

Ontologia para Análise Qualitativa Automatizada em Avaliações de Cursos de Ensino Superior

Eulanda Maria Pedro Daniel¹, Leandro Krug Wives^{1,2},
Alexandra Lorandi^{1,3}, José Palazzo Moreira de Oliveira^{2,4}

¹Programa de Pós-graduação Informática na Educação (PGIE)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brasil

²Instituto de Informática – UFRGS
Porto Alegre – RS – Brasil

³Faculdade de Educação – UFRGS
Porto Alegre – RS – Brasil

⁴Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) – UFRGS
Porto Alegre – RS – Brasil

eulanda.daniel@ufrgs.br, leandro.wives@ufrgs.br,
alexandra@ufrgs.br, palazzo@inf.ufrgs.br

Abstract. *This work presents the development and application of ontology to represent teacher and student evaluation data in Computer Science courses. The proposal structures evaluation criteria, comments, scores, and sentiments extracted through Natural Language Processing (NLP). Using OWL and the Protégé tool, the ontological base was built with real data from a public university in southern Brazil. Sentiment analysis, performed with the LeIA model in Python, enabled the identification of patterns that support the improvement of educational quality. The approach proved effective in organizing and extracting educational knowledge.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a aplicação de uma ontologia para representar dados de avaliação docente e discente em cursos de Computação. A proposta estrutura critérios avaliativos, comentários, notas e sentimentos extraídos via Processamento de Linguagem Natural (PLN). Utilizando OWL e a ferramenta Protégé, a base ontológica foi construída com dados reais de uma universidade pública do Brasil. A análise de sentimentos, realizada com o modelo LeIA em Python, permitiu identificar padrões que apoiam a melhoria da qualidade educacional. A abordagem demonstrou-se eficaz na organização e extração de conhecimento educacional.*

1. Introdução

A avaliação do processo de ensino-aprendizagem é um componente essencial para a garantia da qualidade educacional, especialmente em cursos de Computação, nos quais os desafios pedagógicos são amplificados pelas rápidas transformações tecnológicas, pela diversidade de metodologias de ensino e pelo uso intensivo de recursos digitais. Em instituições brasileiras de ensino superior, é comum a aplicação periódica de instrumentos como a Avaliação Docente pelo Discente (ADD) e a Autoavaliação Docente (AAD), que

coletam dados estruturados em forma de notas (quantitativo) e, principalmente, comentários abertos (qualitativos).

Apesar de sua riqueza, os comentários textuais costumam ser subutilizados devido à dificuldade de análise sistemática, à subjetividade na interpretação e ao elevado esforço necessário para leitura, síntese e categorização (Ferreira, Silva & Andrade, 2018; Prieto et al., 2019; Gokhale & Machina, 2022). Essa subutilização compromete o aproveitamento pleno das percepções dos estudantes, limitando o potencial das avaliações qualitativas como instrumento de aprimoramento pedagógico.

Nesse contexto, propomos o uso de uma ontologia como estrutura semântica para representar e organizar os dados qualitativos coletados por meio dos instrumentos institucionais de avaliação. Ontologias são descrições formais de conceitos, relações e restrições em um domínio específico, possibilitando a representação de conhecimento de forma estruturada, consultável e inferível (Gruber, 1993; Noy & McGuinness, 2001). Quando integradas a técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), elas viabilizam a extração automatizada de padrões e o enriquecimento semântico de informações expressas em linguagem natural (Aroyo & Dicheva, 2004; Ontañón, Plaza & Santos, 2015; Zawacki-Richter et al., 2019).

Nosso objetivo é demonstrar como a modelagem ontológica, aliada à análise de sentimentos baseada em léxicos, pode estruturar, padronizar e tornar mais acessíveis os dados textuais presentes nas avaliações, permitindo inferências automatizadas e análises dirigidas a partir de uma base semanticamente coerente. A proposta está alinhada às práticas de *learning analytics*, que buscam transformar dados educacionais em conhecimento útil para tomada de decisão (Chatti et al., 2012), e contribui para o avanço de tecnologias semânticas aplicadas à educação superior (Leal & Reategui, 2020; Fazel-Zarandi & Fox, 2017).

Ao promover uma escuta mais estruturada das percepções da comunidade acadêmica, esta abordagem visa qualificar os processos avaliativos, apoiar o diagnóstico pedagógico e ampliar o uso efetivo das avaliações institucionais como ferramenta para a melhoria contínua dos cursos. Espera-se, com isso, avançar em direção a uma gestão educacional mais responsiva, orientada por dados e sensível às experiências dos estudantes e docentes.

