

Aplicação da Teoria de Múltiplos Níveis para a Modelagem de Processos Intensivos em Conhecimento

Tatiana Barboza, Fernanda Araujo Baião, Flavia Maria Santoro

Departamento de Informática Aplicada
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Av. Pasteur 458, Urca – 22290-240 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

{tatiana.barboza, fernanda.baiao, flavia.santoro}@uniriotec.br

Abstract. *A Knowledge Intensive Process (KiP) is a composition of activities whose execution contributes to satisfy an objective and whose flow of control between the activities at the instance level presents a high degree of variability. KiP modeling has been the focus of several recent efforts in BPM theory and practice but, despite several recent advances, it is still a challenge. Among the existing difficulties, this work deals with the difficulty of distinguishing between elements in diferente instantiation levels, which in scenarios of KiP becomes critical due to its complexity. This work proposes a systematization for the application of the Multi Level Theory (MLT) on top of KiPO (Knowledge-intensive Process Ontology), for modeling KiPs. The results are illustrated in a scenario of a KiP for Data Management.*

Resumo. *Um processo intensivo em conhecimento (PiC) é uma composição de atividades cuja execução contribui para satisfazer um objetivo e cujo fluxo de controle entre as atividades, no nível de instância, apresenta alto grau de variabilidade. A modelagem de PiC tem sido foco de diversos esforços recentes na teoria e prática em BPM mas, apesar de vários avanços recentes, ainda é um desafio. Dentre as dificuldades existentes, este trabalho trata da dificuldade da distinção entre elementos de nível de instanciação distintos, que em cenários de PiC torna-se crítica em função da sua complexidade. É proposta uma sistematização para a aplicação da teoria de múltiplos níveis (MLT) na ontologia KiPO (Ontologia para Processos Intensivos em Conhecimento) para modelagem de PiC, cujos resultados são ilustrados no cenário do processo de Gerenciamento de Dados.*

1. Introdução

Um processo de negócio é uma sequência de atividades que tem objetivo criar produtos e serviços que agregam valor a clientes [Hagen 2005]. Para uma gestão mais efetiva, organizações vêm há muito tempo adotando abordagens de Gestão de Processos de Negócio, que compreendem, dentre outras etapas, a modelagem de processos de negócio. Os modelos de processo desempenham papel importante entre os especialistas no domínio do negócio e os representantes em tecnologia de informação, facilitando e tornando mais precisa a comunicação entre eles; em função disso várias metodologias adotam a modelagem de negócio como a primeira etapa de desenvolvimento de software.

Contudo, métodos tradicionais de modelagem de processos não tratam todas as perspectivas relevantes para os denominados Processos intensivos em Conhecimento (PiC). Um PiC é definido como uma composição de atividades (eventos) previstas cuja execução contribui para satisfazer um objetivo e cujo fluxo de controle entre as atividades, no nível de instância, tipicamente apresenta um alto grau de variabilidade. Além disso, este tipo de processo compreende sequências de atividades intensamente baseadas em aquisição, compartilhamento, armazenamento e (re)uso de conhecimento, e o valor agregado à organização depende essencialmente do conhecimento dos atores envolvidos na execução do processo. Di Ciccio et al. (2015) mostram que a intensidade de conhecimento tácito envolvido é diretamente proporcional ao nível de estruturação no fluxo de controle das atividades do processo, ou seja, quanto mais conhecimento tácito dos participantes do processo for requerido para determinar o fluxo de atividades a ser executado, maior o grau de flexibilidade e imprevisibilidade do processo e, portanto, menor o seu nível de estruturação. Por causa de tais características, é um grande desafio modelar um processo intensivo em conhecimento, uma vez que ele compreende uma combinação de perspectivas para a sua representação mais precisa (elementos cognitivos que influenciam o racional para tomadas de decisão, busca por soluções inovadoras e atividades colaborativas). Este tipo de processo acessa uma grande quantidade de dados não estruturados relevantes como troca de mensagens entre participantes, regras de negócio, crenças, intenções, dentre outros. Pesquisas na literatura apontam a falta de abordagens para tornar esse tipo de processo explícito e estratégias para lidar com informações necessárias para sua compreensão e apoio [Di Ciccio 2015] [Hull 2016].

Para resolver problemas de modelagem em PiC, França et al. (2014) propuseram uma ontologia chamada KiPO (*Knowledge-intensive Process Ontology*). A KiPO é modularizada em sub-ontologias que representam as cinco perspectivas que são cruciais para um completo entendimento e representação de um PiC: Processos de Negócio, Regras de Negócio, Tomadas de Decisão, Colaboração, e o núcleo cognitivo do PiC. Esta ontologia é bem fundamentada na UFO (*Unified Foundational Ontology*) [Guizzardi 2005], uma ontologia de fundamentação baseada em teorias filosóficas e cognitivas. Contudo, França et al. (2014) observaram a dificuldade de distinguir instâncias e modelos em PiC, gerando impossibilidades para criar modelos fidedignos à realidade em vários cenários que envolvem conceitos com vários níveis de instanciação. Ao identificar, por exemplo, agentes de impacto “Professor” e “Aluno” no PiC “Elaboração de Dissertação de Mestrado” observa-se que, para retratar mais fielmente as distinções deste universo de discurso, eles precisam ser classificados como tipos de pessoas refletindo as funções que realizam no modelo. Porém, quando executam alguma tarefa neste PiC, é necessário rastrear a sua execução individualmente, especificando quem realizou a devida tarefa. Em um modelo de instanciação de PiC, se as informações não possuírem seus níveis explícitos, podem ocorrer ambiguidades na interpretação de elementos a nível de modelo como instância e vice-versa.

