

# Uma Abordagem Baseada em Ontologia para Auxiliar a Aplicação de Princípios Curriculares Orientados a Competências em Recursos Educacionais Abertos

Edeyson Andrade Gomes<sup>1</sup>, Laís do Nascimento Salvador<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA), Avenida Ademar de Barros, Salvador - BA, 40.170-110, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA), Avenida Ademar de Barros, Salvador - BA, 40.170-110, Brasil

## Abstract

Competency-based education has attracted the attention of the technology-enriched learning community but presents challenges in translating competency-oriented curriculum principles into concrete learning materials. This project aims to provide a framework to support the annotation of open educational resources based on competency ontology and mitigate that challenge.

## Resumo

A educação baseada em competências tem atraído a atenção da comunidade de aprendizagem enriquecida por tecnologia, mas apresenta desafios na tradução de princípios curriculares orientados para competências em materiais de aprendizagem concretos. Para mitigar tal desafio, este projeto visa prover um *framework* de apoio à anotação de recursos educacionais abertos, baseado numa ontologia de competências.

## Keywords

Competency-based education, annotation, ontology.

## 1. Introdução

O domínio do tradicional paradigma de ensino baseado na transmissão do conhecimento tem diminuído em favor de novos paradigmas, como o do ensino baseado no desenvolvimento de competências (EBC), numa transição que tem desencadeado significativas reformas curriculares, requerendo o desenvolvimento e adaptação de materiais didáticos, proporcionando novas experiências de ensino-aprendizagem [Sampson e Fytros 2008].

Conhecimentos, habilidades e atitudes são algumas dimensões integradas pela EBC para capacitar os alunos a reconhecerem e resolverem problemas reais em seu domínio de estudo ou trabalho futuro. Tal perspectiva visa transformar resultados da aprendizagem em ativos de conhecimento permanentes e valiosos, provendo a aquisição e desenvolvimento contínuo de novas competências, além do desenvolvimento e aprimoramento contínuos de características pessoais [Rezgui 2014].

Embora muitas instituições de ensino sejam entusiastas do modelo educacional baseado em competências, sua materialização ao nível de programas e práticas educacionais tem se mostrado desafiador [Hoogveld 2005]. Entre os desafios, destacam-se a formação de professores, capacitando-os na mudança de paradigma do processo de ensino-aprendizagem, e a tradução dos princípios curriculares orientados para competências em materiais de aprendizagem concretos.

A ACM (*Association for Computing Machinery*), via relatório CC2020 (*Computing Curricular 2020*), apresenta um projeto para traçar o futuro da educação em computação em escala global. Sua proposta se destaca por especificar competências de forma abrangente, incorporando conceitos de

---

Proceedings of the 15th Seminar on Ontology Research in Brazil (ONTOBRAS) and 6th Doctoral and Masters Consortium on Ontologies (WTDO), December 22-25, 2022.

EMAIL: edeysongomes@ufba.br (Edeyson A. Gomes); laisns@ufba.br (Laís N. Salvador)



© 2022 Copyright for this paper by its authors.  
Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).  
CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org)

habilidades, conhecimentos e atitudes (disposições), e outras características pessoais, mobilizados para a execução de tarefas e solução de problemas reais, descrevendo um contexto específico e determinando um grau de proficiência.

Este projeto de pesquisa propõe a construção de um *framework* de anotação semântica de recursos educacionais abertos, baseado numa ontologia de competências aderente à conceituação de competência proposta pela ACM no relatório CC2020, que dê suporte a tradução de princípios curriculares orientados para competências em materiais de aprendizagem concretos. Acredita-se que este projeto possibilite mitigar o dilema de prioridades, apontado por [Perrenoud 1999], na divisão do tempo do professor dedicado à transmissão do conhecimento e ao desenvolvimento de competências, diminuindo o tempo deste.