A principal contribuição deste trabalho está na integração prática entre ontologias e técnicas de PLN aplicadas a dados autênticos oriundos de avaliações institucionais no contexto do ensino superior brasileiro. Diferente de estudos anteriores, que também utilizaram dados reais, nossa proposta explora um cenário específico da governança educacional em instituições brasileiras, possibilitando análises semânticas integradas a partir de instrumentos formais de avaliação.

2. Trabalhos Relacionados

O uso de ontologias na área da educação tem se consolidado como uma estratégia promissora para estruturar e dar significado a grandes volumes de dados educacionais. Segundo Chounta et al. (2017), ontologias podem ser integradas a sistemas de *learning analytics* para oferecer interpretações mais profundas sobre o comportamento e desempenho dos estudantes. *Learning Analytics* é o processo de medição, coleta, análise e relato de dados sobre os aprendizes e seus contextos, com o objetivo de compreender e otimizar o aprendizado e os ambientes em que ele ocorre (Siemens, 2012). Essas

estruturas permitem representar conhecimento de maneira formal, possibilitando consultas, inferências e reuso de informações em diferentes contextos educacionais.

Vega-Gorgojo et al. (2011) destacam que o uso de ontologias em ambientes digitais de aprendizagem melhora a interoperabilidade entre sistemas e favorece a reutilização de recursos educacionais. Essa abordagem tem sido adotada em plataformas adaptativas, repositórios de conteúdo e sistemas de apoio à tomada de decisão pedagógica. Fazel-Zarandi e Fox (2017) também ressaltam o potencial das tecnologias semânticas em contextos educacionais, destacando sua aplicabilidade na organização e análise de dados complexos.

No campo da análise de sentimentos, Altrabsheh et al. (2014) exploram como técnicas do PLN podem ser empregadas para interpretar comentários de estudantes, extraíndo percepções e emoções que enriquecem a compreensão sobre os processos de ensino e aprendizagem. Zawacki-Richter et al. (2019), em uma revisão sistemática, apontam que a combinação de PLN com abordagens semânticas pode ampliar significativamente o uso de dados qualitativos na educação.

Essa integração entre ontologias e PLN também é destacada por Ontañón et al. (2015), que ressaltam o papel das ontologias na construção de sistemas educacionais inteligentes e sensíveis ao contexto. No cenário brasileiro, Leal e Reategui (2020) discutem o potencial das tecnologias semânticas para qualificar a gestão acadêmica, especialmente em processos de autoavaliação institucional e planejamento pedagógico. Os autores defendem que a estruturação de dados qualitativos pode subsidiar decisões mais coerentes com os objetivos educacionais das instituições.

Além disso, Prieto et al. (2019) reforçam a importância de considerar tanto os dados objetivos quanto os subjetivos nas avaliações institucionais. A combinação entre comentários, sentimentos e notas permite diagnósticos mais completos, aprofundando a compreensão sobre a experiência educacional.

Embora ontologias já venham sendo aplicadas com sucesso em diversos contextos da educação (Gonzalez, Behar & Lima, 2020), são escassos os estudos que tratam especificamente da análise qualitativa automatizada de avaliações institucionais com base em dados reais. Diferentemente das abordagens anteriores, este trabalho propõe uma integração prática entre ontologia, PLN e dados autênticos extraídos de instrumentos institucionais de avaliação, com foco na representação semântica de comentários, sentimentos e notas. Essa estrutura visa não apenas organizar a informação, mas também permitir consultas personalizadas, inferências automatizadas e visualizações integradas, favorecendo o aprimoramento de práticas pedagógicas com base em evidências observáveis.

Dessa forma, este estudo se diferencia por aplicar essas tecnologias a um contexto específico da educação superior brasileira, integrando ontologias e análise de sentimentos a dados autênticos extraídos de instrumentos institucionais. Diferente de trabalhos como o de Altrabsheh et al. (2014), que também utilizaram dados reais, nossa proposta combina representação semântica, inferência e análises voltadas ao suporte à gestão acadêmica.

3. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter exploratório. Segundo Gil (2008), pesquisas aplicadas visam resolver problemas concretos com foco

na aplicação prática do conhecimento. A abordagem qualitativa, por sua vez, permite compreender significados expressos em linguagem natural e interpretar fenômenos em profundidade (Minayo, 2001).