Para solucionar o problema de como representar níveis de informação distintos em modelos conceituais, Carvalho et al (2016) propuseram a Teoria de Múltiplos Níveis (*Multi Level Theory - MLT*). A MLT tem como base a relação de instanciação, caracterizando os conceitos de indivíduos e tipos segundo a Teoria de Tipos [Russel 2006]. A partir disso, a MLT propõe a existência e caracteriza a natureza de níveis de classificação, definindo precisamente quais relações que podem ocorrer entre elementos

de diferentes níveis de classificação. A teoria de tipos de Russel (2006) esclareceu e posicionou as definições do padrão *Powertype* apresentadas por Cardelli (1988) e Odell (1994), além de definir novas relações estruturais para variantes do padrão *Powertype*, enriquecendo a expressividade da modelagem em múltiplos níveis. A MLT foi aplicada em alguns domínios de forma eficaz; no entanto, no domínio de processos intensivos em conhecimento sua aplicação ainda apresenta alguns desafios devido a sua alta complexidade para a modelagem.

O presente trabalho propõe uma sistematização para a aplicação da MLT [Carvalho et al. 2016} na ontologia KIPO [Franca et al. 2014], para modelagem de Processos Intensivos em Conhecimento. Esta sistematização apresenta cada etapa para a modelagem de PiCs em vários níveis de informação, como a criação de novos conceitos da KiPO com características de tipos (Teoria de Tipos [Russel 2006]), observando o padrão *Powertype* ([Cardelli 1988], [Odell 1994]), além de padrões de nomenclatura dos elementos de PiC que explicitem conceitos da KiPO, na ordem em que se encontram na MLT. O foco desta proposta é apresentar uma sequência de passos que auxiliem o modelador no uso da KiPO para criar modelos de PiC com níveis de informações diversos. A partir destes níveis, é possível distinguir concretamente entre instâncias e modelos em PiC.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta conceitos fundamentam toda a proposta do artigo, a Seção 3 descreve a ontologia proposta KiPO-ML resultante da aplicação da MLT no domínio de PiC, descrevendo sistematicamente as suas etapas. A Seção 4 ilustra a aplicação da KiPO-ML em alguns cenários de PiC, cujos resultados são analisados na Seção 5. Finalmente, a Seção 6 conclui o trabalho.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta conceitos necessários à proposta deste artigo, incluindo processos intensivos em conhecimento, a ontologia KiPO e as estratégias de modelagem em múltiplos níveis.

2.1. Processo Intensivo em Conhecimento

Um processo de negócio é uma sequência de atividades que visa criar produtos ou serviços com valor para o cliente [Hagen 2005]. Segundo a OMG (2011), um processo é definido como uma sequência de ações, conjunto de atividades ou fluxo de sequência, podendo ser definidos em qualquer nível, realizados por uma ou várias pessoas. Para melhor entender a classificação dos tipos de processo, Di Ciccio et al. (2015) evidenciam que, quanto mais conhecimento tácito for requerido para determinar o fluxo de atividades a ser executado, maior o grau de flexibilidade e imprevisibilidade do processo e, portanto, menor o seu nível de estruturação. Os autores definem Processo Intensivo em Conhecimento (PiC) como aquele genuinamente centrado em conhecimento e dados, que exigem flexibilidade substancial tanto em tempo de projeto quanto de execução, além de afirmar que são geralmente não estruturados e podem ser apenas parcialmente mapeados em modelos de processos. Mundbrod e Reichert (2017) complementam afirmando que PiCs são conduzidos pelo conhecimento dos trabalhadores que utilizam suas habilidades, experiências e especialidades, sendo emergentes e imprevisíveis, e seu gerenciamento constitui um grande desafio. Estes autores também apontaram as características típicas de um PiC: orientado pelo

conhecimento e objetivos; orientado para a colaboração; imprevisível; emergente; conduzido por eventos e restrições. Exemplos incluem processos de suporte a cliente, design de novos produtos e serviços, controle de tráfego aéreo, planejamento de campanhas de marketing, governança de TI e planejamento estratégico.

2.2. KiPO

França et al. (2014) apresentaram uma Ontologia para Processos Intensivos em Conhecimento (*Knowledge-intensive Process Ontology* - KiPO) com uma conceitualização rica semanticamente, e bem fundamentada na UFO (Unified Foundational Ontology) [Guizzard 2005]. As sub-ontologias que compreendem a KiPO são: Colaboração (CO), Processo de Negócio (BPO), Decisão (DO), Regras de Negócio (BRO). O componente central da KiPO é a Ontologia do Núcleo do Processo Intensivo do conhecimento (KiPCO), que reúne elementos cognitivos que determinam a execução das atividades de um KiP, e relaciona conceitos das outras subontologias.

