.; SALES, Tiago Prince; PORELLO, Daniele. UFO: Unified Foundational Ontology. **Applied ontology**, v. 1, n. 17, p. 167-21, 2022. Disponível em: <https://philarchive.org/rec/PORUUF>
Acesso em: 01 mar. 2023.

GRAPHDB. **AboutGraphDB**. Disponível em:
<https://graphdb.ontotext.com/documentation/10.0/about-graphdb.html>. Acesso em: 20 jul. 2022.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE). **IEEE1484.12.1-2020** - IEEE Standard for Learning Object Metadata - LOM. 2020. Disponível em
<<https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9262116>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

IMS. **Instructional Management Systems**. Disponível em: <<https://www.1edtech.org/>> Acesso em: 20 jun. 2022.

KENDIG, C. E O. What is proof of concept research and how does it generate epistemic and ethical categories for future scientific practice? *Science*, v. 22, p. 735–753, 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-015-9654-0>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

LE COADIC, Yves-François. **A ciência da informação**. 2. rev. e ampl. Brasília, DF: Briquet de Lemos, 2004.

LIMA, J. L.O.; ALVARES, L. Organização e representação da informação e do conhecimento. In: ALVARES, Lillian (Org.). **Organização e representação da informação e do conhecimento: conceitos, subsídios, interdisciplinaridades e aplicações**. São Paulo: B4, 2012. cap. 1.

LONGMIRE, W. **A primer on learning objects**. Virginia: American Society for Training & Development: Virginia, 2001.

MACHADO, Raildo de Souza; I. ZAFALON, Zaira Regina. **Catálogo: dos princípios e teorias ao RDA e IFLA LRM**. João Pessoa: Editora UFPB, 2020.

MILES, Alistair; BECHHOFER, Sean. **SKOS simple knowledge organization system reference**. W3C Recommendation. Web page. 2009. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/skos-reference/>.

NHACUONGUE, Januário Albino; ROZSA, Vitor; DUTRA, Moisés Lima. **Linked Data e Ciência da Informação**: diretrizes para a publicação de datasets institucionais abertos. *Biblios*, n. 73, p. 20–34, out. 2018. Disponível em:

<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1562-47302018000400002&lng=es&nrm=iso&tlng=es>. Acesso em: 24 mar. 2022.

NOY, N.F. ; MCGUINNESS, D.L. **Ontology Development 101**: a guide to creating your first ontology. Stanford Knowledge System Laboratory Technical Report, June 2002. p. 1-25.

PÖTTKER. Luciana Maria Vieira; FERNEDA, Edberto; MOREIRO-GONZÁLEZ, José Antonio. Mapeamento relacional entre padrões de metadados educacionais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.23, n.3, p.25-38, jul./set. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5344/2843>. Acesso em: 20 jun. 2022.

QUEIROZ, Claudete Fernandes de. Rede Sudeste de Repositórios Institucionais: retrospectiva 2021. In: REUNIÃO REDE SUDESTE DE REPOSITÓRIOS INSTITUCIONAIS, 25., 2021. Rio de Janeiro: Fiocruz/Icict, 2021. 77 p. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/50477>. Acesso em: 20 jun. 2022.

REIS, Marcia Cristina dos; FERNEDA, Edberto. Panorama sobre a utilização dos padrões de metadados IEEE LOM e OBAA em repositórios educacionais brasileiros. In: SEMINÁRIO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, Secin. VI. Londrina. Paraná. 3 a 5 de Agosto. 2016. **Anais...** Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/cinf/index.php/secin2016/secin2016/paper/viewFile/312/201> Acesso em 30 jun. 2022.

SILVA, Robson Santos da. **Objetos de aprendizagem para a educação a distância**. São Paulo: Novatec, 2011.

SILVEIRA. ISMAR FRANGO. Rumo ao reúso: recursos educacionais abertos. In: BRAGA. Juliana Cristina (Org). **Objetos de aprendizagem**: introdução e fundamentos. Santo André : Editora da UFABC, 2014. v.1, p. 127-149. Disponível em: <<https://pesquisa.ufabc.edu.br/intera/wp-content/uploads/2015/12/objetos-de-aprendizagem-v1.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

STELLATO, Armando. Dictionary, thesaurus or ontology? Disentangling our choices in the semantic Web jungle. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 5, p. 710–719, 2012. DOI: 10.1016/S2095-3119(12)60060-4. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2095311912600604> Acesso em: 5 mar. 2023.

UNESCO. **Forum on the impact of open courseware for higher education in developing countries**. Final Report, 2002. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128515> Acesso em: 22 jun. 2022.

W3C. **SPARQL Query Language for RDF**. 2008. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

WIKIDATA. **Welcome to Wikidata**. Disponível em: <https://www.wikidata.org/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In: D. A. Wiley (ed.), **The Instructional Use of Learning Objects: Online Version**, 2000. Disponível em: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> Acesso em: 22 jan. 2023.

WILEY, D. A. **The Post-LEGO Learning Object**. 2003. Disponível em: <<http://davidwiley.org/docs/post-lego.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

VENTURA, Plínio. **O que é UML (Unified Modeling Language): UML (UnifiedModelingLanguage)** é uma linguagem poderosa para comunicação em equipes de produção de software. Até o momento. 31 jan. 2019. Disponível em: <https://www.ateomomento.com.br/diagramas-uml/> Acesso em: 01 mar. 2023.

ZAFALON, Z. R. **Scan for MARC: princípios sintáticos e semânticos de registros bibliográficos aplicados à conversão de dados analógicos para o Formato MARC21 Bibliográfico**. 2012. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2012.