O estudo foi conduzido com dados fornecidos pelo setor responsável pela avaliação institucional de uma universidade pública brasileira. As informações, coletadas ao longo de diferentes semestres, estavam organizadas em planilhas digitais contendo comentários textuais e notas atribuídas por estudantes, por meio de dois instrumentos: a Avaliação Docente pelo Discente (ADD) e a Autoavaliação Docente (AAD). Os dados foram anonimizados conforme protocolos éticos, mediante assinatura de termo de confidencialidade.

O processo metodológico envolveu cinco etapas principais:

- i. modelagem da ontologia;
- ii. definição das propriedades semânticas;
- iii. classificação de sentimentos nos comentários;
- iv. população da ontologia com dados anotados; e
- v. exploração das instâncias na ferramenta Protégé¹.

A modelagem ontológica foi orientada pelas diretrizes do documento *Ontology Development 101* (Noy & McGuinness, 2001), utilizando a linguagem OWL (Web Ontology Language) no Protégé (Protégé, 2025). A estrutura centralizou-se na classe “Avaliação”, da qual derivam os instrumentos “AvaliaçãoDocenteDiscente” e “AutoavaliacaoDocente”. Esses instrumentos estão relacionados a um conjunto de critérios organizados em categorias temáticas como Didática, Metodologia, Organização e Infraestrutura, refletindo a estrutura dos formulários institucionais.

A Figura 1 ilustra a estrutura conceitual, evidenciando a hierarquia entre os elementos e a organização semântica proposta. Essa estrutura facilita o agrupamento e a análise dos dados qualitativos (comentários) e quantitativos (notas), enriquecidos com uma camada semântica baseada em critérios institucionais.

As propriedades da ontologia foram divididas entre propriedades de objeto, como possuiComentario, possuiNota e expressaSentimento, e propriedades de dados, como conteudoTexto, valorNota e tipoSentimento. Estas últimas armazenam os valores textuais, numéricos e de sentimento inferido. Cada instância representa uma avaliação associada a um critério, com seus respectivos dados vinculados semanticamente.

A classificação de sentimentos foi realizada com o modelo LeIA (Léxico para Inferência Adaptada), uma adaptação da ferramenta VADER para o português, que utiliza léxico expandido e regras linguísticas específicas para classificar textos em positivos, neutros ou negativos. O processamento foi feito no Google Colab com scripts em Python. Antes da análise, os comentários passaram por um pré-processamento textual, incluindo normalização ortográfica e remoção de ruídos.

Para validação e demonstração da estrutura ontológica, foram inseridos 54 registros reais, garantindo pelo menos um ou dois exemplos por critério. A escolha por esse número reduzido se justifica pelo caráter exploratório da pesquisa e pela necessidade

¹ Protégé é uma plataforma gratuita e de código aberto que fornece um crescimento comunidade de usuários com um conjunto de ferramentas para construir modelos de domínio e aplicações baseadas em conhecimento com ontologias. Disponível em <https://protege.stanford.edu/>.



Figura 1: Estrutura conceitual da ontologia com foco na representação semântica dos critérios avaliativos aplicados a docentes e discentes.

de controlar a qualidade da população semântica, realizada manualmente. Apesar de a base institucional conter mais de 11 mil registros, essa amostra foi suficiente para testar a consistência da ontologia.

Com a ontologia populada, utilizou-se o Protégé para explorar visualmente as relações com o plugin OntoGraf2 e para realizar consultas por meio do recurso DL Query3. Um exemplo de consulta foi: ‘Comentario and expressaSentimento some (tipoSentimento value “negativo”)’, que retornou comentários associados a sentimentos negativos, em geral acompanhados de notas baixas. Esse cruzamento confirmou a coerência entre os dados textuais, os escores numéricos e os sentimentos inferidos.

Embora este estudo não tenha implementado raciocinadores (*reasoners*) para inferência automática, a modelagem foi planejada para suportar futuras extensões com regras ontológicas. A ontologia resultante representa um arcabouço inicial, concebido com potencial para reutilização e escalabilidade. No entanto, a comprovação prática desses atributos requer estudos futuros com conjuntos de dados mais amplos.

