

Em direção à ontologia do movimento da Ciência Aberta: proposta de modelo conceitual ontologicamente bem fundamentado

Rafael Rocha ¹

Nivaldo Calixto Ribeiro ²

Resumo: A Ciência Aberta envolve uma prática científica que defende que todo o processo de desenvolvimento de pesquisa deve ser compartilhado abertamente, desde os resultados de pesquisas, dados, códigos, entre outros. Diante disso, este trabalho apresenta uma proposta de um modelo conceitual ontologicamente bem fundamentado da Ciência Aberta, no intuito de organizar e modelar o conhecimento relativo a esse movimento e as suas relações. Foi utilizada a metodologia SABiO e a ontologia de topo UFO. Além disso, foi adotado o OntoUML para a modelagem conceitual. Como resultado alcançado, entende-se que foi possível dar os primeiros passos em direção à construção da modelagem ontológica da Ciência Aberta. Considera-se que este produto ainda encontra-se incipiente e busca-se ampliar as relações do complexo mundo científico que urge a necessidade de ter acesso mais livre aos resultados de pesquisas, bem como no processo, nos dados científicos e na construção dessas pesquisas.

Palavras-chave: Ciência Aberta; Comunicação científica; Representação do conhecimento; Ontologia.

Towards an ontology of the Open Science movement: an ontologically well-founded conceptual model proposing

Abstract: Open Science involves the scientific practice that defends the entire research development process where it must be shared openly, from research results, data, codes, among others. Therefore, this paper will present an initial proposal for Open Science ontology, in order to organize knowledge and model this movement and its relationships. SABiO was used as a technological input, and from the design stage of this software, OntoUML was used, a tool that implements the concepts of OntoClean. As a result, it was possible to take the first steps towards the construction of Open Science ontological modeling. It is considered that this product is still in its infancy and seeks to expand the relations of the complex scientific world

¹ Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Gestão e Organização do Conhecimento (PPGGOC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) E-mail: rafaro@gmail.com <http://lattes.cnpq.br/8076034350765004> <https://orcid.org/0000-0002-9719-1741>.

² Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Gestão e Organização do Conhecimento (PPGGOC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) E-mail: zoopas@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-0650-0121> <http://lattes.cnpq.br/9037912013574409>.

that urges the need for freer access to research results, as well as, in the process, in scientific data and in the construction of these researches.

Keywords: Open Science; Scientific communication; Knowledge representation; Ontology.

1 INTRODUÇÃO

A Ciência Aberta representa o foco na pesquisa colaborativa, transparente e acessível, envolvendo diferentes significados, tipos de práticas, atores e iniciativas, bem como prevê que o conhecimento científico seja livre para ser usado, reutilizado e distribuído com o mínimo de restrições legais ou tecnológicas (ALBAGLI; CLINIO; RAYCHTOCK, 2014). De acordo com as palavras de Albagli (2019a, 2019b) a Ciência Aberta pode ser considerada como um movimento de movimentos, pois engloba diversas iniciativas do ambiente científico, tais como as publicações científicas abertas, aquelas voltadas para a disponibilização de dados de pesquisa em acesso aberto, as pesquisas reprodutíveis abertas, a Ciência Cidadã, a avaliação aberta da ciência, entre outros. É importante mencionar que esse movimento vem transformando a comunicação científica em diversos aspectos.

Crescem as ações que defendem o “acesso aberto” às pesquisas científicas, tanto dentro quanto fora da academia. Essas ações incluem iniciativas governamentais, como a parceria para Governo Aberto, por meio da Open Government Partnership (2011), a Open Source Initiative (1998), as diversas declarações de apoio ao acesso aberto a publicações científicas como a Budapest Open Access Initiative (2002), a Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities (2003), a Declaração de San Francisco sobre Avaliação de Pesquisa, além de diversas outras a favor dos dados de pesquisa abertos, educação aberta, políticas aberta, métricas responsáveis e a Ciência Aberta como um todo.

Muitos são os defensores da Ciência Aberta e, por causa da emergência sanitária global provocada pelo novo coronavírus, Covid-19, nunca se viu tanto debate na web, em plataformas de mídias sociais e na televisão aberta sobre o mundo científico abordando pesquisas, métodos de análises, tornando uma era importante que tem impactado a visibilidade do *modus operandi* científico.

Um problema em discussão na Ciência Aberta, em contexto geral, pode ser considerado a falta de uma formalização dos seus conceitos, em função da dinamicidade do ambiente científico que se transforma a cada instante e pela indefinição dos limítrofes abordados pelo movimento. As conceitualizações e as taxonomias da Ciência Aberta vêm sendo construídas ao longo do tempo (FECHER; FRIESIKE 2014, PONTIKA *et al.*, 2015, SILVEIRA *et al.*, 2021a). No entanto busca-se um modelo mais profundo, explicitando as suas relações conceituais. Desse modo, este trabalho propõe uma modelagem conceitual ontologicamente bem fundamentada (*ontologically well-founded*)³.

