

7 Conclusões

Neste trabalho propomos uma nova abordagem para a representação de *design rationale* no domínio de design de software. Esta abordagem usa a semântica formal dos artefatos definida pelos métodos de design para representar *design rationale*, usando o vocabulário definido na ontologia Kuaba. Este vocabulário, descrito em uma linguagem formal para especificação de ontologias, permite definir um conjunto de regras e operações computáveis para apoiar o reuso de designs de software através do processamento e integração das representações de *design rationale* geradas.

Além dessa nova abordagem de representação, apresentamos também a arquitetura conceitual de um ambiente de design integrado para apoiar a captura, representação e uso de *design rationale*. Este ambiente propõe a integração das ferramentas de design de software existentes com um processador de *rationale* capaz de gerar e processar representações de *design rationale* geradas com Kuaba.

Um dos problemas relacionados à captura e representação de *design rationale* é o uso do formalismo pelas pessoas envolvidas no design. Acreditamos que o uso dos modelos formais dos artefatos em um ambiente de design integrado pode facilitar a captura de *design rationale*, uma vez que ele permite automatizar parte da geração das representações de *design rationale*. Assim, grande parte dos dados que precisam ser registrados nestas representações é adquirida de forma automática, permitindo que o projetista concentre-se em sua atividade principal – o design.

Neste capítulo, apresentamos inicialmente uma avaliação da ontologia Kuaba baseada em alguns critérios relatados na literatura existente (seção 7.1). Em seguida, apresentamos as principais contribuições desta tese (seção 7.2) e alguns comentários finais sobre os trabalhos que consideramos estar relacionados à nossa pesquisa (seção 7.3). Finalizando, descrevemos alguns trabalhos futuros, relacionados à nossa abordagem de representação e ao ambiente de design

proposto, que podem potencialmente ser de interesse dentro desta área de pesquisa (seção 7.4).

7.1. Avaliação da Abordagem Kuaba

Nesta tese, design é visto como um processo de instanciação de um metamodelo. Dentro desta visão de design, nossa abordagem para a representação de *design rationale* limita-se a registrar o raciocínio e as decisões tomadas pelos projetistas durante a instanciação do metamodelo de um método de design para produzir um determinado artefato. Desta forma, podemos dizer que a representação de *design rationale* usando a ontologia Kuaba é baseada no modelo formal do artefato, que é fornecido pelo metamodelo instanciado.

Quando tal modelo formal não existe, o uso do vocabulário da ontologia Kuaba para representar *design rationale* assemelha-se ao uso da notação IBIS, porém, com um ganho em termos de expressividade, uma vez que Kuaba permite a representação explícita das decisões de design, suas justificativas e da relação existente entre a argumentação e os artefatos produzidos. Sem o uso de um modelo formal na instanciação da ontologia Kuaba, o conteúdo das representações de *design rationale* geradas torna-se completamente genérico e informal, pois pode ser informado de diferentes formas pelos projetistas. Isto impede a realização de operações computáveis sobre o *rationale* para apoiar o reuso de designs. Portanto, quando não existe um modelo formal definido para guiar o design perde-se a possibilidade de processar o conteúdo de *design rationale* usando as operações computáveis definidas neste trabalho.

A fim de avaliar o poder expressivo e as características principais de nossa abordagem para representação de *design rationale*, decidimos realizar uma análise da ontologia Kuaba considerando alguns dos critérios já utilizados na literatura para comparar as diferentes abordagens existentes para *design rationale*. Estes critérios resumem-se nos fatores de comparação definidos em (Varejão et al., 1996b), nos espaços de argumentação propostos em (Lee & Lai, 1991a, b) e nas dimensões propostas por Shum (1991). Acreditamos que estes critérios cobrem todos os aspectos necessários para analisar nossa abordagem de *design rationale*, não sendo necessário, portanto, definir novos critérios de avaliação.

7.1.1. Critério baseado em Fatores de Comparação

Em (Varejão et al., 1996b), os autores apresentam uma classificação para as diferentes abordagens de *design rationale* que se baseia na estratégia utilizada para captura e representação do *rationale*. Segundo esta classificação, as diferentes abordagens podem ser classificadas como “caderno de anotações”, “histórica”, “argumentativa” e “baseada em modelos”.