2.3. Modelagem em múltiplos níveis

Há vários tipos de modelagem em múltiplos níveis, cujo objetivo é distinguir elementos concretos e abstratos. Uma destas modelagens é a Materialização [Goldstein et al. 1994], que mostra o relacionamento entre dois tipos de entidades, uma que representa um objeto conceitual (por exemplo, um modelo de TV) e um que representa o objeto concreto correspondente ao conceitual (no caso, um aparelho de TV).

Uma das abordagens para modelagem em múltiplos níveis é o *Powertype* ([Cardelli 1988], [Odell 1994]). Segundo Odell (1998), um *powertype* é um tipo de objeto cujas instâncias são subtipos de outro tipo de objeto. O tipo de nível inferior é denominado tipo base. Odell (1994) ilustrou o padrão *Powertype* com um exemplo de um tipo “Espécie de árvore”, cujas instâncias seriam “Bordo de Açúcar”, “Damasco”, “Saguaro” (que, por sua vez, são subtipos de árvores). Há outras abordagens para modelagem em múltiplos níveis com foco na redução de complexidade acidental em modelos, como a Deep Instantiation [Atkinson 2008], Dual Deep Instantiation [Neumayr et al. 2014], Melanee [Atkinson et al, 2012], dentre outras, as quais são também muito úteis para abordar a deficiência dos modelos UML. No entanto, elas não são aplicáveis a processos não estruturados, que é o caso dos PiC.

Carvalho et al. (2016) apresentaram uma teoria para modelagem em múltiplos níveis chamada MLT (*Multi Level Theory*), que distingue tipos (que tem outros tipos como instâncias) e indivíduos (não podem ser mais instanciados). A noção de ordem de tipo é usada na MLT. A partir desta teoria, Fonseca et al. (2017) combinaram UFO-A (*Unified Foundational Ontology*) [Guizzardi 2005] com MLT [Carvalho et al. 2016], sendo aplicados em qualquer domínio. Para uma melhor aplicação desta combinação em domínios diversos, Fonseca et al. (2017) estabeleceram uma hierarquia de modelos, onde os conceitos da UFO-A especializam e instanciam elementos da MLT, respeitando os axiomas e teoremas da própria teoria. Os elementos do domínio, por sua vez, especializam e instanciam os elementos desta combinação MLT-UFO, respeitando as regras de ambos. Muitas destas regras aplicadas nesta combinação também foram adaptadas para serem usadas nesta pesquisa, pois a KiPO é bem fundamentada na UFO.

3. Proposta inicial da KiPO-ML

Visto o problema de distinção de instância e modelo existentes na modelagem da KiPO, foi proposta neste trabalho uma sistematização de passos para a aplicação da MLT [Carvalho et al. 2016] na KiPO para modelagem em níveis de Processos Intensivos em Conhecimento (sendo este um dos domínios de grande complexidade de entendimento). A partir desta sistematização, é possível identificar os níveis de informação em um PiC (Individual, 1stOT, 2ndOT). Esta sistematização foi construída usando a sub-ontologia KiPCO (Ontologia Núcleo de Processo Intensivo em Conhecimento), por ser a perspectiva núcleo da ontologia KiPO [França et al. 2014].

A primeira etapa desta sistematização (descrita na seção 3.1) é a definição de novos conceitos da KiPCO que possuam características de *PowerType* ([Cardelli 1988], [Odell 1994]). Estes novos conceitos devem especializar o construto 1stOT (tipo de primeira ordem) e instanciar o construto 2ndOT (tipo de segunda ordem) da MLT.

Na segunda etapa (descrita na Seção 3.2) foram elaborados, para cada conceito da KiPCO, padrões de nomenclatura que servem para rotular os elementos de cada nível (instâncias, tipos e tipos de tipos) dos cenários de PiC que especializam estes conceitos. Estes padrões foram criados respeitando os níveis de informação (Individual, 1stOT, 2ndOT), com algumas recomendações para auxiliar o modelador a nomear os elementos do modelo.

A terceira e última etapa (descrita na Seção 3.3) é a efetiva aplicação da MLT aos conceitos da KiPCO em um cenário específico de PiC observando os padrões de nomenclatura ao rotular os novos elementos.

3.1. Modelagem em múltiplos níveis

Na KiPCO, a maioria dos conceitos apresenta características de instâncias de 1stOT. Porém, quando estes conceitos são aplicados em cenários específicos, encontram-se elementos de mais alta ordem, como ilustrado na Figura 1.

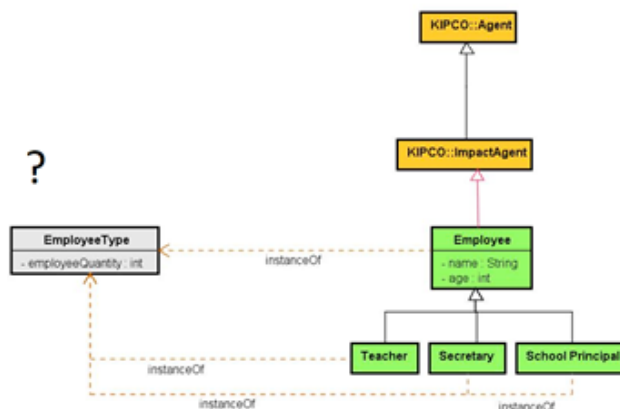


Figura 1. Inexistência de conceitos de mais alta ordem na KiPO.