O resultado é um modelo conceitual utilizando a *Unified Foundational Ontology*⁴ (UFO) dos termos, conceitos salientes e de atividades relacionadas à Ciência Aberta. A UFO provê metamodelos ontologicamente fundamentados que permitem explicitar relações e conceitos, que, até então, estão implícitos por utilizar outros métodos de representação (GUIZZARDI; WAGNER 2010). Nesse sentido, a UFO atende aos objetivos propostos neste trabalho.

Para melhor compreensão do estudo, o artigo foi organizado em quatro seções a saber: a Seção 2 discute a Ciência Aberta e suas conceitualizações; a Seção 3 descreve a metodologia aplicada para este trabalho e sua proposição e; em seguida, na Seção 4, são apresentados os resultados e o modelo conceitual; por último, a Seção 5 traz as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO

As lentes de análise deste estudo são voltadas para a taxonomia da Ciência Aberta de Pontika *et al.* (2015), sua versão brasileira, proposta no estudo de Silveira *et al.* (2021a) e nas cinco escolas de pensamento recomendadas por Fecher e Friesike (2013; 2014).

³ Segundo Guizzardi *et al.* (2004), é a classificação para as modelagens conceituais que possui concepções ontológicas como base.

⁴ “A ontologia UFO foi desenvolvida reunindo consistentemente uma série de teorias originárias de áreas como Ontologia Formal em filosofia, ciência cognitiva, linguística e lógica filosófica. Ela compreende uma série de microteorias, abordando noções de modelagem conceitual fundamentais.” (GUIZZARDI *et al.*, 2015, p. 262).

2.1 Taxonomia da Ciência Aberta

Foi proposto por Pontika *et al.* (2015) uma taxonomia da Ciência Aberta para auxiliar o projeto *Facilitate Open Science Training for European Research* (Foster) na organização de treinamentos e eventos ligados à abertura da ciência, mapeando o campo, fornecendo conceitualização adequada para aqueles que não estavam familiarizados com a área. Além disso, a estrutura taxonômica se propõe a fornecer desambiguações terminológicas das práticas da Ciência Aberta. No modelo de Pontika *et al.* (2015), os autores propuseram um mapa com nove facetas e 35 rótulos que caracterizam ou especificam as suas facetas.

Em 2019, foi sugerida uma estrutura diferente para uma taxonomia da Ciência Aberta, publicada no *Open Science Education*, por Baumgartner (2019), recomendando que a taxonomia fosse organizada em 9 facetas principais: (i) acesso aberto ou publicações abertas; (ii) citações abertas; (iii) conteúdos abertos; (iv) dados de pesquisa abertos; (v) recursos educacionais abertos; (vi) avaliação aberta ou revisão por pares aberta; (vii) licenças abertas; (viii) pesquisa aberta (metodologia, fluxos e ferramentas) e (ix) códigos abertos. O intuito do autor era ampliar o debate sobre o tema, instigando novas investigações.

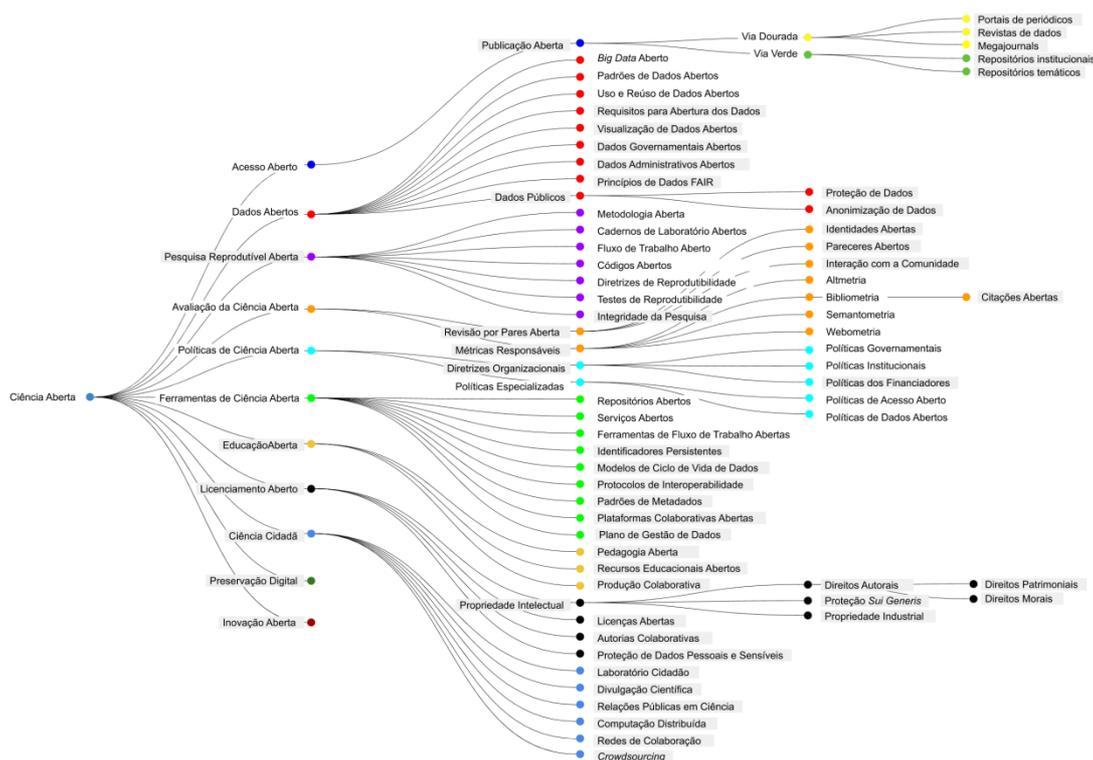
Em 2020, foi apresentada por Ribeiro, Silveira e Santos (2020) uma tradução livre para a língua portuguesa da *Open Science Taxonomy*, de Pontika *et al.* (2015), em uma adaptação utilizando cores para a melhor fluidez da leitura e a compreensão da relação dos conceitos apresentados na original.