Os autores também desenvolveram uma estrutura de comparação para comparar as diferentes abordagens com base nos seguintes fatores: tipo de design, paradigma de descrição da atividade de design, expressividade do *rationale* capturado, uso do *rationale*, esforço requerido do projetista durante a captura, modo de recuperação da informação e suporte a negociação de conflitos. A partir de uma análise comparativa dos diferentes tipos de abordagens, os autores concluíram que a adoção de uma representação capaz de combinar as abordagens histórica, argumentativa e baseada em modelos, tendo como base esta última, produziria um ganho em termos de poder expressivo do *rationale*.

Kuaba é uma abordagem de representação baseada em argumentação, mas pode ser considerada também uma abordagem baseada em modelos, uma vez que considera o modelo formal dos artefatos na representação de *design rationale*. Consideramos que a combinação destas duas abordagens contribui para a expressividade da notação fornecida pela ontologia Kuaba, pois permite representar as características estruturais do artefato projetado, ou de suas partes, juntamente com o raciocínio que levou a uma determinada solução de design para este artefato. Estas informações podem ser usadas para a construção física do artefato e para facilitar modificações posteriores no design, além de permitir o uso do *rationale* no design de artefatos similares.

Segundo Varejão et al. (1996b), a expressividade do *rationale* representa os tipos de questões que a abordagem pode responder. A combinação dos enfoques argumentativo e baseado em modelo presentes na abordagem de representação Kuaba possibilita a construção de um sistema capaz de responder a diferentes questões, como por exemplo, questões do tipo “O que é?”, que apresenta as características estruturais do artefato projetado ou de suas partes, “Como foi definido?”, que apresenta o procedimento adotado que produziu uma determinada

decisão de design e “Por que?”, que apresenta as motivações e o raciocínio que levaram a uma determinada decisão.

Além das informações sobre a estrutura de argumentação utilizada e as descrições dos artefatos produzidos, Kuaba permite representar também algumas informações relacionadas à história do design (quando as decisões foram tomadas, quem tomou as decisões, que método de design foi utilizado, etc.) que podem apoiar decisões sobre a manutenção do artefato ou sobre um novo design com características semelhantes ao design realizado. Embora isto não caracterize a ontologia Kuaba como uma abordagem histórica (que registra a seqüência de eventos ocorrida durante o design), consideramos que estas informações também contribuem para tornar o *design rationale* registrado mais expressivo, documentando também aspectos relacionados à própria atividade de design. Desta forma, consideramos que a abordagem de representação proposta nesta tese oferece um ganho significativo no poder expressivo das representações de *design rationale* geradas com Kuaba para artefatos de software.

7.1.2. Critério baseado na Representação dos Espaços de Argumentação

Lee & Lai (1991a) definiram um *framework* para avaliar a expressividade das representações de *design rationale* visando auxiliar os projetistas de tais representações a tornarem-se mais conscientes do que suas linguagens podem ou não podem expressar e por quê. Este é o nosso principal objetivo ao analisarmos a ontologia Kuaba com base neste *framework*.

O *framework* proposto por Lee & Lai (1991a) é formado por um conjunto de “espaços” de argumentação que juntos constituem o domínio de *design rationale*. Este conjunto é usado para avaliar a expressividade das diferentes notações de *design rationale*, que é a extensão para a qual cada notação explicitamente representa os diferentes espaços definidos. Os espaços identificados são:

- *Espaço de Argumento* – todos os argumentos relacionados ao design; entidades em qualquer um dos outros espaços podem ser argumentados no espaço de argumentos.
- *Espaço de Alternativa* – as alternativas consideradas.

- *Espaço de Avaliação* – o estado da alternativa (por exemplo, “rejeitada, aceita, em consideração”; ou em uma escala diferente, “muito bom, bom, pobre”).
- *Espaço de Critério* – critérios relevantes para o design; a base sobre a qual as avaliações são feitas.
- *Espaço de Tema (issue)* – os espaços acima relacionam a argumentação sobre um único tema; o espaço de tema mostra as relações entre diferentes temas.

