

## 6

### Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho, propusemos um metamodelo de multi-perspectiva – o metamodelo Centrado nas Atividades – que combina as perspectivas Centrada nos Lugares e Centrada nas Pessoas no grau desejado pelo projetista. O metamodelo emprega não uma abordagem dirigida por tecnologia, mas uma abordagem centrada no humano – ou melhor, como ele também enfatiza questões no nível de grupos e de organizações, uma abordagem centrada no social (Neale et al., 2004) ou uma combinação de ambas (Gutwin & Greenberg, 1998). O metamodelo permite experimentar e derivar modelos em duas dimensões ortogonais: com relação ao número de níveis de grupos e quebrando um nível de grupo em particular. Associando pré e pós-processamentos a cada um desses níveis, podemos acomodar políticas e regras de privacidade de organizações, permitindo inclusive trabalhos inter-organizacionais.

No nosso metamodelo, identificamos elementos associados com cada um dos três componentes do modelo de colaboração 3C: o componente de comunicação é representado pelas arestas; o componente de coordenação é representado pelos elementos de especialização de arestas, pelas regras de papéis e pela tabela de atributos de mensagens; e, finalmente, o componente de cooperação é formado pelos diferentes níveis de abstração, que representam toda a atividade que está sendo realizada, incluindo todas as aplicações executadas nos nós folhas e os artefatos produzidos ou manipulados. Os nós folhas podem ser, indistintamente, pessoas ou agentes de software.

O metamodelo permite flexibilidade em várias dimensões. Separar as características de abstração de alto nível das características de implementação de baixo nível permite ao projetista e ao desenvolvedor da aplicação se concentrarem no seu domínio particular de conhecimento. O uso de arestas permite trabalho síncrono e assíncrono. Separar o programa computacional e o programa de coordenação (as regras de papéis) permite aos programadores se concentrarem nas questões de coordenação com abstração de alto nível. As regras de papéis, escritas

em uma linguagem baseada em lógica, especificam políticas de coordenação e regras de participantes, acomodando tanto trabalhos fortemente quanto fracamente acoplados. Com os participantes divididos em um número de papéis fixo, o número de participantes que assumem estes papéis pode ser fluido e grande.

O metamodelo também provê um conjunto de outras características de flexibilidade, mais diretamente relacionado a características particulares de seus elementos. Ele é customizável no sentido de que permite associar processamentos de pré e pós-comunicação a cada mensagem enviada. Permite ainda mudanças paramétricas em tempo de execução, tais como a alteração dos nomes dos módulos de processamento pré e pós-comunicação na tabela de atributos de mensagens, ou até mesmo a possibilidade de mudança dos códigos dos módulos de processamento pré e pós-comunicação antes que eles tenham sido carregados durante uma sessão colaborativa. Os papéis são codificados em módulos separados do programa computacional, em consonância com o princípio de componentes de software colaborativos re-usáveis. Finalmente, ele também provê alguma extensibilidade, permitindo adicionar novas linhas na tabela de atributos de mensagens que associem uma mensagem específica a novos receptores, assim como carregar novos módulos de pós-processamento em tempo de execução.

O metamodelo parece ter elementos suficientemente genéricos para acomodar uma gama de aplicações, como também para ser especializável para um determinado domínio. Também concluímos que o metamodelo oferece condições para desenvolver um espaço de trabalho colaborativo: ele permite o compartilhamento de material em um grupo específico e provê comportamentos adequados e informações de percepção (*awareness*) para auxiliar a cooperação.

O metamodelo permite armazenar todos os elementos da sessão colaborativa, tais como as aplicações que estão sendo executadas nos nós folhas, os artefatos sendo produzidos ou manipulados, e o nome do executor da aplicação, assim como sua data e hora. Isto pode ser utilizado tanto no nível conceitual, como uma base de conhecimentos para auditoria ou reconfiguração do modelo em sessões futuras, como também no nível do mundo real, auxiliando especialistas quando da elaboração de um relatório de investigação sobre o acidente, ou ainda com objetivos de treinamento.

Outra característica importante deste trabalho é que ele foi motivado e conduzido em configurações do mundo real, isto é, em um cenário de desastre em

estruturas *offshore* de óleo e gás. Isto parece contribuir para o campo de CSCW, visto que um exame de estudos de avaliação de CSCW concluiu que menos da metade deles foram conduzidos em configurações do mundo real (Pinelle, 2000). Realizamos uma pesquisa sobre os principais sistemas comerciais de gestão de emergência disponíveis, concluindo que eles ainda carecem de uma integração plena e adequada de simuladores com sistemas de visualização de alta performance. A decisão de se usar a HLA (*High Level Architecture*) como uma plataforma para o nosso protótipo favorece a inclusão de simulações mais complexas, até mesmo aquelas com requisitos de visualização de alta performance.

Acreditamos que, considerando a generalidade do metamodelo, podemos suportar outros domínios da aplicação, mas apenas aqueles relacionados à área de óleo e gás, em particular os de cenários de emergência, foram exaustivamente testados.

Depois de derivar, a partir do nosso metamodelo, um modelo adequado para o cenário de desastre, implementamos nosso primeiro protótipo, como uma prova de conceito do nosso metamodelo, usando uma infra-estrutura em tempo de execução HLA, isto é, a XRTI. Ela contempla todos os requisitos de flexibilidade demandados, como também tem código fonte aberto e é distribuível gratuitamente. Ela provou ser particularmente adequada para acomodar um número de participantes variável (no nosso modelo associados a papéis), visto que a HLA permite a Federados livremente se associarem ou se desligarem de Federações, a qualquer hora durante a sessão colaborativa.