Seis anos depois da publicação da *Open Science Taxonomy*, em 2021, adotando os procedimentos do método *Delphi*⁵, reunindo pesquisadores brasileiros especialistas na temática sobre Ciência Aberta no geral ou em algumas de suas facetas, Silveira *et al.* (2021a) propuseram a inclusão de novos termos à taxonomia original, formando

⁵ O método *Delphi* é um processo iterativo para coletar e refinar os julgamentos de especialistas usando uma série de técnicas de coleta e análise de dados intercaladas com *feedback*. Esse método é adequado como instrumento de pesquisa quando há conhecimento incompleto sobre um problema ou fenômeno, funcionando especialmente bem quando o objetivo é melhorar a compreensão de problemas, oportunidades, soluções ou desenvolver previsões (SKULMOSKI; HARTMAN; KRAHN, 2007).

uma composição de 11 facetas, complementada por 82 rótulos, Figura 1, bem como validaram a tradução livre, adaptada de Ribeiro, Silveira e Santos (2020).

Figura 1 - Taxonomia da Ciência Aberta



Fonte: Silveira *et al.* (2021a).

As principais facetas dessa taxonomia são: (i) acesso aberto; (ii) dados abertos; (iii) pesquisa reprodutível aberta; (iv) avaliação da Ciência Aberta; (v) políticas de Ciência Aberta; (vi) ferramentas de Ciência Aberta; (vii) educação aberta; (viii) licenciamento aberto; (iv) ciência cidadã; (x) preservação digital e (xi) inovação aberta. Em seu estudo, Silveira *et al.* (2021a) alegaram que, pelo tempo de existência da taxonomia, os aprofundamentos da literatura trouxeram novos elementos e relacionamentos.

2.2 Uma perspectiva brasileira da Ciência Aberta

Com relação à versão de pesquisadores brasileiros, ela complementa as proposições sobre a Ciência Aberta, antes recomendadas pelo grupo Foster. Para Silveira *et al.*

(2021a; 2021b), esse movimento abrange seis perspectivas, a saber: (i) filosóficas: ética, integridade e transparência; (ii) científicas: inovação, uso, reúso, reprodutibilidade e replicabilidade; (iii) sociais: rede de colaboração, ciência cidadã, compartilhamento e democratização da informação; (iv) tecnológicas: padronização, rastreabilidade e interoperabilidade; (v) políticas: relativas ao desenvolvimento de legislações e políticas públicas para a promoção da Ciência Aberta e (vi) econômicas: alusivas ao investimento econômico, a infraestruturas de comunicação científica e a negociações de acesso à informação de maneira estratégica entre outros países.

Esse momento transitório de transformação na comunicação científica pode ser observado na proposta de taxonomia construída por pesquisadores brasileiros ao se comparar com as versões anteriores. O entendimento é que, por meio de novos movimentos relacionados à ciência, haja o fortalecimento de uma infraestrutura que transpasse a tecnologia com a evolução das pesquisas e avanços das discussões sobre a eficiência do ecossistema que envolve o mundo científico (SILVEIRA *et al.*, 2021a). Foram incluídas seis novas facetas com 47 novos rótulos, sendo que 12 termos foram excluídos (SILVEIRA *et al.* 2021a). Esse número revela o quanto a Ciência Aberta está em processo de transformação e requer constante atualização do mapa que representa o conhecimento a respeito da temática.

