

OntoSINAES: Uma Rede de Ontologias para o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior no Brasil

OntoSINAES: An Ontology Network for the National Evaluation System of Higher Education in Brazil

Cleiton Silva, Campus Inhumas, Instituto Federal de Goiás, BRASIL; Centro de I&D ALGORITMI, Universidade do Minho, PORTUGAL, cleitonsilva@di.uminho.pt

Orlando Belo, Departamento de Informática, Centro de I&D ALGORITMI, Universidade do Minho, PORTUGAL, obelo@di.uminho.pt

Resumo

Usualmente as ontologias não são estudadas como sistemas isolados. Do ponto de vista da engenharia de ontologias, qualquer ontologia deve estar organizada de forma a poder se integrar uma rede de ontologias. Porém, isso nem sempre é simples. Em determinadas situações é necessário explicitar a forma como a rede de ontologias é constituída e documentar como é que isso pode ser realizado. Neste trabalho pretendemos analisar e discutir o papel de uma rede de ontologias para a publicação de dados abertos e conectados na Web a partir da realidade empírica do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior no Brasil. Para isso, iremos neste artigo descrever resumidamente o domínio desse sistema de avaliação, bem como o processo de avaliação das instituições de educação superior, de forma a podermos demonstrar a relevância da formalização explícita das relações que garantem a interligação das ontologias dentro da rede e enfatizarmos a importância da metodologia de engenharia de ontologia para o êxito de projetos neste contexto.

Palavras chave: Redes de Ontologias; *Linked Data*; Avaliação Institucional; Educação Superior; SINAES.

Abstract

Usually ontologies are not studied as isolated systems. From the point of view of ontology engineering, any ontology must be organized in order to be able to integrate a network of ontologies. However, this is not always simple. In certain situations it is necessary to clarify how the network of ontologies is made and document how that can be accomplished. In this work we analyze and discuss the role of a network of ontologies for publishing open data and connected to the Web from the empirical reality of the National Higher Education Evaluation System in Brazil. Thus, in this article we will briefly describe the domain of this evaluation system, as well as the evaluation process of higher education institutions, in order to demonstrate the relevance of the explicit formalization of relations that guarantee the interconnection of ontologies within a network and emphasize the importance of ontology engineering for successful projects in this context.

Keywords: *Ontology networks; Linked Data; Institutional Evaluation; Higher Education; SINAES.*

1. INTRODUÇÃO

A avaliação é o processo natural por meio do qual os indivíduos buscam conhecer e compreender a realidade circundante e, a partir disso, orientar as suas ações. Essencialmente, qualquer processo de avaliação carrega uma intenção, o que faz com que nenhuma avaliação seja neutra. Luckesi [2011] definiu a avaliação como um julgamento de valor sobre a realidade, tendo em vista uma tomada de decisão. A avaliação institucional é

um processo sistémico e global que se realiza sobre uma instituição, em todas as suas dimensões. Tratando especificamente da avaliação das *Instituições de Educação Superior* (IES), Belloni [2003] definiu a avaliação institucional como “*um processo sistemático de análise de uma atividade, factos ou coisas que permitem compreender, de forma contextualizada, todas as suas dimensões e implicações, com vistas a estimular seu aperfeiçoamento*” [Belloni 2003, p. 15]. Para este autor, a avaliação institucional deve acontecer de um modo global, na qual processos, ações e resultados são analisados de forma histórica e socialmente contextualizados. Segundo Pinto [2015], a avaliação institucional “*envolve múltiplas observações e a utilização de instrumentos e critérios coerentes com o objeto examinado ao longo do processo, levando em conta suas características e particularidades*” [Pinto 2015, p. 28].

O conhecimento que a sociedade possui sobre um determinado domínio é um dos pilares sobre os quais essa mesma sociedade se posiciona e se desenvolve. A cada dia, o conhecimento define novas fronteiras de aldeias globais que, por vezes, se sobrepõem aos marcos geográficos, políticos, sociais e económicos tradicionais. O *Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior no Brasil* (SINAES) produziu, e continuará a produzir, uma imensa quantidade de dados. Todavia, quando procuramos extrair algum conhecimento a partir dos dados da educação superior brasileira, constatamos que estes, ou não se encontram disponíveis na Web, ou não estão em formatos que facilitem a sua utilização, em particular quando se pretende utilizar algum tipo de processamento computacional sobre esses mesmos dados.

O interesse em tornar os dados produzidos no âmbito do SINAES, mais acessíveis e reutilizáveis é algo muito desejado por investigadores de diferentes áreas do conhecimento [Alcantara et al. 2015; Dias Sobrinho 2010; Firmino 2013]. Segundo Alcantara et al. [2015], para facilitar a interoperabilidade de dados entre tais sistemas é importante que eles sejam desenvolvidos seguindo a especificação de um sistema baseado em ontologias, o que possibilitará um enriquecimento semântico da base de conhecimento correspondente. Todavia, a revisão de literatura que realizámos, bem com as pesquisas de campo efectuadas até o momento não identificaram qualquer tipo de ontologia desenvolvida especificamente com o objetivo de facilitar a interoperabilidade de dados no domínio do SINAES. A problemática agora discutida emerge de um trabalho de investigação que estamos a desenvolver, com o objetivo de implantar um ambiente – OntoSINAES – para desenvolvimento colaborativo de ontologias e vocabulários e promover a partilha de dados e de modelos de representação no domínio do SINAES.