A seguir, a Tabela 1 apresenta a correspondência entre os critérios avaliativos utilizados nos instrumentos ADD e AAD e as respectivas categorias ontológicas definidas na modelagem. Essa estrutura assegura coerência com os formulários institucionais e

² **OntoGraf** é um plugin do Protégé que permite navegar interativamente pelas relações de uma ontologia OWL, oferecendo diferentes layouts para organizar automaticamente sua estrutura. Ele suporta visualização de hierarquias, indivíduos e propriedades, além de filtros para exibir apenas os relacionamentos desejados. <https://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoGraf>.

³ Consulta DL permite que os usuários testem rapidamente as definições de classes para ver se elas incluem as subclasses apropriadas. https://protegewiki.stanford.edu/wiki/DL_Query.

permite o agrupamento semântico das avaliações, favorecendo a análise estruturada dos dados qualitativos.

Tabela 1: Categorias e Critérios de Avaliação. Adaptado a partir dos instrumentos institucionais de avaliação⁴; categorias ontológicas definidas pelos autores.

Instrumento	Categorias Ontológicas	Critérios Avaliativos
Avaliação Docente pelo Discente	1. CumprimentoPlanoEnsinoDocente 2. AssociacaoEnsinoPesquisaExtensaoDocente 3. IntegracaoComPraticaProfissionalDocente 4. EstrategiasDeAprendizagemDocente 5. ClarezaApresentacao 6. EstimuloParticipacaoAoDocente 7. ClarezaCritériosAvaliacaoDocenteDocente 8. CompatibilidadeAvaliacaoObjetivosDocente 9. DiscussaoResultadosAvaliacaoDocente 10. RespeitoDiversidadeDocente 11. ConhecimentoPrevio_Discente 12. DedicacaoAtividadeEnsino_Discente 13. DesenvolvimentoHabilidades_Discente	1. Cumprimento do plano de ensino; 2. Associação entre o conteúdo e outras atividades de ensino, pesquisa ou extensão; 3. Integração dos conteúdos com a prática profissional; 4. Estratégias adotadas para facilitar o aprendizado; 5. Clareza e objetividade na apresentação dos conteúdos; 6. Estímulo à participação em aula; 7. Clareza nos critérios de avaliação da Atividade de Ensino 8. Avaliação compatível com os objetivos e conteúdo da Atividade de Ensino 9. Correção e discussão dos resultados das avaliações 10. Respeito a todos/todas os/as estudantes e formas de diversidade 11. Conhecimento prévio para acompanhamento da Atividade de Ensino 12. Dedicção à Atividade de Ensino 13. Aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades
Autoavaliação Docente	1. CumprimentoPlanoEnsino 2. AssociacaoEnsinoPesquisaExtensao 3. IntegracaoComPraticaProfissional 4. EstimuloParticipacaoDocente 5. ApoioEstudantesComDificuldades 6. EstrategiasDeAprendizagem 7. ClarezaCritériosAvaliacao 8. CompatibilidadeAvaliacaoObjetivos 9. DiscussaoResultadosAvaliacao 10. RespeitoDiversidade 11. DisponibilidadeDocente 12. RelacaoComPPC 13. FormacaoContinuada 14. AtuacaoPesquisaExtensao	1. Cumprimento do plano de ensino 2. Associação entre o conteúdo e outras atividades de ensino, pesquisa ou extensão 3. Integração dos conteúdos com a prática profissional 4. Estímulo à participação em aula 5. Apoio a estudantes com conhecimentos prévios insuficientes 6. Utilização de estratégias, práticas e recursos para facilitar a aprendizagem 7. Apresentação dos critérios de avaliação da Atividade de Ensino 8. Avaliação compatível com os objetivos e conteúdo da Atividade de Ensino 9. Correção e discussão dos resultados das avaliações 10. Respeito a todos/todas os/as estudantes e formas de diversidade 11. Disponibilidade para atendimento aos estudantes quando necessário 12. Conhecimento sobre a relação da Atividade de Ensino com o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) 13. Participação em atividades de formação continuada 14. Atuação em pesquisa, extensão e/ou inovação para qualificar o processo de ensino

Conforme já mencionado, a análise de sentimentos foi realizada com o modelo LeIA5. O processo ocorreu em ambiente Google Colab, com o uso da linguagem Python. Cada comentário das planilhas foi classificado entre sentimento positivo, neutro ou negativo, e posteriormente vinculado à instância correspondente na ontologia.