2.3 As cinco escolas de pensamento da Ciência Aberta

Por meio de uma revisão de literatura, Fecher e Friesike (2013) reconhecem a existência de cinco correntes ou escolas de pensamento que representam perspectivas complementares sobre Ciência Aberta: a Escola Pública, que demanda por pesquisas científicas que incluam e se comuniquem com um público mais amplo do que os chamados especialistas. A Escola Democrática, que considera o acesso ao conhecimento um direito humano, condição que se torna ainda mais desejável quando a pesquisa científica conta com financiamento público. Essa escola aborda duas estratégias: a primeira, por meio da via dados abertos, busca garantir que os dados primários, coletados durante a pesquisa, sejam disponibilizados de maneira aberta e em formatos que possibilitem não apenas a sua consulta, mas seu escrutínio e reutilização, de maneira conveniente, em pesquisas posteriores. Já a segunda, por meio do acesso aberto, foca na abertura dos resultados de pesquisa,

tradicionalmente tornados públicos por meio de artigos publicados em revistas científicas (FECHER; FRIESIKE, 2013). A Escola Pragmática, que trabalha com uma noção de aberto mais próxima da inovação aberta, a qual vislumbra que o processo científico pode ser otimizado pela incorporação do conhecimento externo e a colaboração por meio de ferramentas on-line (FECHER; FRIESIKE, 2013). A Escola da Infraestrutura, que foca nas possibilidades e nos desafios tecnológicos. Recursos necessários às práticas emergentes da Ciência Aberta, com destaque para duas tendências: a computação distribuída pela conexão de diversos computadores para formar uma rede de alto desempenho no processamento de pesquisas com uso intensivo de dados e a constituição de redes sociais de colaboração para promover maior interação e colaboração entre cientistas (FECHER; FRIESIKE, 2013). Por fim, a Escola das Métricas ou de Avaliação, que busca criar novos modos de mensurar a produção científica, uma vez que esta tende a migrar para ambientes on-line e adotar novos formatos de publicação, para os quais, tradicionalmente, não se atribuía qualquer tipo de avaliação, promovendo a divulgação do conhecimento, como é o caso da altmetria⁶, que são métricas alternativas de impacto científico com base em redes sociais. Essas cinco escolas de pensamento se relacionam e se complementam entre si (FECHER; FRIESIKE, 2013).

3 UNIFIED FOUNDATIONAL ONTOLOGY (UFO)

A UFO é uma modelagem conceitual ontologicamente bem fundamentada, materializada na ferramenta OntoUML (GUIZZARDI *et al.*, 2015). A ontologia de endurantes da UFO utiliza tipos em uma estrutura taxonômica para a categorização de cada classe nos metamodelos. O metamodelo da UFO representa os conceitos em forma de retângulos para as classes; os estereótipos entre aspas francesas (<<>>) são as categorias UFO; as linhas são as relações (BENEVIDES; GUIZZARDI, 2009). Para Moraes e Ambrósio (2007), as classes, comumente organizadas em taxonomias, representam algum tipo de interação da ontologia com um determinado domínio,

⁶ Campo de estudos da comunicação científica que se ocupa da disseminação de documentos científicos por meio das ferramentas sociais da web: menções em blogs, redes sociais, gerenciadores de referências, entre outros (SOUZA; ALMEIDA, 2013).

categorias é um termo utilizado no sentido de classificação e as relações representam algum tipo de interação entre os elementos do domínio.

As instâncias na UFO, utilizadas para representar elementos específicos, os próprios dados da ontologia, herdam atributos dos objetos *universals* (GUIZZARDI; WAGNER 2010). Um *sortal* é um universal que carrega o princípio de identidade, ou seja, uma instância particular pode ser reconhecida como herdeira de um *universal* por apresentar as mesmas características de outras instâncias. Um *sortal universal* pode apresentar noções de “rigidez”.

O *kind* é um *sortal rigidity* que define que toda instância será de um *universal* em todos os mundos possíveis. Por outro lado, o *phase* e *role* são *sortals anti-rigid*, ou seja, as instâncias mudam de atributos sem perderem seu princípio de identidade. Por fim, os *mixins* são *non-sortals* que conferem atributos para suas instâncias, mas não geram identidade, desse modo, um *mixin* não pode ser pai de um objeto *sortal* e conferir identidade.

