

LOMc: Uma Extensão ao LOM para a Descrição de Recursos Educacionais Baseada no Desenvolvimento de Competências

Jessica de S. Santana¹, Edeyson de A. Gomes¹, Laís do N. Salvador¹, Luma da R. Seixas¹

¹Instituto de Computação

PGCOMP - Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação

Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Salvador, BA – Brazil

{jessicadesouza, edeysongomes, laisns, seixas.luma}@ufba.br

Abstract. *To overcome the challenge of translating curricular principles of the traditional teaching model into concrete learning materials with competencies, this article presents a proposed extension of the IEEE LOM metadata model, called LOMC, which aims to describe educational resources accurately and completely, considering the learning needs and objectives of competency-based learning. It also presents an annotation process to document educational resources with competence metadata, demonstrating the use of LOMC, its interoperability and semantic range.*

Resumo. *Para superar o desafio em traduzir princípios curriculares do modelo tradicional de ensino em materiais de aprendizagem concretos com competências, este artigo apresenta uma proposta de extensão do modelo de metadados IEEE LOM, chamada LOMC, que visa descrever recursos educacionais de forma precisa e completa, considerando as necessidades de aprendizagem e os objetivos do ensino baseado em competências. Apresenta, também, um processo de anotação para documentar recursos educacionais com metadados de competências, mostrando o uso do LOMC, sua interoperabilidade e abrangência semântica.*

1. Introdução

O atual panorama educacional está sendo moldado por mudanças significativas, impulsionado pela transição do modelo tradicional de ensino baseado na transmissão de conhecimento para abordagens centradas no desenvolvimento de competências. Essa transição visa capacitar os alunos a enfrentarem desafios reais dentro de seu domínio de estudo ou futuras carreiras, transformando os resultados da aprendizagem em ativos valiosos de conhecimento [Sampson and Fytros 2008]. No entanto, a implementação dessa abordagem tem se mostrado desafiadora, especialmente na tradução dos princípios curriculares em recursos de aprendizagem descritos semanticamente com competências.

Em consonância com os objetivos da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) para a mudança de currículos centrados em conteúdo para um novo modelo centrado em competências, a ACM (Association for Computing Machinery) e a IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), através do relatório CC2020 [Force 2021], apresentam os paradigmas para a educação global de computação baseada em competências [Impagliazzo and Pears 2018]. Nele, define-se competência

como o nível de proficiência de um indivíduo em usar conhecimentos, habilidades e disposições para executar com sucesso tarefas especificadas num determinado contexto.

A adoção de currículos baseados em competências exige mudanças nos sistemas de gestão de aprendizagem (SGA), como repositórios e sistemas de recomendação de recursos educacionais. Os SGA tradicionais usam texto livre para descrever recursos com base em assunto e conteúdo, limitando a busca por recursos para desenvolver competências específicas.

Nesse contexto, os metadados desempenham um papel fundamental na descrição semântica de recursos educacionais, facilitando seu (re)uso por parte dos educadores e aprendizes. Todavia, modelos de metadados existentes com suporte a tal descrição, como o *IEEE Learning Object Metadata (LOM)* e o *Dublin Core (DC)*, apresentam limitações quando se trata de capturar as características específicas relacionadas ao desenvolvimento de competências. Uma possibilidade que pode ser explorada é enriquecer a busca nos SGA utilizando metadados de competências para a anotação semântica, conforme [Behar et al. 2015], [Paquette et al. 2021] e [Simon et al. 2020].

Diante deste cenário, este artigo descreve uma abordagem para apoiar a descrição de competências em recursos educacionais que assegure os requisitos de reuso e interoperabilidade semântica. Para isso, propõe-se uma extensão ao modelo de metadados do LOM, denominado *LOM Competence (LOMC)*, que abrange metadados específicos relacionados às competências, conforme modelo proposto no CC2020. A escolha do LOM se deve à sua padronização, abrangência, facilidade de descoberta, integração com outros padrões e suporte à reutilização e compartilhamento de recursos educacionais. Os metadados do LOMC permitem que recursos educacionais sejam descritos de forma precisa e completa, considerando as necessidades de aprendizagem e os objetivos do ensino baseado em competências. Para demonstrá-lo, o trabalho propõe e aplica um processo de anotação para documentar recursos educacionais com metadados de competências.