Uma vez que a KiPCO não possui critérios de classificação com taxonomia própria que representem conceitos de níveis de mais alta ordem (tipos), foram identificados quais conceitos demandavam a existência de um tipo que o caracterize. Para estes conceitos, foram elaborados novos conceitos, com propriedades mais gerais, de mais alta ordem para categorizá-los. Foi então aplicada a Teoria de Tipos [Russel 2006], atribuindo o

termo Type a conceitos que possuam operações e termos restritos a este tipo, como ilustrado nos diagramas a seguir¹:

Agent. O conceito KiPCO::Agent corresponde aos agentes que são participantes do processo. Estes possuem duas categorias: os remetentes/destinatários de mensagens e os que efetivamente contribuem de alguma forma para a execução de atividades (sendo diretamente responsáveis pela sua execução ou indiretamente influenciando a escolha dos executores). Para estes dois tipos de agentes, foram construídas as especializações KiPCO::AgentCommunicationType e KiPCO::AgentContributionType. O conceito KiPCO::AgentCommunicationType possui como instâncias as especializações de CO::COM::Sender e CO::COM::Receiver, denotando agentes capazes de emitir e receber mensagens dentro de uma interação comunicativa realizada durante a execução do processo. Já o conceito KiPCO::AgentContributionType possui como instâncias especializações do conceito de agente que diretamente executam atividades (KiPCO::ImpactAgent), que contribuem indiretamente com inovações (KiPCO::InnovationAgent), além dos que, mesmo não cientes dos objetivos do PiC em questão, contribuem em socializações onde ocorrem tomadas de decisão (KiPCO::ExternalAgent) (por exemplo, o autor de um artigo científico que, ao ser lido pelo KiPCO::ImpactAgent, influencia sua decisão de quais atividades vai executar).

Activity. Na KiPCO encontra-se o conceito BPO::Activity com a especialização KiPCO::KnowledgeIntensiveActivity. Este conceito representa atividades que visam alcançar um objetivo e é executada por um agente que possui intenção a ser atingida. Para este conceito foi criado o tipo KiPCO::ActivityType, o qual representa as atividades que possuem características mais gerais e que caracteriza os elementos que especializam o conceito KiPCO::KnowledgeIntensiveActivity.

Mental Moment. Os Mental Moments (modos mentais) são modos que dependem dos agentes para existirem. Para caracterizar estes modos mentais, foi construído o conceito KiPCO::MentalMomentType, o qual possui como instâncias tipos de modos mentais que podem explicar o comportamento e sentimentos dos agentes em relação às atividades que executam no processo, como: Belief, Desire, Intention e Feeling.

KnowledgeStructure e BusinessRule. A estrutura de conhecimento (KiPCO::KnowledgeStructure) pode ser de três tipos: imagem mental (KiPCO::MentalImage), assertiva (KiPCO::Assertion) e objeto de dados (BPO::DataObject). Para caracterizar estes conceitos foi necessário criar o conceito KiPCO::KnowledgeStructureType, sendo este com características mais gerais abrangentes. Da mesma forma acontece com regras de negócio (KiPCO::BusinessRule), que é uma declaração que define e restringe algum aspecto de uma organização, estrutura de um negócio ou controlar e influenciar o comportamento deste. Os tipos de regra encontrados na KiPCO são: regras de reação (KiPCO::ReactionRule), regras de derivação (KiPCO::DerivationRule), regras de integridade (KiPCO::IntegrityRule). Para caracterizar estas regras, foi criado o conceito KiPCO::BusinessRuleType. Este conceito possui regras com características mais gerais e que caracterizem outras regras. Além disso, este conceito é uma especialização KiPCO::KnowledgeStructureType.

¹ Nos diagramas, conceitos em amarelo e em laranja representam respectivamente *Powertypes* e *Individuals* no domínio genérico de PiCs e, portanto passam a integrar a KiPCO

3.2. Padrões de Nomenclatura para modelagem de PiC

Após a elaboração dos conceitos de mais alta ordem, foram elaborados padrões de nomenclatura para a construção de rótulos (/label/) dos elementos do domínio de PiC, com o intuito de alinhar semanticamente com os conceitos da KiPCO, na sua devida ordem na MLT. De fato, vários trabalhos na literatura [Mendling 2010] reforçam a importância dos rótulos dos elementos em um modelo conceitual para a sua legibilidade, o seu entendimento e sua correta interpretação.

Para endereçar este problema, foi realizado um estudo na literatura sobre padrões de nomenclatura, com o objetivo de criar um padrão para nomear os elementos de PiC. Este estudo foi aplicado nos elementos da KiPCO, uma vez que ela trata especificamente dos elementos cognitivos de PiC, sendo a ontologia núcleo da KiPO.