## 2. Referencial Teórico

A ACM e a IEEE *Computer Society*, através do relatório CC2020, apresentam uma proposta para a educação global de computação baseada em competências. Nele, definem competência como a capacidade do indivíduo executar e aplicar sua educação em computação em um serviço prático e profissional à sociedade. Tal proposta está em consonância com os objetivos da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) para a mudança de currículos centrados em conteúdo para um modelo centrado em competências, referenciado como modelo de aprendizagem do século XXI [Impagliazzo e Pears 2018]. Tal mudança, contudo, requer alterações nos sistemas de gestão de aprendizagem, como repositórios e sistemas de recomendação de Recursos Educacionais Abertos (REA), pois as descrições dos recursos que estes gerenciam deixam de ser determinadas por assunto e conteúdo e passam a centrar-se em competências.

[Paula et al. 2020] destacam dois tipos de repositórios de REA: os que descrevem os recursos através de textos e palavras-chave e aqueles que usam algum padrão de metadado. Todavia, independente do modelo de anotação, a descrição dos recursos educacionais na maioria dos repositórios é semanticamente pobre. Para tornar as buscas em repositórios de recursos educacionais mais eficazes, faz-se necessário um mecanismo que forneça detalhada e rica descrição semântica dos recursos armazenados e que guie a recuperação dos mesmos. Propostas neste sentido têm sido feitas através do uso de ontologias [Bremgartner, Netto e Menezes 2015] e [Paquette 2021].

[Koutsomitropoulos e Solomou 2017], [Paquete 2021] e [Simon et al. 2020] ressaltam a necessidade do uso de ontologias para prover melhor descrição e busca semântica a recursos educacionais, além de interoperabilidade, o que possibilita o consumo e troca de informações com outros aplicativos. Ainda segundo os autores, o projeto e implementação de repositórios de recursos educacionais baseados em ontologias deve flexibilizar e facilitar a documentação destes, bem como aumentar a precisão na sua recuperação. Mais especificamente, [Simon et al. 2020] e [Bremgartner et al. 2015] propõem, neste cenário, o uso de ontologias focadas em competências, combinando conceitos como conhecimento, habilidades e atitudes.

Competência é um conceito para o qual não há um consenso e múltiplas definições foram elaboradas nas últimas décadas, diferenciando-se pelo escopo em termos de habilidades, conhecimentos e atitudes, pela amplitude de visão e por grau de especificidade [Kennedy et al., 2009]. Segundo [Deist e Winterton 2005], existe uma significativa confusão na definição de competência que torna “impossível identificar ou imputar uma teoria coerente ou chegar a uma definição capaz de acomodar e conciliar todas as diferentes formas como o termo é usado”.

[Zabala e Arnau 2010] definem competência como a capacidade de agir de forma eficaz e determinada para executar tarefas e resolver problemas, mobilizando e integrando “componentes atitudinais, procedimentais e conceituais”. Para [Behar 2013], competências são “um conjunto de elementos compostos por conhecimentos, habilidades e atitudes” que, uma vez estruturados num contexto específico, possibilitam a solução de problemas e a ação frente a situações novas. Distintas interpretações e significados dados ao conceito de competência podem ser atribuídos a diferenças culturais, de contexto ou à falta de consenso entre grupos (Kennedy et al., 2009).

Segundo [Paquete et al. 2021], competências são expressas como sentenças em linguagem natural, indicando que alguém tem capacidade ou conhecimento, em algum grau de proficiência, para executar uma atividade; são declarações que comumente estão mal estruturadas em textos, acarretando

problemas como dificuldade de uso, interpretação e inferência. Para eliminar tais problemas e facilitar o intercâmbio de descrições de competência entre sistemas, especificações para descrição de competência, como a *Reusable Definition of Competency or Educational Objective* [IMS RDCEO 2002] e a *IEEE Reusable Competency Definitions* [IEEE RCD 2007] foram propostas.