2. Trabalhos Relacionados

O padrão OBAA [Vicari et al. 2010], é uma proposta brasileira que utiliza metadados para objetos de aprendizagem em agentes e é baseado no padrão IEEE LOM, estendendo-o com novas categorias e elementos. Sua ideia principal foi o estabelecimento de um padrão de especificação de requisitos técnicos e funcionais de um *framework* para produção, edição e distribuição de conteúdo digital interativo na Web, dispositivos móveis e televisão digital. A escolha da extensão do IEEE LOM é defendida por sua grande aceitação no meio acadêmico e da facilidade de ajuste de seus metadados, permitindo a inserção de novas categorias e itens em categorias já existentes.

O IEEE LOM [Psyrra and Mangina 2022] é um padrão de metadados cujo propósito é descrever recursos educacionais, facilitando sua busca, avaliação, compartilhamento, aquisição e uso por pessoas ou processos automatizados de software. O LOM é estruturado em categorias e elementos que permitem descrever um recurso educacional, informando sua descrição textual, seus objetivos, palavras chave, seu tamanho, formato, direitos de uso, contexto, idiomas, etc.

Em [Sampson 2009] o autor aborda a necessidade da definição de metadados para descrever as características relacionadas à competência de recursos educacionais, res-

saltando que, nesse contexto, não existe ainda uma proposta amplamente aceita. O artigo destaca que a aprendizagem baseada em competências está ganhando atenção da comunidade de aprendizagem aprimorada por tecnologia, pois parece atender às expectativas de aprendizagem e treinamento do século XXI tanto para indivíduos quanto para organizações. Sua proposta consiste em estender o IEEE LOM para apoiar a descrição de características relacionadas à competência de recursos de aprendizagem e leva em consideração os modelos de informações atuais para descrições de competência, como o *IEEE RCD (Reusable Competency Definitions)*¹ e o *HR-XML (HR-XML Competencies)*. Mesmo diante dessa proposta, não há a adoção de um modelo particular de competências, o que dificulta destacar seus componentes.

No trabalho de [de Paula et al. 2020] são evidenciados dois tipos de repositórios de recursos educacionais: com descrição de recursos através de textos e palavras-chave e através de algum padrão de metadado. Para aumentar a eficácia na localização de recursos educacionais que atendam objetivos pedagógicos e/ou de aprendizagem, faz-se necessário um mecanismo que lhes forneça detalhada e rica descrição semântica e que guie sua recuperação. Propostas neste sentido têm sido feitas por [Paquette 2016], [Simon et al. 2020] e [Bremgartner et al. 2015], e, no cenário da educação baseada em competências, propõem o uso de metadados e ontologias focados em competências, combinando conceitos como conhecimento, habilidades e disposições.

Diante desse cenário, este trabalho se diferencia dos demais na medida em que propõe o uso de um modelo estruturado de competência e a adição de metadados num único ponto do LOM, evitando sobreposições semânticas, assegurando a interoperabilidade e homogeneidade dos componentes das competências através do uso de vocabulários.

3. Metodologia

Neste trabalho foi adotada a *DSR (Design Science Research)* como metodologia de pesquisa, pois pretende-se propor artefatos para resolver um problema prático do mundo real [Wieringa 2009], mais especificamente, uma abordagem para apoiar a descrição de competências em recursos educacionais. A DSR estabelece uma dinâmica de pesquisa composta por ciclos iterativos e interligados, nos quais cada iteração promove o desenvolvimento de suposições teóricas (ciclo empírico) que servem de base para o projeto do artefato (ciclo de projeto) [Lacerda et al. 2013].