Para Guizzardi e Wagner (2010), as categorias das classes podem ser: *kind*, quando o conceito oferece um princípio de identidade e o mesmo não se altera em nenhuma circunstância; *subkind*, uma especialização que herda princípios de identidade; *role*, muda o conceito dependendo do relacionamento; *phase*, muda o conceito por motivo intrínseco; *mode*, define um conceito que depende da classe que define a identidade; *mixin*, representa propriedades compartilhadas que são essenciais; *collective*, são coletivos de algum *kind* e *relator*, são propriedades relacionais. A Tabela 1 sumariza algumas categorias da UFO.

Tabela 1 - Categorias de classes na UFO

<i>kind</i>	É um <i>rigid</i> que fornece princípio de identidade para suas instâncias e não requer uma dependência relacional. Ex.: carro, animal e vinho.
<i>subkind</i>	Especialização de algum <i>rigid</i> de provedores de identidade. Ex.: SUV, cachorro e vinho tinto.
<i>role</i>	Especialização <i>anti-rigid</i> de provedores de identidade que é instanciado em contexto relacional. Ex.: ambulância, animal de estimação e bebida litúrgica.

<i>phase</i>	Especialização <i>anti-rigid</i> de provedores de identidade que é instanciado por mudanças de propriedades intrínsecas. Ex.: usado, vivo e quebrado.
<i>mode</i>	Propriedade intrínseca que não tem valor estruturado que depende existencialmente de seus portadores. Ex.: bicomustível e habilidade.
<i>mixin</i>	Tipo semi-rigid, ou seja, é tipo <i>rigid</i> para alguns indivíduos e como <i>anti-rigid</i> para outros. Ex.: artigo de luxo e sentável.
<i>collective</i>	É um <i>rigid</i> que fornece princípio de identidade para suas instâncias. Uma estrutura interna homogênea de suas partes é a principal característica de um <i>collective</i> .
<i>relator</i>	Representa <i>truth-maker</i> de relações materiais. Ex.: registro e inscrito.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Guizzardi e Wagner (2010).

Já as relações são: *inherence*, herda da classe pai as características; *mediation*, representa a relação formal de um *relator* e uma classe; *material*, uma relação induzida por um *relator* e *characterization*, relação entre o *mode* e a classe caracterizada. A Tabela 2 sumariza algumas relações da UFO.

Tabela 2 - Categorias de relações na UFO

<i>inherence</i>	É uma herança de atributos que passa de uma classe (pai) para outra (filho).
<i>mediation</i>	Uma relação de dependência existencial entre um <i>relator</i> e uma classe que provê identidade.
<i>material</i>	<i>Relata</i> uma relação <i>material</i> que é mediada por indivíduos do tipo <i>relators</i> .
<i>characterization</i>	Uma relação do portador e seu recurso. O recurso é um momento intrínseco (inerente) ao seu portador e, portanto, existencialmente dependente.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Guizzardi e Wagner (2010).

A modelagem conceitual ontológica UFO tem sido usada para reunir “teorias axiomáticas que versam sobre as principais categorias de conceitos usados em modelagem conceitual” (GUIZZARDI *et. al*, 2011, p. 3) e, por isso, esse recurso foi selecionado para ser aplicado neste estudo.

4 METODOLOGIA E PROPOSIÇÃO DO TRABALHO

A Ciência Aberta é um movimento complexo, inacabado e com amplitude concreta ainda desconhecida. Assim, busca-se com este estudo representar ontologicamente a Ciência Aberta na tentativa de organizar o conhecimento e modelar esse movimento e as suas relações. Dessa forma, visa proporcionar maior facilidade de interação homem-máquina, interoperabilidade entre sistemas computacionais e a melhoria de especificações na recuperação de informação (ROA; INDULSKA; SADIQ, 2014), relacionadas a esse novo *modus operandi* de fazer ciência.

Considerando-se que, durante o levantamento bibliográfico preliminar, não foram identificados modelos de ontologias para o domínio da Ciência Aberta, como contribuição desta pesquisa, será apresentada uma proposta inicial de modelo conceitual ontologicamente bem fundamentado, assim avançando o debate sobre a temática do estudo.

Este trabalho utiliza o SABiO como método para a construção do modelo conceitual (FALBO, 2014). O processo de desenvolvimento no SABiO tem cinco fases, a saber: (i) identificação de finalidade e especificação de requisitos; (ii) captura de ontologia e formalização; (iii) desenho; (iv) implementação e (v) teste.

A primeira fase do SABiO realiza-se por meio do levantamento das necessidades dos usuários e as questões de competência. Já a segunda fase (captura de ontologia e formalização) é apoiada pela aquisição de conhecimento. Nessa fase, os especialistas de domínio, bem como conhecimentos consolidados, são a base da construção. Os conhecimentos consolidados são: livros, artigos científicos, padrões internacionais, modelos de referências, entre outros. Deve-se reutilizar os elementos (conceitos; relações e propriedades) não fundamentados em uma ontologia. No entanto, o reúso dos elementos deve atentar para a reificação com base em uma ontologia de fundamentação. Desse modo, as questões de competência devem ser respondidas.