Com exceção do espaço de critério, a notação de *design rationale* fornecida pela ontologia Kuaba permite representar explicitamente todos os outros espaços de argumentação. Em Kuaba, as unidades principais dos espaços de tema, de alternativa e de argumento são, respectivamente, “Questão”, “Idéia” e “Argumento”. Kuaba prevê a representação de argumentos para todas as idéias de solução propostas durante o design. Estes argumentos representam as razões fornecidas pelos projetistas, que apóiam ou rejeitam uma idéia de solução para uma determinada questão de design. Além dos argumentos, Kuaba permite representar também uma justificativa final para cada decisão tomada, explicitando a forma como os argumentos a favor e contra uma idéia, aceita ou rejeitada, foram consolidados.

Com relação ao espaço de alternativas (aqui entendidas como idéias de solução), Kuaba representa todas as idéias propostas durante o design, tanto as idéias relacionadas ao domínio de conhecimento da aplicação, como as idéias de design pré-definidas pelos métodos de design. Visando tornar a representação de *design rationale* ainda mais expressiva, definimos também um elemento específico para representar decisão. Este elemento permite registrar o estado da idéia de solução (“rejeitada” ou “aceita”) para cada questão de design que ela responde, representando assim o espaço de avaliação.

Com relação ao espaço de tema, Kuaba permite representar um único tipo de relação entre questões - a relação *sugere*. Em nossa abordagem de representação, considerando o modelo formal dos artefatos para instanciar a ontologia Kuaba, não identificamos a necessidade de definir outros tipos de relações. No entanto, caso necessário, o vocabulário da ontologia Kuaba pode ser estendido a fim de permitir a representação de novos tipos de relações que venham a ser necessários em domínios de design não baseados em modelo.

Em sua versão atual, Kuaba não possui elementos específicos para representar o espaço de critério. No entanto, podemos considerar que o atributo “tipo” definido para o elemento “Questão” e seus respectivos valores (“AND”, “OR”, “XOR”) definem uma espécie de critério para a avaliação das idéias de solução. Estes valores especificam se uma idéia de solução pode ou não ser aceita de acordo com as decisões tomadas para as outras idéias que respondem a uma determinada questão. Por exemplo, para uma questão do tipo “XOR” apenas uma idéia de solução pode ser aceita. Assim, a aceitação de uma idéia define o estado “rejeitada” para as outras idéias de solução associadas a esta questão.

Além dos espaços definidos por Lee & Lai (1991a), Kuaba permite representar também o espaço de artefatos, no qual os artefatos produzidos durante o design são documentados e associados aos seus respectivos *design rationales*. Neste espaço, Kuaba descreve também a relação “*é versão de*” entre os artefatos, que permite registrar a evolução de um artefato a partir de seu *design rationale*.

7.1.3. Critério baseado nas Dimensões definidas por Shum

Em seu trabalho, Shum (1991) definiu quatro dimensões para fornecer uma visão geral das similaridades e diferenças entre as abordagens de *design rationale* existentes. Nesta tese, usamos estas dimensões para destacar as principais características de nossa abordagem de representação. As dimensões definidas são:

- *Reusabilidade* – Até que ponto o *design rationale* produzido é genérico? Como o conhecimento de design incorporado pode ser recuperado e aplicado em outros contextos de design?
- *Captura do processo de design* – Quanto do processo envolvido no desenvolvimento do design é refletido no *design rationale*? Quais elementos narrativos estão disponíveis, ou seja, a forma e ordem original das idéias?
- *Serviços Computacionais* – Que tipos de operações o *design rationale* permite o sistema realizar? Isto determina fortemente a facilidade de gerenciar, recuperar e reusar *design rationale*.
- *Overheads de autoria* – Quais são os *overheads*, para um projetista treinado, em construir *design rationale* usando uma abordagem particular?

O uso dos modelos formais dos artefatos em nossa abordagem de representação permite integrar *design rationale* com as primitivas dos métodos de design de software utilizados. Isto torna as representações de *design rationale* geradas com Kuaba mais específicas em relação aos métodos de design de software e possibilita novos usos de *design rationale*, como a integração dos *rationales* de artefatos similares para apoiar o reuso de design, ampliando assim o escopo de uso das representações geradas. Nossa abordagem também permite realizar diferentes operações sobre o *rationale* representado, apoiando a recuperação e o uso de *design rationale* na produção de novos artefatos. Além disso, o uso dos modelos formais dos artefatos para instanciar a ontologia Kuaba nos permite integrar a representação de *design rationale* com as ferramentas de design de software existentes, oferecendo, assim, um apoio automatizado que pode facilitar a captura de *design rationale*. Este apoio automatizado pode reduzir os *overheads* de autoria de *design rationale*, uma vez que grande parte do *rationale* (questões e idéias de design) é adquirida automaticamente a partir do metamodelo utilizado pela ferramenta de design.