Nos últimos anos, a publicação de *Linked Open Data* (LOD) vem permitindo o aumento significativo de dados estruturados na Web. Embora as recomendações e as boas práticas para a publicação de dados abertos conectados, não imponham a utilização de ontologias para a estruturação destes dados, esta é uma prática conhecida, e, em alguns casos, recomendada [Berners-Lee 2009]. Neste artigo pretendemos discutir o papel das redes de ontologias para a publicação de dados abertos e conectados na Web a partir da realidade empírica do SINAES. Interessa-nos, pois, em particular, perceber qual o papel das ontologias na estruturação, publicação, utilização e reutilização de dados, como macro recursos da Web. Assim, de seguida, apresentamos uma revisão de literatura sobre o tema, destacamos alguns trabalhos relacionados, demonstramos a relevância da formalização explícita das relações que garantem a interligação das ontologias

dentro da rede e enfatizamos a importância da metodologia de engenharia de ontologia para o êxito de projetos neste contexto. Depois, apresentamos e discutimos o projeto e a implementação de uma rede de ontologias, expondo a sua fundamentação e revelando os seus aspetos mais importantes, com particular ênfase em questões relacionadas com o ciclo de reação e inovação da Ciência da Web, para o domínio do SINAES. Por fim apresentamos nossas conclusões e apontamos algumas linhas para desenvolvimento futuro.

2. TRABALHO RELACIONADO

A sociedade contemporânea produz, armazena, organiza e recupera informações em quantidades cada vez maiores, fazendo-o através de um conjunto de tecnologias no qual se destacam aquelas que compõem a Web. A importância da Web para a sociedade atual decorre dos avanços que já se têm alcançado, no sentido de tornar a informação electrónica cada vez menos ambígua para as pessoas e para as máquinas. Deste conjugar de esforços nasceu a expressão “Ciência da Web”. Basicamente, esta expressão representa uma área multidisciplinar recente, dedicada a fazer avançar o conhecimento sobre a Web, tanto do ponto de vista das tecnologias envolvidas, como nos vários aspetos que envolvem o seu entendimento como um fenómeno que afeta diferentes aspectos da sociedade atual.

Segundo Hall e Tiropanis [2012], a Ciência da Web, na sua ainda curta vida, incentivou a criação de uma comunidade de investigadores muito interessante, possuindo hoje um conjunto diversificado de teorias e métodos, começando a reunir evidências científicas e a permitir que os idealistas e fazedores de políticas assegurem que os efeitos da Web sobre sociedade sejam amplamente benéficos. Sem descaracterizar o teor multidisciplinar da Ciência da Web, Dutton [2013], destaca que esta tem um viés computacional e, portanto, possui uma tendência em valorizar mais os esforços dos engenheiros. De acordo com O’Hara e Hall [2011], tal tendência ocorre, em certa medida, devido à importância que se deve dar à concepção dos sistemas e ferramentas que garantam a sustentabilidade esperada no nível macro, uma vez que estes ao nível das ações individuais (micro) poderão ser extremamente limitados quando analisados fora do âmbito da sua concepção. Como sabemos, a Web Semântica [Berners-Lee 2000; Berners-Lee et al. 2001; Berners-Lee et al. 2006] não substitui a Web clássica. Pelo contrário, esta destina-se a tornar o conteúdo nela existente (e o que virá a existir no futuro) em informação apta para consumo regular, tanto por pessoas como por mecanismos de processamento automatizado. A Web Semântica é um conjunto diversificado de tecnologias, analisadas e utilizadas de diferentes formas, por diferentes comunidades ou grupos sociais.

As ontologias ocupam uma posição central no modelo conceptual da Web Semântica. E não é por acaso. Para Horrocks [2002], trata-se de uma tecnologia capaz de oferecer contributos importantes para que se alcancem os objetivos propostos para a Web Semântica, principalmente por facultar a adição de semântica explícita aos conteúdos disponíveis na Web, o que favorece o seu funcionamento a partir de fontes de termos precisamente definidos. As ontologias têm sido objeto de estudo desde a antiguidade. Hoje, podemos facilmente encontrar variadíssimas publicações sobre esse tema em diferentes áreas do conhecimento. Os trabalhos sobre os quais sustentamos nossas argumentações procedem, na sua maioria, das áreas da Filosofia, da Ciência da Informação e da Ciência da Computação. Os diferentes sentidos do termo, nestes campos de

investigação, são vitais para percebermos os contributos efetivos que se podem extrair das ontologias, como uma das tecnologias da Web Semântica.