Através de um quadro teórico baseado em revisão da literatura, buscou-se definir o modelo de competências e seus principais componentes. No ciclo de projeto, foram determinados os elementos do modelo e sua adição ao padrão LOM, estruturando o LOMC e evitando sobreposições semânticas. No ciclo de relevância, foi descrito um processo de anotação semântica por meio de estudos de caso com educadores de cursos de computação, utilizando técnicas de coleta e produção de dados via entrevistas.

4. Estruturação do LOMC

Por serem a ACM e a IEEE duas organizações de renome internacional no campo da computação, desempenhando papéis significativos em sua promoção e avanço, bem como

¹<https://ieeexplore.ieee.org/document/4445693>

no estabelecimento de padrões e práticas profissionais, adotou-se, para estruturar os elementos de metadados do LOMC, o modelo de competência definido por ambas no relatório CC2020. Segundo este, uma especificação de competência é uma síntese de uma declaração vernacular que estabelece uma tarefa e os componentes (conhecimento, habilidades e disposições) necessários para ter sucesso em sua resolução. Conforme o CC2020, competência corresponde à mobilização de pares conhecimentos-habilidades e disposições para resolver uma tarefa num determinado contexto.

Embora o IEEE LOM seja comumente usado na descrição de recursos educacionais, este padrão não inclui metadados específicos para a descrição de competências. Para esse fim, propõe-se sua extensão, denominada de LOMC, através de um processo de seleção de metadados adaptado de [Sampson 2009], composta por 4 passos interdependentes, que são:

1. Identificar quais elementos de metadados são necessários para representar os principais aspectos de competência.
2. Identificar o(s) elemento(s) IEEE LOM adequado(s) para acomodar os novos elementos definidos no passo 1.
3. Identificar possíveis extensões necessárias ao espaço de valor ou tipo de dados dos elementos IEEE LOM para acomodar os novos elementos definidos.
4. Adicionar os novos elementos e subelementos ao IEEE LOM com atenção especial para evitar sobreposições semânticas com outros elementos existentes.

Como resultado do passo 1, identificaram-se os principais componentes de uma competência como o elemento **conhecimentoHabilidade**, que relaciona em pares os subelementos **conhecimento** e **habilidade**, o elemento **disposição** e os elementos que classificam uma competência como **atômicas** (competência de granularidade fina) ou **compostas** (reusa, via composição, outras definições, atômicas ou não). Como os metadados do LOM são definidos na língua inglesa, a manteremos na extensão do LOMC. Assim, os novos elementos de metadados a serem adicionados são: *Competency, Statement, KnowledgeSkill, Knowledge, Skill, Disposition, Atomic e Composite*, conforme apresentado na Tabela 1.

Para a adequação do novos elementos como resultado do passo 2, por ter o LOMC como objetivo principal a descrição de recursos educacionais, decidiu-se acomodar os novos elementos ao componente *Educational* (item 5.1 do esquema do LOM), sem alterar sua estrutura hierárquica e mantendo a conformidade requerida na especificação do padrão. As extensões necessárias ao espaço de valor para acomodar os novos elementos definidos, conforme o passo 3, estão apresentados na Tabela 1, na coluna “*Value Space*”. Os destaques estão na definição do espaço de valor para habilidades (verbos da Taxonomia de Bloom) e disposições (extraídos do relatório CC2020) e a indicação de que é necessário um vocabulário para a descrição do conhecimento. O cuidado para evitar sobreposições semânticas, conforme definido no passo 4, seguiu a recomendação de conformidade do padrão LOM, que determina que não se devem introduzir elementos de dados próprios que substituam os elementos de dados LOM existentes [Psyrra and Mangina 2022].