7.2. Contribuições

A principal contribuição deste trabalho é a definição de uma representação de *design rationale* que usa a semântica formal dos artefatos definida pelos métodos de design permitindo, assim, um uso mais efetivo de *design rationale* com o apoio de operações computáveis.

Comparada a outras abordagens de representação para *design rationale*, podemos classificar a representação proposta neste trabalho como uma representação híbrida (ou semiformal), considerando que não estamos automatizando completamente o registro de *design rationale* e os projetistas interferem no design definindo opções de design e operações necessárias à produção dos artefatos. Ou seja, existe um grau de informalidade no conteúdo que está sendo representado. A diferença é que em nossa abordagem de representação, este grau de informalidade está sendo reduzido a questões realmente externas ao método de design e sendo muito mais relativas ao domínio de conhecimento e à experiência de design dos projetistas. Todo o conhecimento definido formalmente pelos métodos de design está sendo aproveitado, através do uso dos modelos

formais dos artefatos na representação de *design rationale*. Nesta abordagem, o conteúdo informal é reduzido às questões mais subjetivas e criativas relacionadas ao design, que devem ser fornecidas pelos projetistas, como por exemplo, a definição dos itens de informação do domínio que está sendo modelado, os argumentos apresentados e as justificativas para as decisões tomadas. À medida que o projetista desenvolva uma compreensão ou teoria que explique melhor seus argumentos e decisões subjetivas, estas informações podem deixar de ser informais, podendo ser incorporadas ao modelo formal do artefato sendo projetado. Nossa abordagem de representação já acomoda esta possibilidade de aumentar o grau de formalização do *design rationale* que está sendo registrado.

Mais detalhadamente, as principais contribuições deste trabalho são:

- Definição de uma ontologia para *design rationale* descrita em uma linguagem de especificação formal. Esta descrição formal permite definir um conjunto de regras e operações computáveis que apóiam a validação sintática de *design rationale* e o seu uso no design de novos artefatos de software.
- Representação expressiva e menos ambígua do *design rationale*. O uso dos modelos formais dos artefatos nos permite atribuir semântica a uma grande parte do conteúdo de *design rationale*, que já está formalizado nestes modelos.
- Definição de regras que permitem a realização de inferências e verificações de consistência sobre o *design rationale* registrado. Baseado nestas regras, o ambiente de design integrado pode sugerir decisões e validar a consistência do *design rationale* sendo representado.
- Definição de operações computáveis para apoiar o uso de *design rationale* no design de novos artefatos. Estas operações permitem combinar soluções de design através da integração de duas ou mais representações de *design rationale* de artefatos de software. Esta integração caracteriza uma nova forma de reusar *design*.
- Representação explícita das decisões de design e suas justificativas. Isto permite representar as diferentes decisões que podem ser tomadas sobre uma mesma idéia de solução, que responde a mais de uma questão de design, e consolidar os argumentos apresentados durante o design.

- Integração da estrutura de argumentação com as decisões tomadas pelos projetistas e com as descrições dos artefatos produzidos. Esta integração nos permite obter, a partir de um artefato, as decisões de design que deram origem a ele e conhecer todo o raciocínio desenvolvido pelo projetista para chegar ao seu design final.
- Definição de uma arquitetura conceitual para um ambiente de design integrado para apoiar a captura, representação e uso de *design rationale*. Esta arquitetura permite estender as ferramentas de design de software já existentes para apoiar *design rationale*.

7.3. Trabalhos Relacionados

Podemos comparar nosso trabalho a outros trabalhos existentes na literatura considerando dois aspectos: a abordagem de representação usada e o ambiente computacional proposto para apoiar o reuso de *design rationale* em design de software.