Conforme Falbo (2014), a fase de desenho (iii) concentra a especificação conceitual da ontologia de referência. Consideram-se questões de arquitetura e requisitos de diversas naturezas. Essa fase destaca-se pelo trabalho em conjunto de diversos profissionais. O produto resultante é um projeto a ser implementado em alguma

linguagem ontológica. A fase de implementação (iv) entrega uma ontologia funcional em uma linguagem, por exemplo, *Web Ontology Language* (OWL), para validação do conhecimento. Na fase de teste (v), ocorrem a verificação dinâmica e a validação do comportamento da ontologia em um conjunto finito de casos de teste, contra o comportamento esperado em relação às questões de competência.

Já a UFO na modelagem da ontologia fornece validação taxonômica do construto (GUIZZARDI *et al.*, 2007). A partir da fase de desenho do SABiO é utilizado o OntoUML para a construção do metamodelo. Os resultados são os conceitos ontologicamente fundamentados independente de domínio. Por fim, utilizou-se como ponto de partida do estudo a taxonomia proposta no estudo de Silveira *et al.* (2021a, 2021b), conjugado com a taxonomia de Pontika *et al.* (2015) e as cinco escolas de pensamento de Ciência Aberta de Fecher e Friesike (2013).

Por fim, o objetivo deste trabalho é a construção de um modelo conceitual ontologicamente bem fundamentado. Portanto, foram utilizadas somente as três primeiras fases do SABiO em conjunto com a UFO (FALBO, 2014).

5 MODELO CONCEITUAL DA CIÊNCIA ABERTA

Esta seção apresenta, por meio da metodologia SABiO, o modelo conceitual ontologicamente bem fundamentado da Ciência Aberta, desenvolvido neste estudo, destacando os conceitos presentes no modelo conceitual em **negrito** com as primeiras letras em Caixa Alta. O propósito e o uso deste modelo são definidos na Seção 4. As questões de competência que norteiam a modelagem são: (QC1) quais conceitos compõem a Ciência Aberta?; (QC2) qual o significado de “aberto” para a Ciência Aberta?; (QC3) qual o tipo de cada conceito? e (QC4) como os conceitos se relacionam?

A Figura 2 demonstra o modelo conceitual da Ciência Aberta proposto por Silveira *et al.* (2021a). O movimento da Ciência Aberta é um novo formato de fazer Ciência composto por outros movimentos como: (i) Acesso Aberto; (ii) Dados Abertos; (iii) Pesquisa Reprodutível Aberta; (iv) Avaliação da Ciência Aberta; (v) Políticas Ciência Aberta; (vi) Ferramenta Aberta; (vii) Educação Aberta, (viii) Licenciamento Aberto; (ix) Ciência Cidadã; (x) Preservação Digital; (xi) Inovação Aberta e outros.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O conceito "aberto" está associado ao direito de uso de um determinado item que permite reutilização, compartilhamento ou distribuição (SILVEIRA *et al.*, 2021a). O **Licenciamento Aberto** pode ser considerado um *phase*, uma vez que as diretrizes definidas em sua licença podem garantir suas características. O **Licenciamento** é conceito pai do **Licenciamento Aberto** e do **Licenciamento Proprietário**. A **Ferramenta Aberta** é um *role* desempenhado por uma **Ferramenta** enquanto utiliza o **Licenciamento Aberto**. Da mesma maneira, **Acesso Aberto**, **Dados Abertos**, **Pesquisa Reprodutível Aberta**, **Políticas Ciência Aberta** e **Inovação Aberta** são especializações *role* de seus respectivos antecessores. O *relator* **Utilização Aberta** mantém esse relacionamento.

A **Preservação Digital** deve assegurar a longevidade dos documentos digitais e dos conjuntos de dados para serem reutilizados, replicados ou reproduzidos (SILVEIRA *et al.*, 2021a). Portanto, a **Preservação Digital** é um *mixin* que provê suas características para **Ferramentas**, **Dados** e **Documento**.

A inovação aberta é transversal já que pode circular em várias facetas (SILVEIRA *et al.*, 2021a). Assim, a **Inovação Aberta** também é identificada como *mixin*. Ademais, neste modelo, a inovação aberta só está presente nos conceitos que utilizam o **Licenciamento Aberto**.

A **Ciência Cidadã** é um formato de fazer **Ciência**, baseado na parceria entre cientistas e cidadãos na busca por otimização da produção científica, que existe independentemente, no entanto, concomitantemente faz parte da **Ciência Aberta**.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ciência Aberta é a construção colaborativa do fazer científico, transparente, acessível, reprodutível e replicável e, atualmente, não há como prever todo o seu delineamento e alcance. Na medida em que novos pesquisadores aderem ao movimento, novas posturas, metodologias e tecnologias são incorporadas ao processo científico. Assim, novas dúvidas surgem sobre a estrutura da Ciência Aberta, culminando na necessidade de incorporação de novos conceitos.