Nos últimos anos, muitos conceitos de ontologias foram apresentados e defendidos por diferentes autores [Gruber 1993; Guarino 1995; Guarino e Giaretta 1995; Noy e McGuinness 2001; Guizzardi 2005; Almeida 2013]. Na maioria dos casos as divergências conceituais são consequências do contexto específico em que a definição foi formulada. Contudo, se sintetizarmos as várias definições apresentadas para ontologia, podemos concluir que no âmbito da Ciência da Computação, esta descreve de maneira formal, declarativa e explícita, os conceitos, propriedades e suas relações, que são partilhadas num dado domínio. Em termos gerais as ontologias são modeladas para organizar o conhecimento sobre um domínio, facilitando a sua partilha e reutilização. No sentido de reforçar ainda mais este último aspeto, vários autores destacam a importância de se interligar as ontologias no contexto da Web Semântica. Por exemplo, Allocca et al. [2009], apresentaram já uma rede de ontologias organizadas na forma de um repositório comum de ontologias, geridos por uma ontologia desenvolvida especificamente para fornecer um ponto de partida para analisar, representar, manipular e raciocinar sobre a estrutura subjacente desta rede. Por seu lado, Diaz et al. [2011], destacam o potencial das ontologias em se integrarem com outras ontologias existentes, favorecendo a modularização e a reutilização dos seus conteúdos, e D'Aquin [2012], refere que ontologias de grande dimensão são difíceis de manusear e manter.

3. UMA REDE DE ONTOLOGIAS PARA O DOMÍNIO DO SINAES

3.1 O SINAES e a avaliação das IES Brasileiras

O SINAES foi instituído pela Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004 [BRASIL 2004], conhecida como “Lei do SINAES”. Nos anos seguintes à sua implantação, alguns autores reconheceram que o SINAES oferecia uma nova perspectiva para o processo de avaliação da educação superior, agora mais formativa, centrada na instituição como um todo, recuperando o conceito mais complexo da educação superior, cuja finalidade essencial é a formação de cidadãos com capacidade de reflexão crítica e cuja referência central é a sociedade [Barreyro e Rothen 2006; Dias Sobrinho 2010]. O processo de avaliação estabelecido pela Lei do SINAES é fundamentada em três processos distintos e complementares:

- A Avaliação das Instituições de Educação Superior (AVALIES).
- A Avaliação dos Cursos de Graduação (ACG).
- A Avaliação do Desempenho dos Estudantes (ENADE).

Os processos de avaliação destinam-se a obter indicadores de qualidade em diferentes níveis e contextos, cujos resultados, ao serem analisados sistematicamente, possam oferecer informações fundamentadas sobre o desempenho da educação superior e das instituições que integram o sistema de educação superior. A Lei do SINAES, ao tratar especificamente do processo da avaliação das IES no Brasil, estabelece que tal avaliação ocorrerá em dois momentos distintos e complementares: a autoavaliação, sob a responsabilidade da *Comissão Própria de Avaliação* (CPA) da IES; e, a avaliação externa *in loco*, realizada por comissões de

avaliadores, sob responsabilidade do *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira* (INEP). A mesma lei definiu ainda, um conjunto de dez dimensões a serem consideradas, tanto na autoavaliação quanto na avaliação externa. A autoavaliação deverá ser coordenada por uma CPA regimentalmente constituída no âmbito de cada IES. Uma vez concluídos os trabalhos de um ciclo de avaliação, a CPA deverá encaminhar, por meio do Sistema e-Mec, que integra uma base de dados oficial e única com informação relativa às instituições de educação superior e cursos de graduação do Sistema Federal de Ensino, um relatório de autoavaliação, que será incorporado posteriormente no conjunto de documentos do processo global de regulação e avaliação da Educação Superior [BRASIL 2014b]. Por sua vez, a avaliação externa deverá ser executada por comissões de avaliação constituídas pelo INEP, tendo como referência os padrões de qualidade para a educação superior expressos nos instrumentos de avaliação, cuja concepção tem em consideração a diversidade do sistema de educação superior e respeita a identidade das diversas instituições que o compõem. Considera, assim, as especificidades das diferentes organizações acadêmicas, a partir do foco definido no *Plano de Desenvolvimento Institucional* (PDI) e nos processos de avaliação institucional (interna e externa). O instrumento está organizado em cinco eixos, contemplando as dez dimensões do SINAES [BRASIL 2004; BRASIL 2014a]. Por fim, segundo o INEP, os processos avaliativos devem constituir um sistema que permita a integração das diversas dimensões da realidade avaliada, assegurando as coerências conceptual, epistemológica e prática, bem como o alcance dos objetivos dos diversos instrumentos e modalidades.