Para cada conceito da KiPCO, foi feita uma pesquisa sobre teorias linguísticas, semânticas e sintáticas ou a existência de padrões de especificação textual, com o objetivo de identificar qual a melhor forma de descrevê-lo, como por exemplo o conceito KiPCO::ActivityGoal que foi baseado nos estudos de Teo e Low (2016), na Teoria de Metas de Locke e Latham (1990) e no trabalho de Hallahan (2015) sobre estruturas linguísticas para a descrição de objetivos. Todos os conceitos da KiPCO foram analisados de forma muito criteriosa, de forma a evitar que os padrões de nomenclatura causassem quaisquer dificuldades na compreensão do modelo. A Tabela 1 ilustra padrões de nomenclatura propostos para alguns dos conceitos da KiPO².

Tabela 1 – Padrões de Nomenclatura para alguns conceitos da KiPO

Conceito	Nível	Padrão de Nomenclatura	Exemplo
KiPCO::AgentType (instância de 2ndOT)	Modelo	<Papel do agente no PiC> Recomendações: Este elemento deve categorizar a(s) instância(s) de 1stOT que especializam os conceitos KiPCO::ImpactAgent, KiPCO::InnovationAgent, KiPCO::ExternalAgent, COM::Sender, COM::Receiver	<i>Employee</i>
KiPCO::Agent (Instância de 1stOT)	Modelo	<Papel do agente no PiC>	<i>Professor, Secretary</i>
KiPCO::Agent (Instância de Individual)	Instância	<Nome próprio do agente>	José

3.3. Extensão da KiPCO através da MLT

Após a criação da taxonomia dos tipos (“Type”) e dos padrões de nomenclatura para cada conceito da KiPO, foi possível a aplicação da teoria MLT [Carvalho et al. 2016} à KiPO em cenários específicos de processos intensivos em conhecimento. Para a elaboração da estrutura do modelo conceitual nesta aplicação, a proposta KiPO-ML se baseou na aplicação da MLT feita por Fonseca et al. (2017). Este trabalho criou uma hierarquia de camadas, seguindo a seguinte ordem: UFO especializando e instanciando as constantes da MLT, e domínio especializando e instanciando os conceitos da UFO, respeitando o padrão UFO e os axiomas e teorema da MLT.

² A especificação completa dos padrões de nomenclatura encontra-se em <https://github.com/tatianabarboza/kipalloy>.

Baseado no trabalho de Fonseca, a aplicação da MLT à KiPCO também se inicia com a camada da MLT sendo colocada no topo. Depois desta camada, os conceitos da KiPCO são especializados e/ou instanciados nas constantes da MLT, respeitando os axiomas e teoremas. Estas relações foram criadas respeitando os seguintes critérios: todos os conceitos da KiPO que pertencem a taxonomia de tipos instanciam "2ndOT" e especializam "1stOT"; já os que não pertencem a esta taxonomia, instanciam "1stOT" e especializam "2ndOT". Os conceitos da KiPCO possuem os estereótipos dos conceitos da UFO para indicar qual está sendo especializado. Os padrões de nomenclatura para a elaboração dos rótulos de cada elemento do domínio também fazem parte desta aplicação, como apresentado na Figura 2.

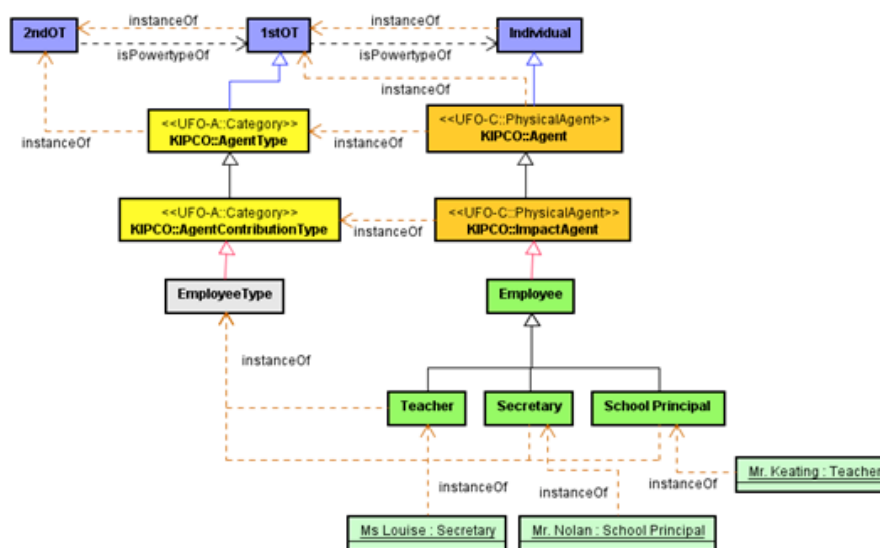


Figura 2. Exemplo da combinação de MLT, KiPCO e cenário PiC (com representação de instâncias e modelos).