7.3.1. Abordagem de representação usada

A ontologia Kuaba fornece um modelo de representação baseado em argumentação para *design rationale*. Diferente dos outros modelos baseados em argumentação, como IBIS, PHI, DRL e QOC, Kuaba permite representar explicitamente as decisões tomadas pelos projetistas, incluindo em seu vocabulário um elemento específico para descrever decisões. Além disso, Kuaba integra estas decisões com a argumentação usada pelos projetistas durante o design e com as descrições dos artefatos que resultam dessas decisões, tornando a representação de *design rationale* mais completa. Neste sentido, Kuaba também difere das abordagens baseadas em QOC, embora compartilhe algumas das idéias presentes na notação DQN, como a representação mais formal de *design rationale* e o uso de operações para combinar *rationales*.

Comparada à abordagem de representação utilizada pelo sistema ADD, Kuaba também pode ser considerada uma abordagem de representação baseada em modelo, uma vez que utiliza o modelo formal dos artefatos para registrar *design rationale*. No entanto, ADD é usado para capturar *design rationale* em designs paramétricos e rotineiros, no qual o projetista define os valores que especificam o

artefato sendo projetado. Este domínio de design é diferente do domínio de design de software apoiado nesta tese, cujo foco está nos aspectos estruturais dos artefatos que, geralmente, são modelos abstratos comunicando diferentes características de um software em diferentes níveis de abstração. Com relação à abordagem para captura de *design rationale*, o ambiente de design integrado proposto neste trabalho é similar à proposta apresentada em ADD-GHS. Ambos apóiam a captura de *design rationale* através da combinação de um modelo formal de design com argumentos informais fornecidos pelos projetistas.

Com relação às abordagens de representação de *design rationale* propostas especificamente para design de software, podemos dizer que Kuaba é similar ao modelo *Potts and Bruns*, que foi estendido por Lee (1991) na criação da linguagem DRL. Ambos integram a representação de *design rationale* com os métodos de design presentes na engenharia de software. No entanto, o modelo *Potts and Bruns* e a ontologia Kuaba diferem na forma como eles usam estes métodos de design. No modelo *Potts and Bruns*, as entidades do modelo de representação genérico são refinadas para acomodar o vocabulário de um método de design particular para derivar novos artefatos. Por exemplo, uma nova entidade específica para o método de design usado é incorporada ao modelo IBIS. No vocabulário da ontologia Kuaba o método de design é usado na criação de instâncias dos elementos de raciocínio (*Questão e Idéia*), o que permite automatizar a geração de parte dos valores que seriam informados pelos projetistas durante o design, sem modificar o modelo de representação usado.

7.3.2. Ambiente proposto para apoiar o reuso de *Design Rationale*

Embora a proposta do modelo estendido de DRIM seja obter uma ferramenta de design que facilite o reuso de software, ele difere do ambiente de design integrado proposto neste trabalho por não abordar a integração de *rationales* para apoiar o design de novos artefatos de software. Basicamente, o *framework* proposto para o modelo DRIMER apóia o reuso de software através do uso de uma biblioteca de componentes de software reusáveis, e do registro e recuperação das decisões tomadas durante o processo de design de software.

O sistema SEURAT possui uma arquitetura parecida com a arquitetura do ambiente de design integrado apresentada neste trabalho. No entanto, SEURAT

apóia o uso de *design rationale* apenas identificando inconsistências durante o processo de manutenção de software. Ele não considera a realização de operações computáveis sobre o *design rationale* registrado para apoiar o reuso de design. De forma semelhante à nossa proposta, este sistema também propõe a integração das ferramentas de design de software com as ferramentas para captura e representação de *design rationale*. Porém, o sistema SEURAT não contém um componente equivalente ao processador de *rationale* desenvolvido neste trabalho (capaz de realizar operações computáveis sobre o *rationale*), limitando-se ao registro de *design rationale* e a realização de inferências sobre o conteúdo registrado.