3.2 A Rede de Ontologias OntoSINAES

As atividades de gestão, na engenharia de ontologias, dedicam especial atenção à compreensão do ambiente organizacional e do contexto da ontologia a ser desenvolvida, podendo resultar em indicações de requisitos para o próprio projeto da ontologia. Assim, no decorrer das atividades do processo de desenvolvimento do projeto OntoSINAES e tendo em conta o que pudemos observar na literatura e durante o trabalho de campo realizado, concluímos que:

- O domínio do SINAES é constituído por diversos tipos de instituições avaliadas em diferentes dimensões e os resultados sobre o seu desempenho despertam o interesse de diferentes atores sociais.
- Os dados relacionados com os resultados da educação superior brasileira já são macro recursos da Web.
- A maior parte dos dados não estão interligados segundo o conjunto de boas práticas para a produção e publicação de LOD.
- Devido aos múltiplos interessados, não se verificam iniciativas para melhorar a qualidade desses dados como macro recursos da Web.

Em geral, ontologias não são estudadas como sistemas isolados. Do ponto de vista das boas práticas da engenharia de ontologias, toda ontologia seria, no mínimo, apta para integrar uma rede de ontologias. Para Diaz et al. [2011], usualmente, as redes de ontologias são interligações de ontologias existentes que

viabilizam a modularização, a reutilização e a reengenharia do conhecimento. Tendo em conta o contexto do trabalho relacionado com o desenvolvimento da OntoSINAES, identificámos vários trabalhos [Allocca et al. 2009; D’Aquin 2012; Diaz et al. 2011; Suárez-Figueroa 2010] que nos demonstram as vantagens de uma rede de ontologias, quando comparadas às soluções baseadas em grandes ontologias monolíticas, bem como a flexibilidade que este tipo de solução nos dá na organização do conhecimento das diversas ontologias envolvidas e na sua visão como um todo, como se tratasse de um única ontologia, garantindo a transparência necessária dos vários aspetos tratados e dos seus respetivos domínios de definição e exploração. Além disto, muitos dos trabalhos que analisámos consideraram que, para projetos com características semelhantes às do SINAES, uma rede de ontologias apresenta vantagens relevantes quando comparadas com uma grande ontologia, e que uma rede de ontologias não é um novo paradigma para a engenharia de ontologias. Porém, a sua constituição implica que cada um das ontologias que integra a rede compartilhe não apenas o seu conteúdo, mas também os seus meta-dados, os quais devem conter informações sobre suas relações com as demais ontologias da rede. Esta etapa do trabalho de engenharia de uma ontologia resultou num novo requisito (não-funcional) para o projeto OntoSINAES: “*Que o ambiente para desenvolvimento colaborativo de ontologias e vocabulários para o domínio do SINAES (OntoSINAES) se constitua em uma rede de ontologias interligadas formalmente*”.

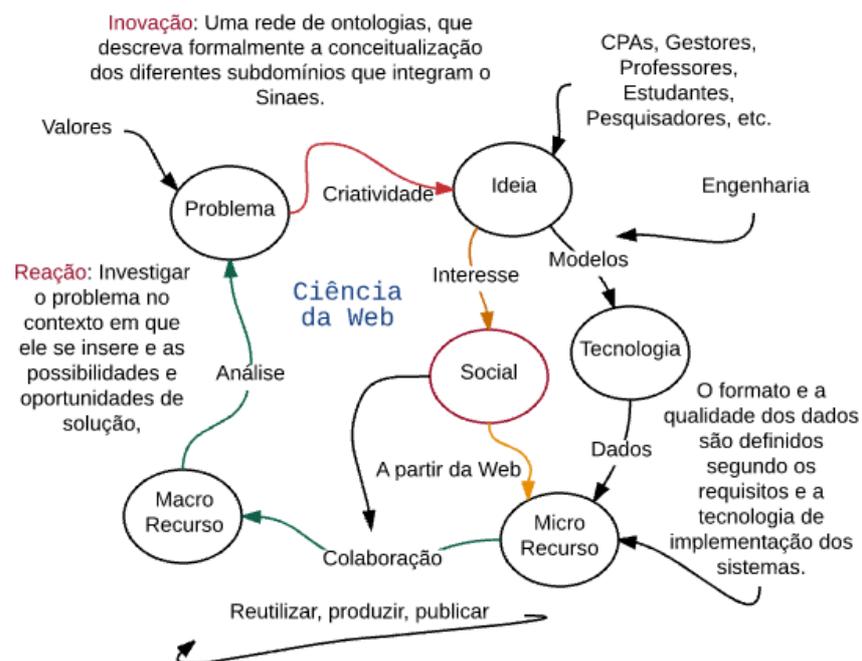


Figura 1 - Ciclo de reação e inovação da Ciência da Web para o domínio do SINAES - adaptado de [Berners-Lee 2007; O’Hara 2013].

Desde o início do nosso trabalho de investigação que tivemos que ter em conta os fundamentos da Ciência da Web. De acordo com Hall e Tiropanis [2012], esta já desenvolveu uma comunidade, possui um conjunto diversificado de teorias e métodos, começou a reunir evidências científicas e está trabalhando para permitir que, quem define e fundamenta uma qualquer política, assegure também que os efeitos da Web sobre a sociedade sejam amplamente benéficos, bem com se preserve os fundamentos que garantam o “bem-estar”

da própria Web. Na figura 1 podemos ver uma ilustração do conceito de escala para a Ciência da Web em relação ao domínio do SINAES.