### 3. Trabalhos Relacionados

Na literatura, existem diversos trabalhos relatando experiências que integram o desenvolvimento de ontologias de competências, anotação semântica e recomendação de recursos educacionais, destacando-se os trabalhos de [Paquete et al. 2021] e [Simon et al. 2020] por maior proximidade à nossa proposta. Como diferenciais desta, ressaltamos a adequação às especificações de interoperabilidade da IEEE RCD, a definição de um modelo de competências aderente ao que é proposto no relatório CC2020 da ACM/IEEE, o uso da UFO (*Unified Foundational Ontology*) como ontologia de fundamentação [Guizzardi et al. 2015]. Todavia, cabe explorar a literatura sobre os desafios que os professores podem enfrentar na produção de recursos educacionais com o paradigma da educação baseada em competências. Dessa forma, a partir da literatura investigada, as contribuições desse projeto estão relacionadas à construção de um *framework* de anotação semântica, baseado numa ontologia de competências, que auxilie os professores no processo de anotação de recursos educacionais abertos, é este o objeto de estudo dessa pesquisa.

### 4. Metodologia de Pesquisa

A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho é a DSR (*Design Science Research*), por ser um paradigma de pesquisa focado na resolução de problemas práticos e que requerem a criação de artefatos que resolvam problemas do mundo real com base em requisitos dos envolvidos [Weiringa 2009]. A DSR descreve ciclos iterativos e inter-relacionados de pesquisa, de tal forma que as iterações promovam a evolução de conjecturas teóricas (ciclo empírico) que devem subsidiar o projeto do artefato (ciclo de projeto), e o uso deste deve incitar a investigação de tais conjecturas [Lacerda et al. 2013].

Pretende-se fundamentar o ciclo empírico através de um quadro teórico composto por uma revisão sistemática da literatura, efetuando-se o levantamento de teorias, modelos e constructos, técnicas e artefatos correlatos. Além destes ciclos, [Hevner 2007] destaca a necessidade de um terceiro ciclo (de relevância), também iterativo, que deve descrever o contexto no qual o artefato será usado, quais seus critérios de aceitação e como a interação artefato-contexto ocorre para atingir os objetivos da pesquisa.

Com base na definição dos 3 ciclos, identificam-se três avaliações necessárias ao projeto: avaliação de requisitos, adequação do artefato aos critérios de aceitação e a validade das conjecturas teóricas. Para cumpri-las, serão realizados estudos de caso e/ou experimentos, fazendo uso das técnicas de coleta e produção de dados como questionários e entrevistas.

### 5. Estado Corrente da Pesquisa e Trabalhos Futuros

A maioria dos repositórios de REA usa a anotação textual com descrição centrada em conteúdo, com busca comumente baseada em palavras-chave. Tal processo não contempla a produção de recursos educacionais que atendam a requisitos de competências. Observou-se, com isso, a necessidade de integrar aos repositórios de REA uma camada semântica para fornecer metadados de competências.

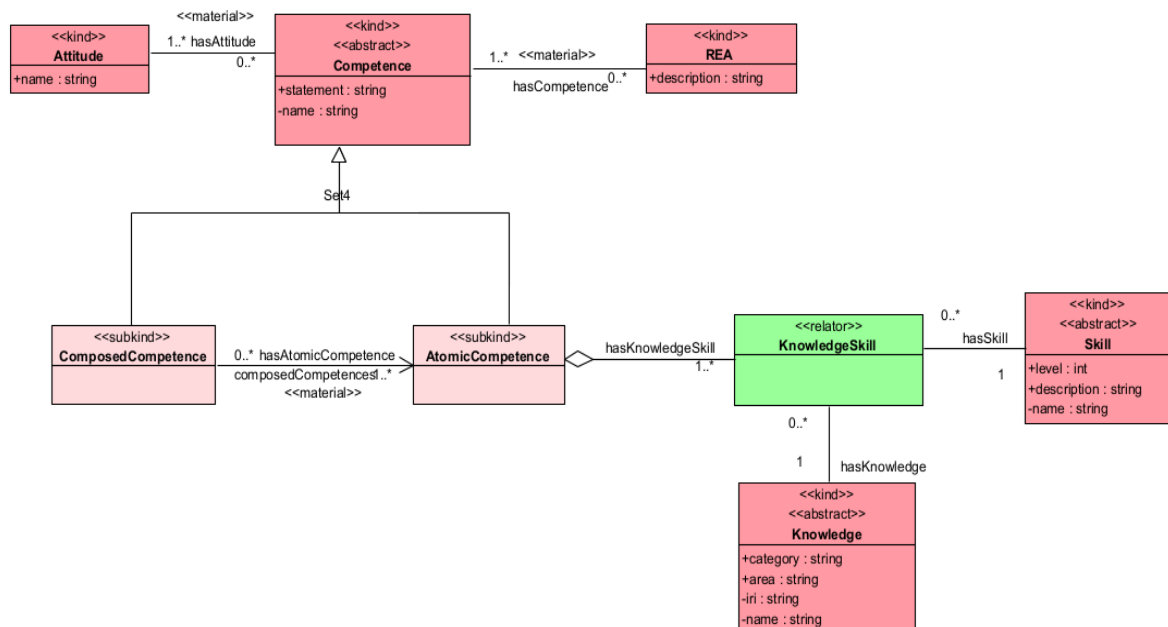
Neste contexto, decidiu-se desenvolver um *framework* baseado em ontologia de competências para auxiliar professores na anotação semântica de recursos educacionais abertos. Como requisitos da abordagem proposta, definiu-se que ela deve: (R1) identificar e sugerir as informações de competências relevantes para a anotação de recursos educacionais e (R2) fornecer uma solução integrada com um modelo reusável de competências.