5. Processo de Anotação de Competências com o LOMC

As propostas curriculares da ACM para cursos de computação anteriores ao relatório CC2020 comumente os estruturam hierarquicamente em áreas de conhecimento (*Knowledge Area - KA*), unidades de conhecimento (*Knowledge Unit - KU*) e resultados de

Tabela 1. Definição da estrutura do esquema base do LOMC, estendendo o LOMv1.0.

| Nr | Name | Explanation | Size | Order | Value space | Datatype | Example |
|----------|----------------|---|----------------|-------------|--|-----------------------------|------------------------------------|
| 5.12 | Competency | Set of qualifications and skills that a person possesses, enabling them to perform certain activities with excellence. | SPM: 10 items | Unspecified | - | - | - |
| 5.12.1 | Statement | Written or verbal statement that expresses an opinion, position, argument, or information about a specific subject. | 1 | Unspecified | - | LangString (SPM: 1000 char) | - |
| 5.12.2 | KnowledgeSkill | Knowledge-Skill pair | SPM: 100 items | Unspecified | - | - | - |
| 5.12.1.1 | Knowledge | Refers to the theoretical and factual understanding of a specific subject. | 1 | Unordered | Concept prefLabel | Vocabulary (Enumerated) | ("en", "Human-centered computing") |
| 5.12.1.2 | Skill | Refers to the practical ability to perform a task or carry out an activity with competence. | 1 | Unordered | Create, evaluate, analyze, apply, understand, remember | Vocabulary (Enumerated) | - |
| 5.12.3 | Disposition | Refers to the mental disposition, posture, and emotional readiness of a person towards a situation, task, or interaction. | SPM: 10 items | Unordered | Adaptable, Collaborative, Inventive, Meticulous, Passionate, Proactive, Professional, Purpose-driven, Responsible, Responsive, Self-directed | Vocabulary (Enumerated) | - |
| 5.12.4 | Atomic | Fine-grained competency definition | - | Unspecified | - | - | - |
| 5.12.5 | Composite | Combine atomic or composite competencies. | - | Unspecified | - | - | - |

aprendizagem (*Learning Outcome - LO*), referida como modelo KA-KU-LO. Em contraste, propostas que sucedem o CC2020, como o IS2020 [Leidig and Salmela 2022] e o DS2021 [Force 2021], concentram-se na descrição de tarefas observáveis e na definição de competências necessárias para realizá-las.

O processo de migração de currículos do modelo KA-KU-LO para o baseado em competências normalmente adota uma estratégia *top-down*, descrevendo competências por unidades e áreas de conhecimento, extraindo conhecimentos e disposições dos objetivos de aprendizagem [Impagliazzo and Pears 2018] e [Clear et al. 2020]. Tal estratégia baseia-se na transição integral do currículo de um curso e possibilita que, a posteriori, os recursos educacionais sejam anotados com metadados de competências. Nesse contexto, [Clear et al. 2020] destacam problemas como a necessidade dos envolvidos concordarem semanticamente com a especificação vernacular de todas as competências de um curso e de seus componentes, o que requer múltiplas interações de discussão. Como consequência, como destaca [Leidig and Salmela 2022], o trabalho requerido é extenso e todos os envolvidos precisam compreender bem o modelo de competências usado. Ou seja, o esforço requerido para a transição do currículo centrado em conteúdo para o baseado no desenvolvimento de competências é significativo.

Objetivando suavizar tal esforço, propõe-se uma estratégia *bottom-up* de migração com foco na especificação de competências em unidades de baixa granularidade, como recursos educacionais. Acredita-se que a união de todas as competências especificadas com esta estratégia cubra todo o currículo do curso, ou aponte possíveis lacunas, e com interações menores e mais simples, mitigando os problemas apontados na estratégia *top-down*. Para dar suporte à estratégia *bottom-up* proposta, definiu-se um processo de

anotação semântica, dividido em 2 fases e ilustrado na Figura 1. As duas fases são:

1. Seleção e anotação semântica:
 - (a) Selecionam-se recursos educacionais utilizados num curso.
 - (b) Educadores da área de conhecimento dos recursos selecionados fazem as anotações semânticas com base no LOMC e no modelo de competências definido. Para isso, devem especificar as declarações vernaculares de competências e seus componentes.
 - (c) Com base num guia de avaliação, os anotadores revisam suas anotações.
2. Avaliação por pares.
 - (a) Educadores da área de conhecimento dos recursos escolhidos, distintos dos anotadores, com base num guia de avaliação, fazem a revisão crítica das anotações semânticas (revisor de anotação semântica).

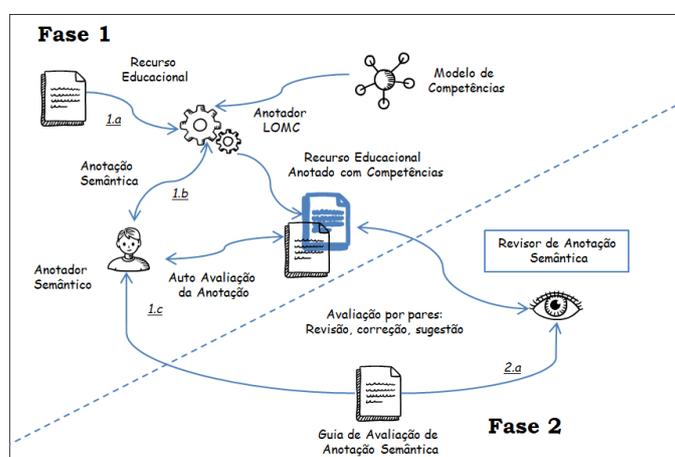


Figura 1. Processo de anotação semântica de recursos educacionais com base em competências. Com os respectivos passos 1.a, 1.b, 1.c e 2.a.

5.1. Aprimoramento do Processo de Anotação

Por fornecerem um contexto, conhecimentos e disposições necessários para a realização de uma tarefa, expressos em objetivos de aprendizagem, foram selecionados (passo 1.a) 5 casos PBL (*Problem Based Learning*) utilizados em disciplinas de um curso de computação como recursos educacionais para validar a anotação semântica com competências e demonstrar o uso dos elementos do LOMC. Destaca-se que na aplicação desses casos PBL, via interação em sessões tutoriais, pode-se observar o comportamento dos alunos na solução dos problemas, permitindo individualizar suas disposições. Para cada caso PBL selecionado, a anotação de competências (passo 1.b) foi feita por 3 participantes: um mestrando e um doutorando em informática na computação, com 4 e 30 anos de experiência em docência em computação, respectivamente, e um orientador, doutor em computação. Utilizaram-se várias sessões de discussão para a anotação semântica e sua correspondente revisão (passo 1.c), que resultaram no amadurecimento do processo de anotação e na concordância do grupo em relação às competências especificadas.

Durante as sessões de anotação e revisão de competências, com base nas críticas e sugestões dos participantes, observou-se a necessidade de reestruturar e detalhar as fases do processo de anotação semântica, aprimorando-o. Assim, a fase de seleção e anotação semântica foi redefinida com os seguintes passos:

1. Seleccionam-se recursos educacionais utilizados num curso.
2. Educadores da área de conhecimento dos recursos escolhidos, com base no LOMC e no modelo de competências definido, fazem as anotações semânticas. Para cada competência associada a um recurso, deve-se:
 - (a) Especificá-la textualmente, detalhando seus objetivos de aprendizagem.
 - (b) Identificar as disposições requeridas para desenvolver a competência, descrevendo-as via vocabulário comum para assegurar a uniformidade e interoperabilidade.
 - (c) Identificar os conhecimentos mobilizados para o desenvolvimento da competência e, para cada um deles, a correspondente habilidade (nível da taxonomia revisada de Bloom), compondo um par conhecimento-habilidade. Faz-se necessário o uso de uma base de conhecimento comum para assegurar a uniformidade e interoperabilidade. Para cada habilidade associada a um conhecimento podem-se anotar verbos da taxonomia de Bloom que a justifiquem.
3. Revisar a definição da competência com base num guia que avalie aspectos como a clareza e compreensão da declaração, sua coerência com a tarefa, se há contexto declarado, a cobertura de conteúdos, sua reusabilidade, entre outros. O revisor deve justificar e propor mudanças para cada aspecto de discordância.