De acordo com Tim Berners-Lee (2007), é aqui que começa a “magia” da Ciência da Web, isto é a multiplicação dos dados e a colaboração entre interessados em geral, cientistas e engenheiros, propondo soluções que contribuam para aumentar a qualidade dos dados e aperfeiçoar os processos de partilha de informação e de conhecimento. Assim, tendo em conta a dinâmica típica da Ciência da Web e suas implicações no domínio do SINAES, o projeto OntoSINAES tem vindo a ser desenvolvido formalmente como uma rede de ontologias interligadas, o que implica que, como já referido, cada ontologia incorporada na rede partilhe os diversos elementos de conhecimento. Para formalizar e documentar as relações consideradas relevantes para a interligação das ontologias da rede OntoSINAES, tivemos que nos preocupar com várias questões que consideramos bastante pertinentes, como:

- A identificação das relações de alto nível, tais como inclusão, similaridade, incompatibilidade ou versão.
- A especificação das relações identificadas, verificando os aspectos mais relevantes para a sua caracterização.
- A caracterização de cada relação através das suas propriedades algébricas, por exemplo, a inclusão anterior pode ser definida como reflexiva e transitiva.
- O estabelecimento de ligações entre as relações.

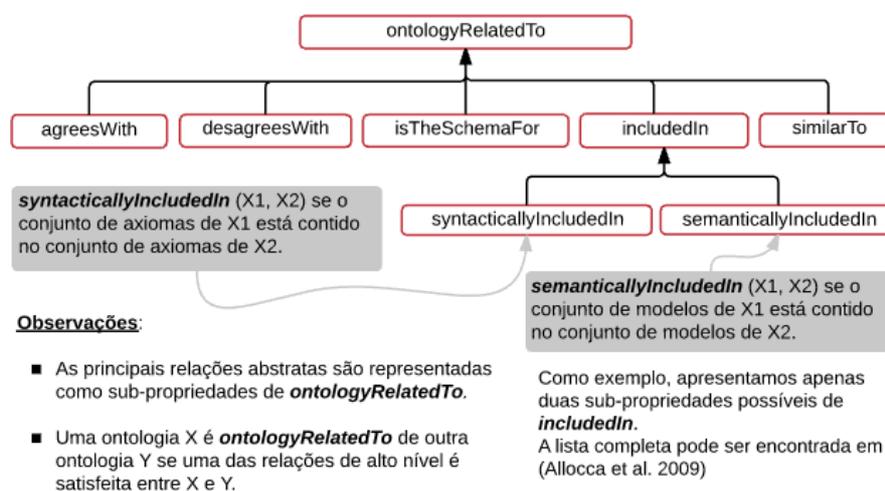


Figura 2 - Um esquema para as relações de alto nível para formalizar e documentar a rede de ontologias OntoSINAES – adaptado de [Allocca et al. 2009].

Na Figura 2 apresentamos alguns dos relacionamentos que considerámos importantes para integrar a rede OntoSINAES e que foram desenvolvidos a partir do trabalho realizado por Allocca et al. [2009], que nos revela, de forma bastante concreta, alguns contributos teóricos para a garantia da lógica e da consistência do modelo de uma rede de ontologias. Porém, a nossa proposta difere da apresentada por esses autores, uma vez

que o nosso objetivo é o de construir uma rede de ontologias aproveitando “conhecimentos ontológicos e não ontológicos” [Suárez-Figueroa 2010] e não integrar, simplesmente, um grupo de ontologias já existente.

3.3 Uma Metodologia para a Construção das Ontologias OntoSINAES

No processo de escolha da metodologia de desenvolvimento de ontologias tivemos em conta as especificidades da criação de uma rede de ontologias como um núcleo de conhecimento que possa ser amplamente utilizado e reutilizado por todos os interessados nos resultados do SINAES. O projeto OntoSINAES prevê o desenvolvimento de uma rede de ontologias e a implantação de um ambiente para o desenvolvimento colaborativo de ontologias. Como tal o processo de seleção da metodologia teve que atender a estes dois propósitos.

Com base nos trabalhos de [Fernández-López e Gómez-Pérez 2004; Bortolato 2014; Silva 2008] e tendo em conta que pretendemos construir um ambiente para o desenvolvimento colaborativo de ontologias para um domínio de dimensão nacional, escolhemos a *Methodology for building ontology networks* (NeOn) [Suárez-Figueroa 2010; Bortolato 2014] para nortear a continuidade do projeto OntoSINAES. A NeOn é uma metodologia baseada em cenários, que foi concebida especificamente para o desenvolvimento de redes de ontologias. Algumas das suas características reforçam o seu alinhamento com os objetivos que estabelecemos previamente para o projeto OntoSINAES. A título de exemplo, refira-se que:

- A metodologia NeOn não impõe um fluxo de trabalho rígido. Pelo contrário, ela sugere caminhos alternativos para o desenvolvimento da ontologia pretendida.
- O *framework* da NeOn oferece um glossário de processos e de atividades que são usualmente envolvidas no desenvolvimento de ontologias - *e.g.*, nove cenários que cobrem as situações mais comuns na engenharia de ontologias, dois modelos de ciclo de vida de desenvolvimento e um conjunto de diretrizes de como realizar diferentes processos e atividades [Bortolato 2014].
- A metodologia possui diretrizes detalhadas de como os processos e atividades propostos por ela podem ser realizados, em acordo com os vários princípios de engenharia de software.