A abordagem do primeiro requisito foi iniciada com a análise, na literatura, de definições de competência, suas principais dimensões e modelos de especificação existentes. A abordagem do segundo visa encontrar metadados e vocabulários relacionados com competências, possibilitando reuso e interoperabilidade.

Por seu abrangente suporte às principais atividades de engenharia de ontologias, adotou-se a metodologia NEON para o desenvolvimento da ontologia de competências que será usada no *framework* proposto. O modelo formal desta está sendo criado com a OntoUML, utilizando estereótipos da gUFO [Guizzardi et al. 2015]. Com isto, pretende-se reutilizar padrões, categorias e relações básicas, assegurar a qualidade geral da ontologia e prevenir erros de desenvolvimento.

A definição das questões de competência da ontologia proposta foi iniciada para determinar qual conhecimento particular deve ser representado, além de suportar sua verificação e validação com relação ao que ela deve atender. Como a modelagem de ontologias é uma tarefa complexa, que pode acarretar em anomalias ou erros difíceis de detectar, adotaremos validadores, como a ferramenta OOPS!.

Uma primeira versão da ontologia, conforme ilustrado na Figura 1, foi construída e utilizada como suporte à anotação semântica. Ressalta-se que *Competence* foi modelada como uma classe abstrata, pois, de acordo com o modelo adotado (inferido da proposta de competências do relatório CC2020 da ACM/IEEE), as instâncias de uma competência têm de ser compostas (*ComposedCompetence*) ou atômicas (*AtomicCompetence*).



**Figura 1:** Modelo, em OntoUML, da primeira versão da ontologia de competências.

Ainda segundo o modelo inferido do relatório CC2020, toda competência possui múltiplos registros de **conhecimento-habilidade** (associando-os em pares). Para representar este relacionamento, definiram-se os conceitos *KnowledgeSkill* (classe de relacionamento, definida com o estereótipo **relator**), *Knowledge* e *Skill*.

Para testar a primeira versão da ontologia, foram selecionados alguns REA produzidos pelo EduKnow, grupo de pesquisa em Informática na Educação com o qual o autor colabora. Para cada recurso, foram especificadas competências, validando-as com 3 especialistas na área (professores com especialização em educação e mestrado em computação). Esta atividade serviu para revisar as questões de competências, remodelar a ontologia e refinar atributos e relacionamentos. Como exemplo de revisão, redefinimos a relação todo-parte entre uma competência composta **tem uma ou várias** competências atômicas) e alteramos alguns estereótipos.