5.2. Anotando um Recurso Educacional Específico

Com o intuito de ampliar o entendimento do processo de anotação semântica com o LOMC, especificou-se um caso PBL mais simples que os 5 usados na subseção 5.1 e cujo contexto requer a solução de uma tarefa para calcular o Índice de Massa Corporal (IMC). O IMC é determinado pela razão entre o peso do indivíduo (em quilogramas) e o quadrado de sua altura (em metros) e seu resultado permite classificá-lo em 8 níveis, variando de Magreza Grave ($IMC \leq 16$) a Obesidade Grau III ($IMC \geq 40$). O processo de desenvolvimento deve ser interativo, em equipes, acompanhado por sessões tutoriais, documentado através de quadro-branco composto por questões, fatos, ideias/hipóteses e ações. Como artefatos a serem entregues tem-se o quadro branco, o código fonte na linguagem de programação escolhida e um relatório no modelo de artigos da SBC (Sociedade Brasileira de Computação) que descreva com o máximo de detalhes a solução proposta.

Seguindo-se o passo 2, da fase de seleção e anotação semântica, definiram-se 4 competências, apresentadas na Tabela 2, onde cada coluna representa suas dimensões e elementos do LOMC. Como resultado do passo 3, houve concordância na clareza e compreensão da declaração das competências, que estas estavam coerentes com o recurso anotado, que há um contexto claro declarado e que a cobertura de conteúdos é boa, embora seja necessário usar uma taxonomia ou base de conhecimento com granularidade mais fina para se especificar mais precisamente o conhecimento mobilizado.

5.3. Avaliação por pares

Para mitigar possíveis vieses, ambiguidades ou inconsistências na definição de competências com a estratégia *bottom-up* proposta, definiu-se uma fase de avaliação de anotações feita por pares. O papel dos avaliadores é revisar as anotações semânticas, julgar critérios definidos num guia de avaliação e propor sugestões de melhorias e/ou correções, e consiste nos seguintes passos:

Tabela 2. Definição da estrutura do esquema base do LOMC, estendendo o LOMv1.0.

| Competência | Atitudes | Conhecimento | Habilidade |
|---|--|---------------------------------------|--|
| Codificar, em grupo, uma tarefa simples numa linguagem de programação. | <i>Colaborativo, Metucioso, Responsável, Proativo</i> | <i>Linguagem de Programação</i> | Aplicar |
| | | <i>Lógica de Programação</i> | Aplicar |
| | | <i>Análise de Requisitos</i> | Compreender |
| Aplicar cálculos de frações e exponenciação. | <i>Colaborativo, Metucioso, Responsável</i> | <i>Matemática e Estatística (PFK)</i> | Aplicar |
| Desenvolver, em grupo, uma interface simples para interação com usuários. | <i>Colaborativo, Metucioso, Responsável</i> | <i>Interface Humano-Computador</i> | Conhecer |
| Escrever, em grupo, um relatório técnico. | <i>Colaborativo, Metucioso, Responsável, Inventivo</i> | <i>Comunicação Escrita</i> | Compreender (explicar, relacionar, esboçar, resumir) |