A metodologia NeOn dá atenção especial à questão da reutilização e da reengenharia de recursos de conhecimento ontológicos e não ontológicos, podendo os cenários serem combinados conforme a necessidade do projeto.

Quanto ao ciclo de vida para o desenvolvimento da rede de ontologias OntoSINAES, considerámos um modelo iterativo-incremental como sendo o mais adequado para o nosso domínio de aplicação, tendo em conta as características do projeto, em particular:

- A importância da colaboração para o êxito projeto OntoSINAES, que pode ser facilitada quando os participantes podem acompanhar a evolução dos protótipos e participar do seu aperfeiçoamento.
- A possibilidade de inclusão de novos requisitos ou a revisão de requisitos já definidos, bem como a facilidade que permite no estabelecimento de prioridades para os requisitos.

- O planejamento de cada iteração sobre o modelo pode ser adaptado com base na experiência das iterações realizadas em fases anteriores.

Na Figura 3 está apresentado o ciclo de vida utilizado no desenvolvimento da primeira versão da rede de ontologias OntoSINAES.

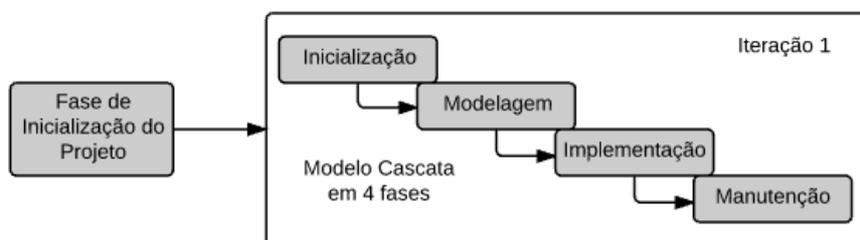


Figura 3 - Modelo de ciclo de vida da primeira iteração para o desenvolvimento da rede de ontologias OntoSINAES.

Segundo a metodologia NeOn, na fase de inicialização, deve-se planejar detalhadamente a iteração em causa, de acordo com os requisitos gerais e o plano global de desenvolvimento do projeto. Concluída a primeira iteração, as seguintes devem considerar a necessidade de revisão dos requisitos gerais e do plano global. Cada iteração pode utilizar uma versão diferente do modelo em cascata, conforme as características da ontologia que se pretende desenvolver. Os processos e atividades para a execução da primeira iteração foram definidos através da observação das várias categorias conceptuais do domínio do SINAES, agrupadas em subdomínios a serem representados por módulos distintos da ontologia em desenvolvimento. Na Figura 4 apresentamos o modelo conceptual do domínio do SINAES.

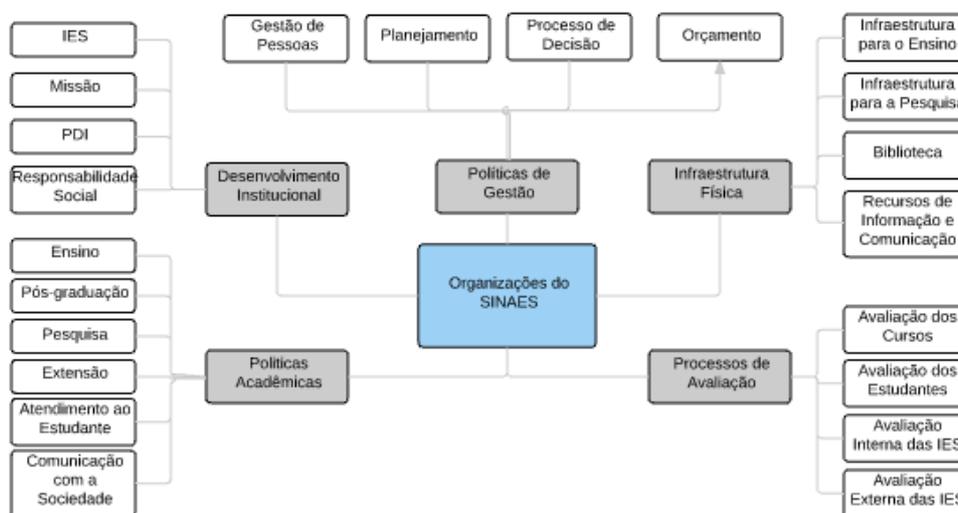


Figura 4 - Modelo conceptual do domínio do SINAES.