3.1. Estudo de Caso

Com o objetivo de validar a estrutura ontológica desenvolvida, foi conduzido um estudo de caso exploratório utilizando dados reais provenientes dos instrumentos de avaliação institucional da universidade. Foram selecionados 54 registros, sendo 27 da ADD e 27 da AAD, contemplando ao menos um exemplo para cada critério previsto nos formulários avaliativos. Essa amostra permitiu verificar a coerência semântica da modelagem, sem sobrecarregar o processo de inserção manual das instâncias.

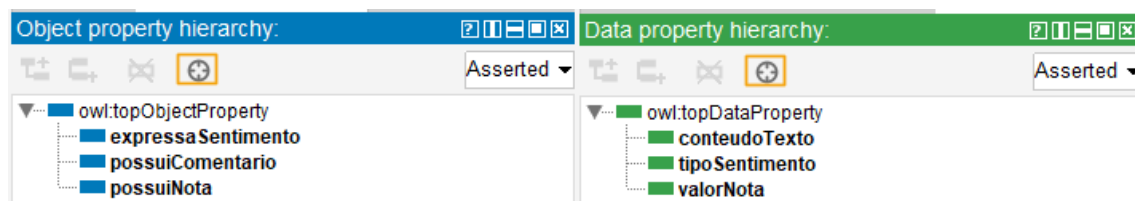


Figura 2: Propriedade dos Objetos e de Dados da Ontologia

O primeiro passo para a modelagem foi a definição das propriedades semânticas. Criaram-se as propriedades de objeto possuiComentario, possuiNota e

⁴ <https://www.ufrgs.br/naulitoral/versao-2023-instrumentos-de-avaliacao-institucional/>

⁵ LeIA é um fork do léxico e ferramenta para análise de sentimentos VADER (Valence Aware Dictionary and sEntiment Reasoner) adaptado para textos em português. <https://pypi.org/project/leia-br/>

expresaSentimento, responsáveis por vincular cada instância de critério às classes de dados. Também foram definidas as propriedades de dados, como conteudoTexto, valorNota e tipoSentimento, que armazenam respectivamente os conteúdos textuais, valores numéricos e sentimentos inferidos. A Figura 2 ilustra a hierarquia das propriedades definidas na ontologia.

Em seguida, foram criadas as instâncias (também chamadas de indivíduos) na ontologia. Essas instâncias representam, na prática, dados específicos vinculados aos critérios avaliativos e servem para popular a ontologia com informações reais. Elas possibilitam a realização de análises, inferências e consultas estruturadas no ambiente semântico. A Figura 3 ilustra alguns exemplos de instâncias criadas na ontologia.

Individuals:	Individuals:	Individuals:	Individuals:
<ul style="list-style-type: none"> Sentimento_1 Sentimento_10 Sentimento_11 Sentimento_12 Sentimento_13 Sentimento_14 Sentimento_15 	<ul style="list-style-type: none"> Nota_1 Nota_10 Nota_11 Nota_12 Nota_13 Nota_14 Nota_15 	<ul style="list-style-type: none"> Comentario_50 Comentario_6 Comentario_7 Comentario_8 Comentario_9 	<ul style="list-style-type: none"> ApoioEstudantesComDificuldades_Instance19 ApoioEstudantesComDificuldades_Instance20 AssociacaoEnsinoPesquisaExtensao_Instance1 AssociacaoEnsinoPesquisaExtensao_Instance2 AssociacaoEnsinoPesquisaExtensao_Instance23 AssociacaoEnsinoPesquisaExtensao_Instance24 ClarezaApresentacao_Instance5

Figura 3: Alguns Exemplos de Instâncias da Ontologia

Após essa etapa, iniciou-se o processo de população da ontologia com base nos dados dos resultados das análises de sentimento. Para cada critério avaliativo, foram inseridas instâncias com os respectivos comentários, notas (em escala de 0 a 10) e sentimentos classificados. Esse processo permitiu integrar, de forma semântica, informações qualitativas (comentários), quantitativas (notas) e inferenciais (sentimentos), garantindo coesão e consistência dos dados. Assim como os instrumentos de avaliação preenchem os campos de um questionário com informações reais, as instâncias completam a estrutura da ontologia com dados que podem ser consultados, agrupados e analisados.

Com a ontologia devidamente populada, a etapa seguinte consistiu na navegação e exploração das instâncias no ambiente Protégé. Utilizando o plugin OntoGraf, foi possível visualizar graficamente a estrutura semântica da ontologia, observando os vínculos entre os instrumentos de avaliação, os critérios avaliativos e suas respectivas instâncias de comentários, notas e sentimentos, conforme ilustrado na Figura 4.