Os diversos conceitos salientes apresentados neste artigo foram objetos de discussão em outros trabalhos, no entanto, não foi identificada nenhuma formalização fundamentada em ontologia, apresentada até o momento. Possivelmente, podem existir conceitos ontologicamente válidos, mesmo com outras perspectivas, estes poderão ser incorporados na ontologia.

Sendo o escopo deste estudo o desenvolvimento de uma proposta de modelo conceitual ontologicamente bem fundamentado para o movimento da Ciência Aberta, considera-se que este produto ainda encontra-se, consideravelmente, em *status* incipiente e busca-se ampliar as relações do complexo mundo científico, onde é eminente a necessidade de se ter acesso aberto aos processos, à reprodutibilidades, aos dados e aos resultados das pesquisas.

É correto dizer que a última fase de um processo de um projeto conceitual é a avaliação da ontologia desenvolvida, sendo possível realizá-la de diversas maneiras. Assim, os autores sugerem a realização de uma avaliação centrada no usuário ou por meio de métricas obtidas com sua aplicação dentro de um sistema em atividade/tarefa, utilizando dados reais ou mesmo fictícios em simulações.

Por fim, entende-se que a principal contribuição do modelo conceitual ontologicamente bem fundamentado proposto neste estudo é a ampliação no delineamento do domínio da Ciência Aberta, expandindo as relações e conexões com os seus diversos movimentos interconectados, atores, iniciativas, políticas e ações que a circundam. Os pesquisadores poderão se beneficiar das explicitações de conceitos e relações referenciando-as em suas modelagens.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S. Ciência Aberta: movimento de movimentos. *In*: SHINTAKU, M.; SALES, L. F. (Orgs.) **Ciência Aberta para editores científicos**. Botucatu, SP: ABEC, 2019a. p. 15-19. p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21452/978-85-93910-02-9>. Acesso em: 18 jan. 2023.

ALBAGLI, S. O que é Ciência Aberta e qual o papel das agências de fomento diante deste fenômeno? *In*: ENCONTRO CAPES DE CIÊNCIA ABERTA. Tema: direitos de propriedade intelectual e políticas institucionais. Brasília, [s. n.], 2019b. Disponível em: <http://capes.gov.br/conteudo/2-encontro-capes-de-ciencia-aberta/>. Acesso em: 18 jan. 2023.



ALBAGLI, S.; CLINIO, A.; RAYCHTOCK, S. Ciência Aberta: correntes interpretativas e tipos de ação **Liinc em Revista**, [S. l.], v. 10, n. 2, 2014. , [S. l.], v. 10, n. 2, 2014. DOI: 10.18617/liinc.v10i2.749. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/3593>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BAUMGARTNER, P. Toward a Taxonomy Of Open Science (TOS). **Open Science Education**, [S. l.], 22 sept. 2019. Blog. Disponível em: <https://notes.peterbaumgartner.net/2019/06/24/toward-a-taxonomy-of-open-science/>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BENEVIDES, A. B. AND GUIZZARDI, G. A model-based tool for conceptual modeling and domain ontology engineering in ontouml. In: FILIPE, J., CORDEIRO, J. (Eds). **Enterprise Information Systems**. ICEIS 2009. Berlin: Springer, 2009. (Lecture Notes in Business Information Processing, 24). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-01347-8_44. Acesso em: 23 jun. 2022.

BERLIN DECLARATION ON OPEN ACCESS TO KNOWLEDGE IN THE SCIENCES AND HUMANITIES. [S. l. : s. n.], 2003. Disponível em: <https://openaccess.mpg.de/Berlin-Declaration>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BUDAPEST OPEN ACCESS INITIATIVE - BOAI. **The Budapest Open Access Initiative**. Budapeste, 14 fev. 2002. Disponível em: <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/>. Acesso em: 18 jan. 2023.

DECLARATION ON RESEARCH ASSESSMENT - DORA. Disponível em: <https://sfdora.org/>. Acesso em: 18 jan. 2023.

FALBO, R. d. A. **Sabio**: Systematic approach for building ontologies. In: ONTO. COM/ODISE@ FOIS, 2014. Disponível em: <https://dblp.org/rec/conf/fois/Falbo14.html>. Acesso em: 18 jan. 2023.

FECHER, B; FRIESIKE, S. Open science: one term, five schools of thought. In: HUSCHKA, D.; SOLGA, H.; WAGNER, G. G. **German Council for Social and Economic Data (RatSWD) Working Paper Series**. Berlin: RatSWD, 2013. 30 maio 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2272036>. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2272036>. Acesso em: 18 jan. 2023.