4. Exemplo de uso

Esta seção exemplifica o uso da KiPO-ML em um cenário específico. O objetivo é verificar se a dificuldade de distinguir instâncias e modelos neste cenário foi solucionada com a proposta KiPO-ML. O cenário escolhido para aplicar a proposta é “Gerenciamento de Dados” de uma empresa de desenvolvimento de software. Este processo não é estruturado, altamente dependente das experiências de seus executores, guiados por regras relativas à organização e exigem um alto grau de colaboração e interação entre os participantes para atingir seus objetivos. O modelo elaborado utilizando a proposta será comparado com os modelos criados pelo Analista 3 em [França et al. 2014], pois foi quem utilizou os conceitos da KiPO com menos dificuldade. Na seção 4.1 será apresentado o cenário modelado em [França et al 2014], já na seção 4.2 será apresentado o modelo criado para o mesmo cenário, utilizando a proposta KiPO-ML.4.1. Modelagem do PiC "Gerenciamento de Dados".

Nesta seção, foi selecionado um fragmento do modelo elaborado pelo Analista 3 em [França et al. 2014] do cenário Gerenciamento de Dados. Neste modelo, existem 7 conceitos da KipCO: intenção (KiPCO::Intention), agente (KiPCO::Agent), agente de impacto (KiPCO::ImpactAgent), experiência (KiPCO::Experience), especialidade (KiPCO::Specialty), objetivo da atividade (KiPCO::ActivityGoal) e atividade intensiva

em conhecimento (KiPCO::KnowledgeIntensiveActivity). Para cada um deles foram especializados elementos referentes ao cenário “Gerenciamento de Dados”. Os agentes de impacto são pessoas que possuem papéis de gerentes de projeto e gerente de dados. Estes gerentes executam as seguintes atividades intensivas em conhecimento: modelar documentos e negociar integrações (todos baseados em dados do modelo do sistema). Os objetivos são mapear modelo de informação e mapear modelo integrado de dados corporativos. Estes estão associados às respectivas atividades citadas anteriormente, além de estarem relacionados com as seguintes intenções: obter indicadores de modelagem e manter a integridade dos dados, respectivamente (Figura 3).

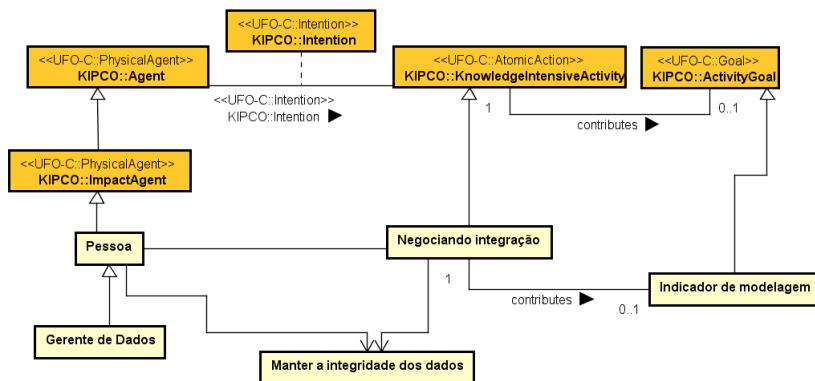


Figura 3. Fragmento do cenário modelado por Analista 3 [França et al. 2014].

4.2. Modelagem do PiC "Gerenciamento de Dados"

Para aplicação da KiPO-ML, o modelo apresentado na Figura 3 for remodelado, observando as regras da proposta. Foi identificado o elemento “Tipo de Gerente”, que especializa o conceito KiPCO::AgentContributionType e é *powertype* de “Gerente”. As instâncias de “Tipo de Gerente” são “Gerente de Projeto” e “Gerente de Dados”. Outro tipo identificado foi o elemento “Gerenciar sistema”, que especializa KiPCO::ActivityType. Este elemento categoriza o elemento “Modelar sistema” e possui as instâncias “Modelar documento” e “Negociar integração” (ambas especializações de KiPCO::KnowledgeIntensiveActivity).

Foram elaboradas instâncias a nível de Individual para representar elementos desta modelagem. Nesta aplicação, os rótulos seguiram os padrões de nomenclatura descritos na Seção 3.2, tanto a nível de modelo quanto a instância.

Para melhorar a legibilidade do modelo gerado, os elementos foram dispostos no diagrama respeitando a hierarquia da KiPO-ML, da seguinte forma: no topo (1ª camada) foram dispostas as constantes da MLT (2ndOT, 1stOT e Individual). Logo abaixo (2ª camada), foram dispostos os conceitos da KiPO (estereotipados segundo a UFO), especializando e instanciando as constantes da MLT e respeitando os teoremas e axiomas. Por último (3ª camada) são dispostos os elementos do cenário de PiC específico, que englobam os tipos de tipos, os tipos (modelos) e as instâncias, respeitando os padrões configurados na KiPCO (Figura 4).