Como trabalhos futuros, pretende-se adaptar a proposta de ontologia de competências proposta por [Paquette 2021], modelando-a com a OntoUML e adicionando-a o modelo de competências apresentado na Figura 1. Com base nesta nova ontologia, pretende-se (re) anotar diversos REA para evoluir o *framework* proposto. Ademais, objetiva-se elaborar um *survey* com educadores para analisar suas crenças, necessidades e expectativas com a educação baseada em competências e, para subsidiar o referencial teórico, objetiva-se dar continuidade a um mapeamento e ampliar a discussão através de uma revisão sistemática da literatura. Finalmente, fazer a comunicação dos resultados com artigos nos principais veículos da área.

## 6. Referências

- [1] P. A. Behar, Competências em educação a distância, Penso, Porto Alegre, RS, 2013.
- [2] V. Bremgartner, J. F. Netto, C. D. Menezes, Explorando Arquiteturas Pedagógicas Recomendadas por meio de Agentes e Ontologia de Modelo do Aluno em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Computação, 2015.
- [3] G. Guizzardi, G. Wagner, J. P. A. Almeida, R. S. S. Guizzardi, Towards ontological foundations for conceptual modeling: The unified foundational ontology (UFO) story, *Applied Ontology*, v. 10, n. 3–4, p. 259–271.
- [4] A. Hevner, A Three Cycle View of Design Science Research, In *SJIS*, 2007, v. 19.
- [5] A. W. M. Hoogveld, F. Paas, W. M. G. Jochems, Training higher education teachers for instructional design of competency-based education: Product-oriented versus process-oriented worked examples, *Teaching and Teacher Education*, 2005, v. 21, n. 3, p. 287–297.
- [6] IEEE Standard for Learning Technology-Data Model for Reusable Competency Definitions ([S.d.]), IEEE, 2008, URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4445693/>. doi: 10.1109/IEEESTD.2008.4445693.
- [7] J. Impagliazzo, A. N. Pears, The CC2020 project — computing curricula guidelines for the 2020s, IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018, pp. 2021–2024, doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363484.
- [8] IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective Specification, IMS Global Learning Consortium, 2002, URL: <http://www.imsglobal.org/competencies/index.html>.
- [9] D. Kennedy, Á. Hyland, N. Ryan, Learning outcomes and competences, *Introducing Bologna Objectives and Tools*, URL: [https://www.researchgate.net/publication/285264101\\_Learning\\_outcomes\\_and\\_competencies](https://www.researchgate.net/publication/285264101_Learning_outcomes_and_competencies).
- [10] D. A. Koutsomitropoulos, G. D. Solomou, A learning object ontology repository to support annotation and discovery of educational resources using semantic thesauri, *IFLA Journal*, 2018, v. 44, n. 1, p. 4–22.
- [11] D. P. Lacerda, A. Dresch, A. Proença, J. A. V. Antunes Júnior, Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção, *Gestão & Produção*, 2013, v. 20, n. 4, p. 741–761.
- [12] L. B. Paula, W. S. Deus, E. F. Barbosa, 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*, Sociedade Brasileira de Computação, 2020.
- [13] G. Paquette, O. Marino, R. Bejaoui, A new competency ontology for learning environments personalization, *Smart Learning Environments*, 2021, v. 8, n. 1, p. 16. Springer Science and Business Media LLC.
- [14] P. Perrenoud, Construir as competências desde a escola, Artmed, Porto Alegre, RS, 2009.
- [15] K. Rezgui, H. Mhiri, K. Ghédira, An Ontology-Based Approach to Competency Modeling and Management in Learning Networks, *Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications*, Cham: Springer International Publishing, 2014, v. 296p. 257–266.
- [16] D. Sampson, D. Fytros, Competence Based Educational Metadata for Supporting Lifelong Competence Development Programmes, 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2008, pp. 288–292.

- [17] A. Simon, P. A. Behar, C. A. W. Torrezan, et al., Modelagem de uma Ontologia de Domínio com Foco em Competências para Sistemas de Recomendação na Educação, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 2020, v. 28, p. 644–663.
- [18] R. Wieringa, Design science as nested problem solving, In *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology – DESRIST*, 2009, ACM Press.
- [19] A. Zabala, L. Arnau, *Como aprender e ensinar competências*, Penso, Porto Alegre, RS, 2010.