1. Ler a descrição do recurso educacional informando se a) existe alguma dúvida ou ambiguidade, descrevendo-as, b) se o problema a ser resolvido foi compreendido e c) se o processo de desenvolvimento da solução está claro.
2. Avaliar cada especificação de competência associada ao recurso, determinando: a) se sua declaração textual retrata quais e como os conhecimentos serão mobilizados para desenvolvê-la, b) qual seu grau de compreensão e clareza, c) qual seu grau de coerência com o recurso, d) se possui contexto declarado, e) se possui contexto implícito, f) qual o grau de cobertura de conhecimentos, g) qual o grau de adequação da granularidade do conhecimento, entre outros.
3. Avaliar as disposições requeridas/desenvolvidas com cada competência, determinando o grau de coerência de cada disposição anotada e se há alguma disposição a adicionar/remover, justificando.
4. Verificar os pares de conhecimento-habilidade associados à competência, determinando se a) incorporam conhecimentos profissionais e/ou fundamentais, b) qual o grau de cobertura de conhecimentos, c) qual o grau de adequação entre conhecimento e habilidade. Caso discorde da atribuição de alguma habilidade, o que sugere? Como justifica? Sugere a adição de verbos para aumentar a compreensão de algum par conhecimento-habilidade?

Para ilustrar a avaliação por pares, contou-se com a colaboração de 3 professores (1 mestre e 2 doutores em computação). Ressalta-se que, para conciliar o entendimento dos conceitos usados, utilizou-se uma sessão de interação com os avaliadores para descrever o modelo de competências adotado no LOMC, como decompor uma especificação vernacular de competências em partes componentes do referido modelo e como definir adequadamente pares conhecimento-habilidade.

Inicialmente, um dos avaliadores, mestre em computação e especialista em PBL, avaliou as anotações dos 6 casos PBL anotados e discutiu com os anotadores os resultados de sua avaliação. Os principais problemas apontados foram a granularidade do conhecimento (muito baixa) e a necessidade de usar verbos descritivos da taxonomia de Bloom, não apenas o verbo que determina o nível, para aumentar a clareza da anotação, além da revisão de algumas disposições. Com base nas discussões e sugestões, as anotações foram revisadas. Após isso, contamos com a avaliação de dois professores doutores (especialistas na área de conhecimento dos recursos, mas sem domínio em PBL), mas, por restrição

zar todos os conhecimentos mobilizados com a habilidade *Applying* ou todos os recursos que requerem um conhecimento específico.

6. Resultados

A partir das interações com os anotadores e avaliadores, via entrevistas e observações, percebeu-se que existe a necessidade de um corpo de conhecimento bem estruturado, com granularidade fina, que assegure a precisão das especificações feitas. No estudo de caso adotou-se como base de conhecimento o ACM CCS 2012 (Computing Classification System)² e pretende-se diminuir a granularidade via uma ontologia de conhecimentos ou através de bases de conhecimento, como o apresentado pelo CS2013 [ACM/IEEE-CS 2013] para ciência da computação, por exemplo. A atribuição dos pares conhecimento-habilidade foi outro aspecto controverso, pois a escolha do nível da taxonomia de Bloom levou a muitas discussões sobre qual a habilidade mais adequada a cada conhecimento na competência. Uma recomendação para mitigar a controvérsia é usar diversos verbos da taxonomia para registrar a intenção do anotador. Anotadores e avaliadores concordaram que especificar competências com base em componentes (conhecimento, habilidade e disposição) é expressivo e reduz ambiguidades com o uso de vocabulários controlados.

7. Considerações Finais

Resultados preliminares indicam que o LOMC e a anotação semântica contribuem para uma descrição clara, coerente e inequívoca de competências em recursos educacionais. A estratégia *bottom-up* proposta, focada na anotação de recursos de baixa granularidade, pode simplificar a transição gradual para o ensino baseado em competências. No entanto, é necessário ampliar a validação da anotação semântica e testar sua aplicabilidade em diversos contextos educacionais.