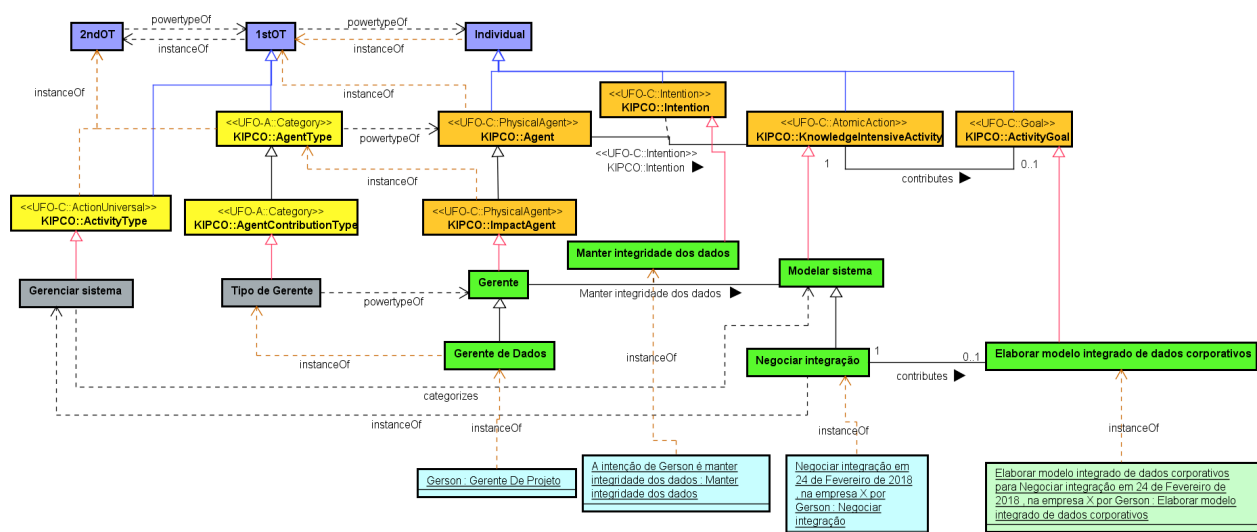


Figura 4. Aplicação da KiPO-ML no cenário “Gerenciamento de Dados”.

5. Análise de Resultados

Para avaliar a proposta KiPO-ML, foi desenvolvida a ferramenta KiPalloy³, uma extensão do Alloy Analyzer customizada para analisar e validar modelos de PiC segundo a KiPO-ML. Esta ferramenta também tem a capacidade de validar o uso de padrões de nomenclatura especificados previamente.

Inicialmente, ao incluir os rótulos dos elementos do modelo da figura 3, a ferramenta identificou não conformidades com relação ao padrão de nomenclatura e apresentou sugestões de novos rótulos. Por exemplo, ao incluir o elemento “Dados do modelo do sistema” (o qual especializa o conceito KIPCO::KnowledgeIntensiveActivity), a ferramenta sugeriu adicionar um verbo de ação no início da sentença e em sequência, o objeto da atividade. Já no modelo da figura 4, os rótulos (tanto a nível de instância quanto de modelo) se encontravam em conformidade com o padrão.

Após a inclusão dos elementos dos modelos das figuras 3 e 4, foram gerados arquivos convertidos para o Alloy dos respectivos modelos e testados no Alloy Analyzer. Ao validar o arquivo do modelo da figura 3, a ferramenta apresentou todos os elementos com um único nível, sem quaisquer instâncias (objetos), impossibilitando a criação de asserção para testá-lo, mesmo ele sendo considerado um modelo instanciado do PiC. Isto aconteceu porque o modelador não conseguiu classificar os elementos do domínio e assim, identificar o nível da informação. Com relação ao modelo da figura 4, foram geradas assinaturas das constantes da MLT, conceitos da KiPCO. Os elementos do domínio que foram identificados como instâncias de segunda e primeira ordem, se transformaram em assinaturas. Já os elementos identificados como instâncias de Individual, foram incluídas em uma asserção, associados aos elementos de domínio instância de primeira ordem. Desta forma, o Alloy Analyzer analisou e apresentou todos os níveis de informação, como segue a Figura 5.

³ A ferramenta KiPalloy está disponível em <https://github.com/tatianabarboza/kipalloy>.

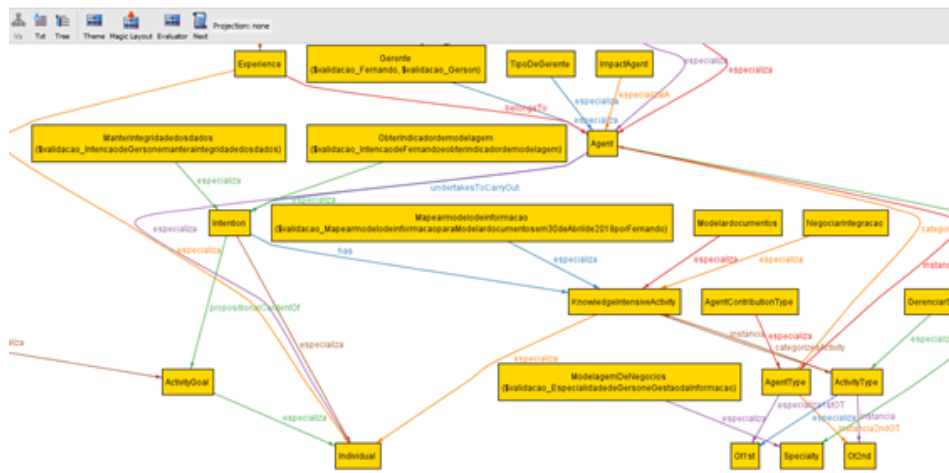


Figura 5. Fragmento do diagrama gerado pelo Alloy Analyzer a partir do arquivo gerado do KiPALloy.