7.4. Trabalhos Futuros

A abordagem de representação para *design rationale* apresentada neste trabalho, usando a linguagem definida pela ontologia Kuaba e a semântica formal dos artefatos, tem mostrado um grande potencial para apoiar o reuso de *design* na produção de novos artefatos de software. No entanto, ainda existem algumas áreas que podem ser exploradas e, portanto, são consideradas trabalhos futuros relacionados a esta tese. Estas áreas incluem:

- Investigação da representação de *design rationale* considerando as diferentes atividades realizadas durante o processo de design de software;
- Pesquisa para a inclusão de informações relacionadas ao contexto de design no modelo de representação para *design rationale* fornecido por Kuaba;
- Investigação da representação de *design rationale* considerando o histórico de design;
- Melhoria na representação de argumentos;
- Investigação do uso da ontologia Kuaba para representar *design rationale* em outros domínios de design;
- Pesquisa sobre a representação de formas mais sofisticadas de evolução de um artefato, como por exemplo, um artefato produzido a partir da combinação dos designs de outros dois artefatos.
- Implementação das demais operações definidas para apoiar a representação e uso de *design rationale*, além da operação de união;

- Extensão do ambiente de design HyperDE (Nunes, 2005) para apoiar a captura de *design rationale* durante o design de aplicações hipermídia;
- Investigação do uso de critérios para permitir a avaliação (automática ou não) das idéias de solução e argumentos propostos durante o design.
- Extensão do vocabulário da ontologia Kuaba, incluindo um elemento específico para representar a instância do design cujo *rationale* está sendo representado e informações sobre relações temporais e de causalidade existentes entre os elementos de raciocínio.
- Investigação sobre como o conceito de padrões de projeto pode ser aproveitado na abordagem Kuaba para melhorar o uso de *design rationale* no reuso de design de software.
- Investigação do registro e da apresentação das especificações de equivalência feitas pelos projetistas durante a integração de *rationales*, de forma que elas possam ser consultadas posteriormente por outros projetistas durante o reuso dos designs resultantes dessa integração.

7.4.1. Investigação da representação e integração de *Rationales* considerando as diferentes atividades do processo de design

Normalmente, um método ou processo de design propõe diferentes atividades ou fases que organizam a produção de um software. Cada uma dessas atividades gera um ou mais artefatos que representam as diferentes características do software que está sendo modelado. Nesta tese, apresentamos uma abordagem para representar o *design rationale* de um artefato de software produzido durante a realização de uma atividade de design. No entanto, quase sempre existe uma relação entre os artefatos produzidos nas diferentes atividades de design. Geralmente, a produção de um artefato de software precisa usar informações registradas em um artefato produzido em uma atividade de design anterior. Por exemplo, no design de uma aplicação *Web* usando o método OOHDM os conjuntos de elementos modelados em um esquema de contexto de navegação, durante a atividade de “Projeto de Navegação”, são extraídos dos diagramas de interação do usuário produzidos durante a atividade de “Levantamento de Requisitos”. O mesmo ocorre para o exemplo de design de um esquema conceitual para catálogo de CDs, onde os itens de informação apresentados como idéias de elementos para o

esquema conceitual poderiam ser extraídos dos casos de uso descritos durante a fase de “Concepção” do Processo Unificado.

Considerando que os artefatos produzidos nas diferentes atividades ou fases de design são descritos por modelos formais diferentes, uma pesquisa interessante seria investigar como relacionar as representações de *design rationale* destes artefatos. Esta relação entre as diferentes representações pode possibilitar uma integração mais ampla de *design rationales* considerando todo o processo de design.

Em uma análise inicial, as representações de *design rationale* geradas nas diferentes atividades de design podem estar relacionadas através das relações “*responde*” e “*é respondida por*”, definidas na ontologia Kuaba, entre as questões e idéias de solução propostas nestas representações. Por exemplo, uma questão de design proposta durante o design atual de um artefato pode ser respondida por uma idéia de solução proposta para um outro artefato produzido em uma atividade de design anterior. Considerando as representações de *design rationale* de todas as atividades realizadas durante o design de uma aplicação *Web* usando o método OOHD, esta relação ocorreria entre os artefatos produzidos durante as atividades de “Projeto Conceitual” e “Projeto de Navegação”. Como vimos no capítulo 4, no método OOHD uma aplicação é vista como uma visão navegacional sobre o esquema conceitual. Assim, quando definimos uma classe navegacional para um contexto durante o design de um esquema de contextos, devemos especificar qual seria sua classe conceitual base. Esta classe base é definida no esquema conceitual produzido durante uma atividade de design anterior, a atividade de “Projeto Conceitual”. A Figura 45 ilustra esta possível relação entre as representações de *design rationale* dessas atividades.