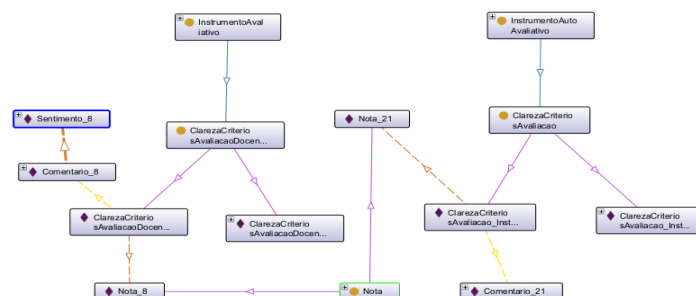


Figura 4: Visualização semântica das instâncias populadas na ontologia

Essa visualização evidenciou a correta associação entre os elementos ontológicos, permitindo validar a integridade das conexões semânticas estabelecidas. Por exemplo, ao

acessar a instância do critério *ClarezaCriterioAvaliacaoDocente*, a navegação revelou suas ligações com uma nota atribuída, um comentário textual e um sentimento correspondente, confirmando que a ontologia está preparada para consultas e análises específicas.

Após a navegação inicial pelos critérios e suas conexões no OntoGraf, procedeu-se à inspeção individual das instâncias criadas, com o objetivo de acessar os dados atribuídos a cada elemento populado na ontologia. Embora o Protégé ofereça uma visualização gráfica das relações semânticas entre os indivíduos, os valores específicos, como o conteúdo textual dos comentários, o tipo de sentimento e a nota atribuída, não são apresentados diretamente no grafo. Para acessá-los, é necessário clicar sobre cada indivíduo e visualizar suas propriedades no painel de detalhes.

A Figura 5 ilustra esse processo, mostrando a inspeção do indivíduo *Comentario_3*, associado ao critério ontológico *CompatibilidadeAvaliacaoObjetivos*. Nesse exemplo, o comentário registrado expressa dificuldades com o conteúdo: “Muita dificuldade no estudo para provas, pouca clareza no conteúdo”. O modelo LeIA classificou esse comentário como de sentimento negativo, e a nota atribuída foi 0.0, reforçando a convergência entre o conteúdo textual, o sentimento identificado e a avaliação quantitativa.

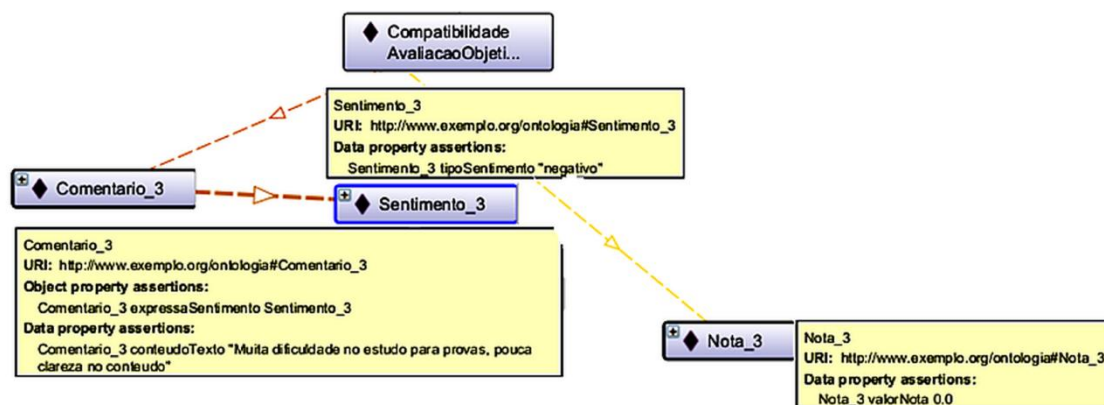


Figura 5: Exemplo de inspeção de instâncias: comentário, sentimento e nota associados a um critério

Para realizar análises mais específicas, foi utilizada a funcionalidade de consultas DL Query no Protégé. A Figura 6 apresenta o resultado da consulta que recupera todas as instâncias da classe *Comentario* associadas a sentimentos classificados como “negativo”. Na consulta, foi utilizada a seguinte expressão:

Comentario and expressaSentimento some (tipoSentimento value “negativo”)

Como resultado, foram retornadas diversas instâncias cujo sentimento é negativo. Ao selecionar *Comentario_10*, por exemplo, é possível visualizar seu conteúdo textual, o sentimento negativo associado e a nota 0.0 registrada, evidenciando a coesão entre os dados qualitativos, quantitativos e inferenciais na ontologia.