A primeira ontologia da rede OntoSINAES trata dos conceitos essenciais que descrevem as organizações formais no domínio do SINAES e disponibiliza os principais relacionamentos para as demais ontologias a serem desenvolvidas. Na Figura 5 apresentamos já a hierarquia de classes do protótipo inicial da ontologia CoreORG, implantada com o auxílio da ferramenta Protégè 4.3 durante a execução da primeira iteração.

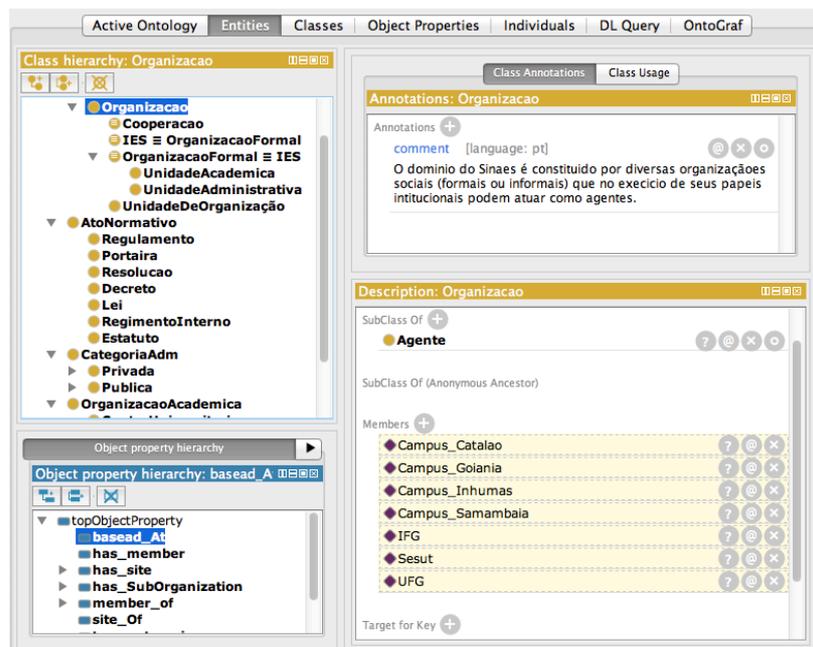


Figura 5 - Hierarquia de classes do protótipo da ontologia CoreORG.

4. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste artigo procurámos compreender como a engenharia de ontologias vem evoluindo nos últimos anos, especialmente a partir do aumento dos dados publicados na forma de LOD. Na verdade este cenário foi previsto anteriormente por Tim Berneres-Lee [2007], ao revelar que a produção dos micro recursos da Web aconteceria através de iniciativas pessoais, de empresas ou grupos, tendo em conta os seus objetivos particulares, ou seja, não estariam preocupados com o estado da arte mas, sim, com o atendimento das suas próprias necessidades. Berners-Lee continua seu raciocínio dizendo que os macro recursos, estes sim, deveriam ser aprimorados pensando em um qualquer utilizador, e que neste caso, a colaboração entre engenheiros e cientistas é que promoveriam a evolução do estado da arte, movidos pelos indicativos de relevância emergentes do efeito escala da Web. Na nossa opinião, esse é o quadro em que se encontra a engenharia de ontologias hoje. Por outro lado, é evidente, que as iniciativas que pretendem alcançar contributos para o nível dos macro recurso da Web, devem ser muito bem fundamentadas e contextualizadas, de tal maneira que não só resolvam problemas como também apresentem caminhos melhores para aqueles que vão continuar a produzir os micro recursos.

Quanto às indagações sobre as redes de ontologias, considerando o que foi apresentado até aqui, na nossa opinião, este é um tema incontornável quando se pretende utilizar ontologias para ambientes em que se espera produzir ou aperfeiçoar macro recursos da Web. Para projetos em que se pretenda, como o nosso, construir uma rede de ontologias e um ambiente que contribua para a evolução colaborativa e disciplinada da rede, a metodologia NeOn apresenta uma mais valia a se ter em conta [Suárez-Figueroa et al. 2012]. Usar uma única metodologia para todas as etapas do projeto permitirá que a documentação do processo de desenvolvimento da ontologia seja aproveitada como um tutorial para os futuros utilizadores do ambiente, e a avaliação positiva da ontologia, se constitua numa prova de conceito para validação do ambiente de desenvolvimento. A breve trecho, na prossecução deste trabalho pretendemos clarificar algumas questões

relacionadas com o que foi realizado até ao momento, como aspetos de expressividade ou de fundamentação, construir uma ontologia core, uma ontologia intermediária, situada entre as ontologias de nível superior e a ontologia do domínio), que permita compreender os conceitos mais específicos do domínio do SINAES, implantar de forma iterativa o ambiente para o desenvolvimento colaborativo das ontologias da rede OntoSINAES e, finalmente, propor um conjunto de boas práticas para o desenvolvimento de redes de ontologias na Web.