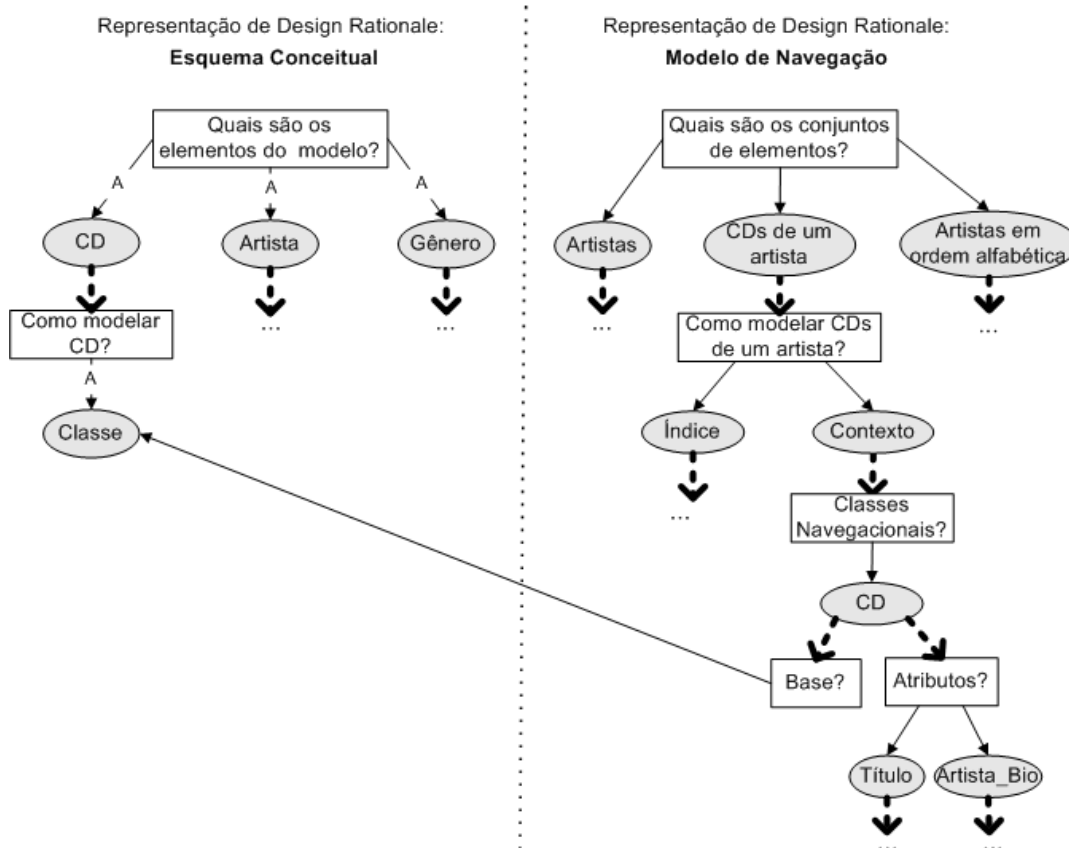


Figura 45 – Exemplo de uma possível relação entre representações de *design rationale* geradas em atividade de design diferentes

Como podemos observar, a questão “*Base?*” na representação de *design rationale* do modelo de navegação é respondida pela idéia “*Classe*” na sub-árvore da idéia “*CD*”, proposta durante o design do esquema conceitual para a aplicação *Web*. Esta relação indica que a classe navegacional “*CD*”, especificada para o contexto “*Cds de um artista*”, tem como base uma classe conceitual “*CD*”, que foi definida em outro artefato produzido durante o design de um esquema conceitual.

Uma outra forma de relacionar as representações de *design rationale* das diferentes atividades de design seria através de uma relação “*pressupõe*” entre idéias de solução, e possivelmente entre idéias e argumentos, propostas nestas representações. Por exemplo, uma idéia em uma atividade de design conceitual poderia pressupor uma idéia de solução registrada no *design rationale* de uma atividade de levantamento de requisitos, representando que um elemento do esquema conceitual pressupõe a existência de um requisito que o descreve.