DL query:

Query (class expression)

Comentario and expressaSentimento some (tipoSentimento value "negativo")

Execute **Add to ontology**

Query results

Instances (12 of 12)

- Comentario_10
- Comentario_12
- Comentario_13
- Comentario_21
- Comentario_22
- Comentario_23
- Comentario_29
- Comentario_3
- Comentario_30
- Comentario_35
- Comentario_50
- Sentimento_12

Usage: Nota_3

Show: ☒ this ☒ different

Found 8 uses of Nota_3

- CompatibilidadeAvaliacaoObjetivosDocente_Instance3
- CompatibilidadeAvaliacaoObjetivosDocente_Instance3 possuiNota Nota_3
- Nota_3
- Nota_3 Type Nota
- Nota_3 valorNota 0.0
- Individual: Nota_3

Explanation for: Comentario_10 Type Comentario and (expressaSentimento some (tipoSentimento value "negativo"))

- Comentario_10 expressaSentimento Sentimento_10 In ALL other justifications ?
- Sentimento_10 tipoSentimento "negativo" In ALL other justifications ?
- Comentario_10 conteudoTexto "Poderia ter uma correção da avaliação em aula, porém acredito que com o tempo no cronograma seja mais difícil." In ALL other justifications ?
- conteudoTexto Domain Comentario In NO other justifications ?

Figura 6: Consulta por comentários negativos com DL Query no Protégé

A aplicação prática demonstrada, tanto por meio da navegação visual quanto pelas consultas semânticas com DL Query, evidencia o potencial da ontologia em apoiar análises detalhadas sobre avaliações institucionais. Essa abordagem promove uma leitura estruturada e exploratória de dados subjetivos, permitindo a identificação de padrões, inconsistências e pontos críticos a partir de diferentes critérios avaliativos. A seguir, discutimos os principais resultados observados com base nas instâncias populadas e os desdobramentos possíveis dessa modelagem.

5. Resultados e Discussão

Esta seção discute os principais achados observados a partir da ontologia populada com dados reais. Com base nas visualizações realizadas no Protégé e nas consultas semânticas, foram identificados padrões relevantes e relações consistentes entre os elementos avaliativos representados.

A análise da ontologia permitiu observar a efetividade da estrutura semântica proposta para representar e integrar diferentes dimensões dos dados avaliativos. Por exemplo: a instância Comentario_3, vinculado ao critério CompatibilidadeAvaliacaoObjetivo, continha o comentário “Muita dificuldade no estudo para provas, pouca clareza no conteúdo”, nota 0.0 e sentimento classificado como negativo. Esse exemplo evidencia como a ontologia permite associar comentários textuais a critérios específicos, vinculando-os semanticamente às respectivas notas e sentimentos inferidos.

Essa visualização reforça que a modelagem foi capaz de estruturar dados qualitativos (comentários), quantitativos (notas) e inferenciais (sentimentos) em uma única arquitetura coerente e consultável. A navegação pelo Protégé, com o suporte do plugin OntoGraf, possibilitou a verificação das relações estabelecidas, enquanto o DL Query permitiu recuperar instâncias com base em expressões semânticas.

A consulta feita no protege com o comando seguinte retornou um conjunto de instâncias cujos comentários apresentavam insatisfação dos estudantes.

Comentario and expressaSentimento some (tipoSentimento value “negativo”)

A correlação entre esses registros e notas muito baixas reforça a consistência do modelo na captação de padrões avaliativos.

Entretanto, também foram identificados casos em que a inferência de sentimento não refletiu com precisão a nuance expressa no comentário. Frases com tom ambíguo, como “O conteúdo foi cumprido, mas não houve espaço para discussão”, foram classificadas como neutras, apesar de estarem associadas a notas abaixo da média. Esse tipo de ocorrência revela limitações do modelo léxico aplicado e aponta para a necessidade de abordagens mais adaptativas ou híbridas no futuro.