FECHER, B.; FRIESIKE, S. Open Science: one term, five schools of thought. In: BARTLING, S.; FRIESIKE, S. **Opening Science**: the evolving guide on how the internet is changing research, collaboration and scholarly publishing. New York: Springer, 2014. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-00026-8_2#Tab1. Acesso em: 18 jan. 2023.

GUIZZARDI, G. *et al.* An ontologically well-founded profile for UML conceptual models. In: **International Conference on Advanced Information Systems Engineering**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p. 112-126. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-25975-6_10. Acesso em: 18 jan. 2023.



GUIZZARDI, G. *et al.* On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages, and (meta) models. In: CONFERENCE ON DATABASES AND INFORMATION SYSTEMS. **Proceeding...** June, 2007. p. 18-39. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1565421.1565425>. Acesso em: 18 jan. 2023.

GUIZZARDI, G. *et al.* Ontologias de Fundamentação, Modelagem Conceitual e Interoperabilidade Semântica. In: IBEROAMERICAN MEETING OF ONTOLOGICAL RESEARCH, 6., 2011, Gramado. **Anais eletrônicos...** Gramado: CEUR, 2011. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-728/paper6.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2023.

GUIZZARDI, G. *et al.* Towards ontological foundations for conceptual modeling: The unified foundational ontology (ufo) story. **Applied ontology**, [s. l.], v. 10, v. n. 3-4, p. 259-271, 2015. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/PORUUF>. Acesso em: 18 jan. 2023.

GUIZZARDI, G.; WAGNER, G. Using the unified foundational ontology (ufo) as a foundation for general conceptual modeling languages. In: POLI, R., HEALY, M., KAMEAS, A. (Ed.) . **Theory and applications of ontology: computer applications**. New York: Springer, 2010. p. 175-196. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-8847-5_8. Acesso em: 18 jan. 2023.

MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. **Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens**. Goiânia: Instituto de Informática Universidade Federal de Goiás, 2007.

OPEN GOVERNMENT PARTNERSHIP. **Declaração de Governo Aberto**. Brasília: CGU, 2011. Disponível em: <http://www.governoaberto.cgu.gov.br/central-de-conteudo/documentos/arquivos/declaracao-governo-aberto.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2023.

OPEN SOURCE INITIATIVE. **History of the OSI**. 1998. Disponível em: <https://opensource.org/history>. Acesso em: 18 jan. 2023.

PONTIKA N. *et al.* Fostering open science to research using a taxonomy and an elearning portal. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE TECHNOLOGIES AND DATA-DRIVEN BUSINESS, 15., 2015. **Proceedings...** Graz, Áustria: Association for Computing Machinery, 2015. Disponível em: <http://oro.open.ac.uk/44719/>. Acesso em: 18 jan. 2023.

RIBEIRO, N. C.; SILVEIRA, L.; SANTOS, S. R. O. **Taxonomia da Ciência Aberta**. [Traduzido e Adaptado de] Nancy Pontika e Petr Knoth. 2020. Título original: Open Science Taxonomy. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12124002.v4>. Acesso em: 18 jan. 2023.

ROA, H.; INDULSKA, M.; SADIQ, S. Ontology usefulness in human tasks: Seeking evidence. Australasian Conference on Information Systems, 25. Auckland. **Proceedings...**Auckland, New Zealand: ACIS, 2014. Disponível em:



<https://openrepository.aut.ac.nz/handle/10292/8178>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SILVEIRA, L. *et al.* Ciência Aberta na perspectiva de especialistas brasileiros: proposta de taxonomia. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, v. 26, p. 1-27, 2021a. DOI: 10.5007/1518-2924.2021.e79646. Acesso em: 18 jan. 2023.

SILVEIRA, L. *et al.* Novos horizontes da taxonomia da Ciência Aberta: uma perspectiva de pesquisadores brasileiros. **Ciência da Informação Express**, [S. l.], v. 2, n. 6, 10 jun. 2021b. DOI: 10.13140/RG.2.2.28500.53120. Disponível em: <https://www.cienciadainformacaoexpress.com/post/novos-horizontes-da-taxonomia-da-ci%C3%Aancia-aberta-uma-perspectiva-de-pesquisadores-brasileiros>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SKULMOSKI, G. J.; HARTMAN, F. T.; KRAHN, J. The Delphi method for graduate research. **Journal of Information Technology Education: Research**, v. 6, n. 1, p. 1-21, 2007. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/111405/>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SOUZA, I. V. P.; ALMEIDA, C. H. M. Introdução à altmetria: métricas alternativas da comunicação científica. , 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/185134>. Acesso em: 18 jan. 2023.