Acredita-se que o uso do LOMC melhore a precisão e revocação na busca e recomendação de recursos educacionais anotados com competências, devido à sua estrutura e ao uso de vocabulários controlados, que mitigam problemas da busca textual com descrições vernaculares. No futuro, é importante avaliar seus ganhos qualitativos e quantitativos nesses cenários. Os desafios incluem a evolução da anotação semântica em repositórios de recursos educacionais e a compreensão dos conceitos da educação baseada em competências para usar eficazmente o LOMC. Também, urge mais pesquisas para definir a granularidade adequada das bases de conhecimento no modelo de competências do LOMC, o que pode afetar a precisão das descrições. Como trabalho futuro, planeja-se criar um perfil que associe alunos, recursos educacionais e nível de proficiência para determinar as competências desenvolvidas por um aluno em um curso.

8. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

²<https://www.acm.org/publications/class-2012>

Referências

- ACM/IEEE-CS (2013). *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- Behar, P. A., Silva, K. K. A. d., Schneider, D., Cazella, S. C., Torrezan, C. A. W., and Heis, E. (2015). Development and system assessment of learning object recommendation based on competency. In *7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management. Proceedings. Lisboa: SCITEPRESS, 2015*.
- Bremgartner, V., Netto, J. F., and De Menezes, C. (2015). Explorando arquiteturas pedagógicas recomendadas por meio de agentes e ontologia de modelo do aluno em ambientes virtuais de aprendizagem. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 1157.
- Clear, A., Clear, T., Vichare, A., Charles, T., Frezza, S., Gutica, M., Lunt, B., Maiorana, F., Pears, A., Pitt, F., et al. (2020). Designing computer science competency statements: A process and curriculum model for the 21st century. In *Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 211–246.
- de Paula, L. B., de Deus, W. S., and Barbosa, E. F. (2020). Análise de repositórios de reas em relação ao uso dos padrões de linked open data. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 312–321. SBC.
- Force, A. D. S. T. (2021). *Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- Impagliazzo, J. and Pears, A. N. (2018). The cc2020 project—computing curricula guidelines for the 2020s. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDU-CON)*, pages 2021–2024. IEEE.
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., and Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão & produção*, 20:741–761.
- Leidig, P. M. and Salmela, H. (2022). The acm/ais is2020 competency model for undergraduate programs in information systems: A joint acm/ais task force report. *Communications of the Association for Information Systems*, 50(1):25.
- Paquette, G. (2016). Competency-based personalization process for smart learning environments.
- Paquette, G., Marino, O., and Bejaoui, R. (2021). A new competency ontology for learning environments personalization. *Smart Learning Environments*, 8(1):16.
- Psyrra, G. and Mangina, E. (2022). Harvesting metadata for xr digital learning objects. In *International Workshop on Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online*, pages 561–576. Springer.
- Sampson, D. and Fytros, D. (2008). Competence based educational metadata for supporting lifelong competence development programmes. In *2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pages 288–292. IEEE.

- Sampson, D. G. (2009). Competence-related metadata for educational resources that support lifelong competence development programmes. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4):149–159.
- Simon, A., Behar, P. A., Torrezan, C. A. W., Slodkowski, B. K., Cazella, S. C., and Schneider, D. (2020). Modelagem de uma ontologia de domínio com foco em competências para sistemas de recomendação na educação. *Revista brasileira de informática na educação. Florianópolis. Vol. 28 (2020), p. 644-663.*
- Vicari, R. M., Bez, M. R., Behar, P. A., Silva, J. M. C. d., Ribeiro, A. M., Gluz, J. C., Passerino, L. M., Santos, E. R., Primo, T. T., Rossi, L. H. L., et al. (2010). Proposta brasileira de metadados para objetos de aprendizagem baseados em agentes (obaa). *RENOTE: revista novas tecnologias na educacao [recurso eletronico]. Porto Alegre, RS.*
- Wieringa, R. (2009). Design science as nested problem solving. In *Proceedings of the 4th international conference on design science research in information systems and technology*, pages 1–12.