As Figuras 4 e 5 ilustram as conexões entre critérios, comentários, sentimentos e notas, confirmando a coerência da modelagem ontológica. Embora o OntoGraf não apresente diretamente os conteúdos textuais e valores numéricos, a inspeção detalhada das instâncias permite reconstruir essas relações de forma clara, assegurando a consistência dos vínculos semânticos.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o potencial da ontologia como recurso para organizar, consultar e interpretar dados qualitativos da avaliação institucional. Apesar das limitações, como a amostra reduzida (54 registros) e a ausência de visualização consolidada, a estrutura demonstrou viabilidade para fins exploratórios. No entanto, a comprovação de robustez e escalabilidade depende de estudos com a base completa (mais de 11 mil registros) e testes automatizados de desempenho. Ainda assim, a abordagem avança em relação aos modelos tradicionais de análise textual, oferecendo uma alternativa automatizada, transparente e semanticamente estruturada, com potencial para evoluir por meio da integração a ferramentas de visualização interativa.

6. Considerações Finais

Este artigo apresentou o desenvolvimento e a aplicação de uma ontologia para organização semântica de dados avaliativos, demonstrando seu uso na análise automatizada de comentários, sentimentos e notas de instrumentos institucionais. A estrutura proposta integrou dimensões qualitativas, quantitativas e inferenciais, oferecendo suporte à consulta e análise em uma base semântica coesa. A associação com técnicas de PLN ampliou as possibilidades de exploração dos comentários abertos, frequentemente subutilizados devido ao volume e à subjetividade. A aplicação prática com dados reais evidenciou o potencial da abordagem para apoiar diagnósticos pedagógicos e a melhoria contínua com base em evidências estruturadas. Diferencia-se de trabalhos anteriores ao integrar dados reais, estruturados semanticamente, com inferência de sentimentos, aproximando-se das necessidades de gestão educacional orientada por dados.

Como trabalhos futuros, propõe-se: (i) ampliar a população da ontologia com os mais de 11 mil registros disponíveis; (ii) automatizar a inserção de instâncias; (iii) desenvolver *dashboards* interativos para gestores; e (iv) realizar estudos longitudinais que acompanhem a evolução das percepções ao longo dos semestres.

Por fim, ressalta-se que os achados têm caráter inicial e não permitem generalizações sobre desempenho em larga escala. Essa limitação reforça a necessidade de ampliar a base de dados e realizar testes com a totalidade dos registros para comprovar robustez e escalabilidade. Ainda assim, a proposta mostra potencial para adaptação a

diferentes contextos e aplicação como modelo replicável, contribuindo para práticas pedagógicas baseadas em evidências e para uma governança educacional mais responsiva.

Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente suportado e financiado pelo Projeto CNPq/MCTI No 10/2023 - Universal (402086/2023-6).

Referências

- Altrabsheh, N., Cocca, M., & Fallahkhair, S. (2014). Sentiment analysis: towards a tool for analysing real-time student feedback. In *Proceedings of the 2014 ACM Conference on Learning@ Scale* (pp. 1–2).
- Aroyo, L., & Dicheva, D. (2004). The new challenges for e-learning: the educational semantic web. *Educational Technology & Society*, 7(4), 59–69.
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 318–331.
- Ferreira, A. L., Silva, D. A., & Andrade, D. F. (2018). Análise textual de comentários em avaliações discentes. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 26(98), 5–27.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Atlas.
- Gonzalez, G. J., Behar, P. A., & Lima, J. F. (2020). Ontologias e tecnologias educacionais: uma proposta para avaliação da aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28(3), 43–67.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199–220.
- Leal, J. P., & Reategui, E. (2020). Semantic technologies for educational data and learning analytics. *Education and Information Technologies*, 25, 2863–2881.
- Minayo, M. C. S. (2001). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Vozes.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05.
- Ontañón, S., Plaza, E., & Santos, A. (2015). Semantic reasoning and context-aware learning. *Computers in Human Behavior*, 47, 106–114.
- Prieto, L. P., Sharma, K., Dillenbourg, P., & Jesús, M. (2019). Teaching analytics: towards automatic extraction of orchestration graphs using wearable sensors. *Journal of Learning Analytics*, 6(1), 91–107.
- Vega-Gorgojo, G., Álvarez, J. M., & Gómez-Pérez, A. (2011). Semantically-enabled authoring of adaptive learning designs. *Computers & Education*, 57(3), 2244–2260.
- Chounta, I. A., Gotsoulia, K., Avouris, N., & Martínez-Monés, A. (2017). Using ontologies to integrate learning design and learning analytics. *Journal of Learning Analytics*, 4(3), 194–212.