6. Conclusão

Este trabalho apresentou uma proposta para o problema de distinção de instâncias e modelos em processos intensivos em conhecimento. Foram observados indícios de que a sistematização para a aplicação da MLT em processos intensivos em conhecimento e a proposta da ontologia KiPO-ML facilitou a identificação e tornou explícitos os vários níveis de informação em modelos deste domínio.

Foi desenvolvida a ferramenta KiPALloy, que automaticamente (i) verifica a qualidade sintática de modelos de KiP (de acordo com os padrões de nomenclatura propostos) e (ii) converte regras KiPO para linguagem Alloy. Nesta ferramenta, após a inclusão dos elementos do domínio associados aos conceitos da KiPO, é gerado um arquivo com toda esta inclusão convertida em linguagem Alloy, sendo transferido à ferramenta Alloy Analyzer para checagem do modelo.

Como trabalhos futuros serão elaboradas regras para as outras perspectivas da KiPO. Adicionalmente, pretende-se realizar uma extensão da aplicação KiPALloy, onde os modelos poderão ser apresentados usando a notação KiPN [Netto et al. 2013] e UML.

References

- Atkinson, C.; Kühne, T.: Meta-level Independent Modelling. Proceedings of the International Workshop on Model Engineering at the 14th European Conference on Object-Oriented Programming 2002. Sophia Antipolis and Cannes, France (2000).
- Atkinson, C.: Meta-modeling for distributed object environments. Proceedings of the 1st International Conference on Enterprise Distributed Object Computing (EDOC), Washington, USA, pp. 90–101 (2012).
- Cardelli, L.: Structural subtyping and the notion of power type. Proceedings of the 15th ACM SIGPLAN/SIGACT symposium on Principles of programming languages POPL 88, pp. 70–79 (1988).
- Carvalho, V. A.; Almeida, J. P. A.: Towards a well-founded theory for multilevel conceptual modeling. Software & Systems Modeling, Springer (2016).

- Di Ciccio, C.; Marrella, A.; Russo, A. Knowledge-intensive processes: characteristics, requirements and analysis of contemporary approaches. *J on Data Semantics* 4(1), pp. 29-57 (2015).
- França, J.B.S., Netto, J.M, Carvalho, J.E.S., Santoro, F.M., Baião, F.A., Pimentel, M.: KiPO: the knowledge-intensive process ontology. *Software & Systems Modeling*, Springer, DOI 10.1007/s10270-014-0397-1 (2014).
- Fonseca, C.M.; Carvalho, V.A., Almeida, J.P.A.; Guizzard, G.: MultiLevel Ontology based Conceptual Modeling (2017).
- Guizzardi, G.: Ontological Foundations for Structural Conceptual Models. In: Universal Press, TheNetherlands. ISBN90-75176-81-3 (2005).
- Guizzard G., Pires, L.F., van Sinderem M.: An Ontology-Based Approach for Evaluating the *Domain Appropriateness* and *Comprehensibility Appropriateness* of Modeling Languages. In: Briand L., Williams C. (eds) *Model Driven Engineering Languages and Systems. MODELS 2005. Lecture Notes in Computer Science*, vol 3713. Springer, Berlin, Heidelberg (2005).
- Hagen, R.C.; Ratz, D.; Povalej, R.: Towards self-organizing knowledge intensive processes. In: *Journal of Universal Knowledge Management* 2, pp. 148-169 (2005).
- Hallahan, K.: Organizational goals and communication objectives in strategic communication. *The Routledge Handbook of Strategic Communication* (2015).
- Hull, R; Motahari-Nezhad, H.: Rethinking BPM in a Cognitive World: Transforming How We Learn and Perform Business Processes. *BPM 2016*, pp. 3-19 (2016).
- Locke, E. A.; Latham, G. P.: A theory of goal-setting and task performance. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. (1990).
- Mendling, J.; Reijers, H.A.; van der Aalst, WMP: Seven process modeling guidelines (7PMG). *Information and Software Technology* 52 (2), pp. 127-136 (2010).
- Mundbrod, N.; Reichert, M.: Flexible Task Management Support for Knowledge-Intensive Processes. 21st International Conference on Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC) (2017).
- Odell, J.: Power types. *Journal of Object Oriented Programming* 7(2), pp. 812. (1994).
- Odell, J.: Advanced object-oriented analysis and design using UML (Vol. 12). Cambridge University Press (1998).
- OMG: Business Process Modeling and Notation (BPMN). Version 2.0. Disponível em: <http://www.bpmn.org/>. Acesso em 14-03-2018 (2011).
- Russel, B.: Type Theory. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/type-theory/>. Acesso em 14-03-2018. (2006).
- Song, M.; Chambers, T.: Text mining with the Stanford CoreNLP. *Measuring scholarly impact*, Springer (2014).
- Teo, T.C.; Low, K.C.P.: The Impact of Goal Setting on Employee Effectiveness to Improve Organisation Effectiveness: Empirical study of a High-Tech Company in Singapore. *Journal of Business & Economic Policy* 3 (1) (2016).