REFERÊNCIAS

- Alcantara, W., Bandeira, J., Barbosa, A., Lima, A., Ávila, T., Bittencourt, I., & Isotani, S. (2015). Desafios no uso de Dados Abertos Conectados na Educação Brasileira. In *Anais do DesafioE-4^o Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*. CSBC.
- Allocca, C., D'Aquin, M., & Motta, E. (2009). Door: Towards a formalization of ontology relations.
- Almeida, M. B. (2013). Revisiting Ontologies: A Necessary Clarification Mauricio. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 14(4), 90–103. doi:10.1002/asi
- Barreyro, G. B., & Rothen, J. C. (2006). SINAES contraditórios: considerações sobre a elaboração e implantação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. *Educação & Sociedade*, 27(96), 955–977.
- Belloni, I. (2003). A Educação Superior na nova LDB. In *BRZEZINSKI, I. (Org.). LDB interpretada: diversos olhares se entrecruzam*. (pp. 9–57). São Paulo: Cortez.
- Berners-Lee, T. (2000). Semantic Web - XML2000. Retrieved May 12, 2000, from <https://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/>
- Berners-Lee, T. (2007). Looking back, looking forward: The process of designing things in a very large spaces. *Inaugural Lecture, Southampton University*.
- Berners-Lee, T. (2009). Linked Data.
- Berners-Lee, T., Hall, W., Hendler, J. A., O'Hara, K., Shadbolt, N., & Weitzner, D. J. (2006). *A framework for web science. Foundations and trends in Web Science* (2006th ed., Vol. 1). Boston: Now Publishers Inc.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web. A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, 284(5), 1–5.
- Bortolato, F. (2014). *Ligando Dados Governamentais Abertos: uma ontologia do Processo Legislativo de São Paulo Dissertação*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- BRASIL. (2004). Lei 10.861, de 14 de abril de 2004. Brasília.
- BRASIL. (2014a). Nota Técnica N° 14 /2014 CGACGIES/DAES/INEP/MEC. Brasília.
- BRASIL. (2014b). Nota Técnica n° 65/2014 INEP/DAES/CONAES. Brasília.
- D'Aquin, M. (2012). Modularizing ontologies. In *Ontology Engineering in a Networked World* (pp. 213–233). Springer.

- Dias Sobrinho, J. (2010). Avaliação e transformações da educação superior brasileira (1995-2009): do provão ao Sinaes. *Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior (Campinas)*, 15, 195–224. doi:10.1590/S1414-40772010000100011
- Diaz, A., Motz, R., & Rohrer, E. (2011). Making ontology relationships explicit in a ontology network. *AMW*, 749.
- Dutton, W. H. (2013). Internet studies: The foundations of a transformative field. *The Oxford Handbook of Internet Studies*.
- Fernández-López, M., & Gómez-Pérez, A. (2004). Searching for a time ontology for semantic web applications. *Proceedings of the Formal Ontology in Information Systems. Third Interntacional Conference (FOIS-2004)*.
- Firmino, H. N. M. (2013). *Organização e Publicação dos Termos do Website da ANACOM sob uma Perspetiva Linked Open Data*. Universidade do Minho.
- Gruber, T. R. (1993). *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*. *Knowledge Systems Laboratory* (Vol. 5). Stanford. doi:http://dx.doi.org/10.1006/knac.1993.1008
- Guarino, N. (1995). Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing.
- Guarino, N., & Giaretta, P. (1995). Ontologies and Knowledge Bases Towards a Terminological Clarificatio. *Towards a Very Large Knowledge Bases; Knowledge Building and Knowledge Sharing*, 25–32.
- Guizzardi, G. (2005). *Ontological Foundations for Structural Conceptual Models*. CTIT, Centre for Telematics and Information Technology, Enschede.
- Hall, W., & Tiropanis, T. (2012). Web evolution and Web science. *Computer Networks*, 56(18), 3859–3865.
- Horrocks, I. (2002). DAML+OIL: A Description Logic for the Semantic Web. *IEEE Data Engineering Bull.*, 25(1), 4–9.
- Luckesi, C. C. (2011). *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. São Paulo: Cortez.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. *Development*, 32, 1–25.
- O’Hara, K. (2013). Web Science: Understanding the Emergence of Macro-Level Features on the World Wide Web. *Foundations and Trends® in Web Science*, 4(2–3), 103–267. doi:10.1561/1800000017
- O’Hara, K., & Hall, W. (2011). Web Science and Reflective Practice. *Common Knowledge: The Challenge of Transdisciplinarity*, 205.
- Pinto, R. S. (2015). *Meta-avaliação: uma década do processo de avaliação institucional do SINAES*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Silva, D. L. Da. (2008). *Uma proposta metodológica para construção de ontologias: uma perspectiva interdisciplinar entre as Ciências da Informação e da Computação*.
- Suárez-Figueroa, M. C. (2010). *NeOn Methodology for building ontology networks: specification, scheduling and reuse*. Informatica.
- Suárez-Figueroa, M. C., Gómez-Pérez, A., Motta, E., & Gangemi, A. (2012). *Ontology engineering in a networked world*. Springer Science & Business Media.