7.4.2. Melhoria na representação de Argumentos

A abordagem de representação para *design rationale* apresentada neste trabalho propõe uma maneira de formalizar um pouco mais o conteúdo representado usando a semântica fornecida pelos modelos formais dos artefatos para instanciar a ontologia Kuaba. No entanto, a semântica dos argumentos registrados continua sendo informal nesta abordagem, ou seja, descrita em linguagem natural e, portanto, não computacionalmente tratável.

Acreditamos que alguns argumentos em design de software podem ser pré-definidos com base nas restrições especificadas no modelo formal dos artefatos. Assim, uma sugestão de trabalho futuro é a definição e classificação destes argumentos de forma que eles possam ser sugeridos ao projetista ou simplesmente associados a uma idéia de design na qual esta restrição pode ser aplicada. Uma outra sugestão de trabalho futuro é a definição de critérios que permitam avaliar e/ou expressar a importância dos argumentos apresentados. Estes critérios poderiam ser usados pelo ambiente de design integrado para sugerir decisões ao projetista sobre a aceitação ou não de uma idéia como uma solução para uma questão de design, ou ainda indicar possíveis discrepâncias com relação às decisões tomadas. Os critérios definidos poderiam ser usados também para sintetizar justificativas baseadas nos argumentos apresentados durante o design.

Uma outra sugestão de trabalho futuro relacionado à melhoria da representação dos argumentos seria a avaliação do uso da ontologia de argumentos, definida na representação RATSpeak do sistema SEURAT, no ambiente de design integrado proposto neste trabalho. Esta ontologia define uma hierarquia de tipos de argumentos comuns que servem como tipos de restrições que podem ser usadas em um software. Um dos tipos descritos nesta ontologia especifica se uma alternativa apóia ou rejeita um requisito não-funcional. Este tipo de argumento pode ser particularmente interessante no registro de *design rationale* durante uma atividade de levantamento de requisitos.

7.4.3. Investigação do uso da ontologia Kuaba em outros domínios de design

A ontologia Kuaba é um modelo de representação de conhecimento para o domínio de *design rationale*. Embora propomos o uso dos modelos formais dos

artefatos para representar *design rationale* no domínio de design de software visando permitir o seu reuso, o vocabulário da ontologia Kuaba é independente de domínio e pode ser usado também para representar *design rationale* em outros domínios de design. Desta forma, um trabalho futuro interessante seria investigar o uso da ontologia Kuaba para representar *design rationale* em domínios onde não existam modelos formais para descrever os artefatos, e em domínios nos quais estes modelos ainda não estão bem definidos. Isto nos permitiria avaliar o uso da ontologia Kuaba como um modelo genérico de representação de *design rationale*, aplicável a qualquer domínio de design.

7.4.4. Extensão do ambiente de design HyperDE

Um dos principais trabalhos futuros relacionados ao trabalho apresentado nesta tese é o desenvolvimento das camadas de edição e consulta de *rationale*, propostas na arquitetura conceitual apresentada no capítulo 6, para o ambiente HyperDE. Esta extensão permitirá o uso deste ambiente para apoiar a captura e recuperação de *design rationale* durante o design de aplicações hipermídia. Neste trabalho futuro sugerimos também a integração do ambiente HyperDE com o processador de *rationale* desenvolvido nesta tese, para validar o reuso de *design rationale* com apoio semi-automatizado.

O HyperDE é um ambiente de desenvolvimento e prototipação para apoiar o design de aplicações hipermídia usando os métodos OOHDM ou SHDM (Lima & Schwabe, 2003). Este ambiente fornece, através de sua interface gráfica e ferramentas auxiliares, uma forma interativa e dinâmica de construir e prototipar uma aplicação hipermídia, com a possibilidade de visualizar imediatamente o resultado de cada passo do processo de desenvolvimento. A arquitetura de desenvolvimento promovida pelo ambiente é orientada a modelos, onde a definição dos modelos navegacionais efetivamente gera a implementação da aplicação.

O ambiente HyperDE usa os elementos do metamodelo do OOHDM para criar dinamicamente as classes de objetos que representam o modelo navegacional da aplicação. A integração deste ambiente com o processador de *rationale* permitirá que as opções de design usadas na criação deste modelo navegacional sejam usadas automaticamente para instanciar a ontologia Kuaba, facilitando a

representação de *design rationale* e tornando este processo de representação transparente para os usuários deste ambiente.