Também discutimos como o protótipo poderia ser implementado usando uma outra plataforma de implementação, o InfoGrid. Ainda para a aplicação de gestão de desastres, apresentamos um segundo modelo e seu protótipo, mostrando que podemos derivar diferentes modelos para a mesma aplicação. Finalmente, para validar a generalidade do metamodelo, também delineamos um modelo para uma outra aplicação, isto é, a visualização CAD em ambientes virtuais.

Em termos de contribuição para a Petrobras, este trabalho proporcionou:

- Um melhor entendimento dos requisitos de ICT da indústria de óleo e gás para apoiar a gestão de desastres envolvendo equipes de especialistas distribuídos.

- A criação de um ambiente de tomada de decisões, que integra simuladores, centros de visualização e vários especialistas para situações de emergência.
- Resultados da avaliação dos protótipos em configurações industriais reais usando especialistas envolvidos em situações de gestão de desastres reais.

### **6.1. Trabalhos Futuros**

Existe uma série interessante de trabalhos futuros relacionados a este que poderiam ser desenvolvidos em várias dimensões.

Primeiramente, consideremos nosso metamodelo. Embora provendo o grau de flexibilidade mencionado acima, ainda existe muito trabalho a ser feito de modo a tornar nosso metamodelo uma arquitetura colaborativa plenamente flexível e evolutiva:

- Em primeiro lugar, seria interessante incluir um mecanismo de associação tardia como o registrador de Chung & Dewan (2004), capaz de reproduzir mensagens de saída gravadas, ou um método de cópia de imagem, já que é comum que pessoas se associem e se desliguem de sessões colaborativas.
- Em segundo lugar, particularmente na situação de cenário de emergência sendo considerada, seria muito importante incluir um sistema de Recomendação de Expertise, como o proposto por McDonald & Ackerman (2000), visto que, em uma situação de crise, é fundamental localizar a expertise necessária para resolver o problema no menor tempo possível.
- Em terceiro lugar, novamente relacionado diretamente ao caso particular do cenário de emergência, parece que seria interessante incluir algum tipo de redundância em uma ou mais das dimensões consideradas por Tjora (2004): redundância de funções, redundância de comunicação, redundância de competência ou redundância tecnológica.

- Em quarto lugar, deveria ser investigado o quanto o número de linhas da tabela de atributos de mensagens pode aumentar, considerando vários aspectos, tais como a quantidade de nós e arestas, a quantidade de mensagens diferentes, a quantidade de variações da mesma mensagem e a quantidade de nós grupos (que re-roteiam as mensagens).
- Finalmente, deveria ser investigado como promover nosso metamodelo de uma categoria customizável para uma categoria adaptável (Dourish, 1998), subindo da capacidade de ajustar controles paramétricos para a capacidade de reconfigurar seu comportamento de acordo com padrões de uso imediatos. Podemos pensar em implementar isto em duas fases. Em uma primeira fase, faríamos a monitoração das atividades atuais e das interações entre os usuários para derivar um diagnóstico, que serviria como a base para possivelmente ajustar o modelo para o padrão encontrado e então usar o modelo ajustado nas sessões colaborativas subsequentes. Em uma segunda fase, usaríamos algum tipo de mecanismo de aprendizagem para fazer esses ajustes em tempo de execução.

A segunda dimensão a ser considerada é a de ferramentas para auxiliar a configuração e a implementação dos modelos:

- Já que identificamos a importância de sermos capazes de rapidamente reconfigurar o modelo, especialmente em situações de emergência, seria muito interessante ter algum tipo de editor de diagramas para configurar e reconfigurar modelos, assim como para automaticamente atualizar o banco de dados contendo os modelos de rede.
- Também parece ser muito útil ter mapeadores automáticos de nossas regras de papéis para as linguagens de programação que estiverem sendo utilizadas na implementação.

Uma terceira dimensão a ser considerada é a questão da validação do metamodelo. Validação é sempre um problema muito complicado quando se desenvolve um grande sistema. Sugerimos validar o metamodelo de acordo com diferentes aspectos:

- Primeiramente, para um cenário em particular e usando uma representação semi-formal, constituída pelo modelo de rede do nosso metamodelo, os usuários deveriam validar o modelo em particular que está sendo utilizado, verificando, por exemplo, se todos os grupos importantes estão representados, se os grupos estão dispostos nas suas posições corretas, se não existem arestas faltando e se a representação de arestas locais e remotas está correta.
- Em segundo lugar, os usuários deveriam analisar todas as regras de papéis para ver se realmente elas refletem o que está ocorrendo no mundo real e se não há nenhuma regra faltando.
- Em terceiro lugar, os usuários deveriam verificar se todos os módulos de pré e pós-processamento importantes estão representados na tabela de atributos de mensagens. Também, os usuários deveriam verificar se as mensagens que estão sendo enviadas para nós grupos são as apropriadas.
- Em uma segunda dimensão de validação, poderíamos implementar um protótipo para uma aplicação em particular usando diferentes plataformas de implementação para validar o metamodelo, como fizemos com a aplicação do cenário de emergência usando a HLA e o InfoGrid.
- Em uma terceira dimensão de validação, poderíamos experimentar diferentes modelos da mesma aplicação, para verificar quanto o metamodelo é flexível, de modo semelhante ao que foi apresentado nas Subseções 5.1.1 and 5.1.2.
- Finalmente, em uma quarta dimensão de validação, para validar a generalidade do metamodelo, deveríamos derivar modelos para diferentes tipos de aplicação. A aplicação de visualização CAD (Seção 5.2) é um exemplo deste tipo de validação.

Uma quarta dimensão a ser considerada em termos de trabalhos futuros é a relacionada com o protótipo HLA. Embora já tendo incluído algumas facilidades no nosso primeiro protótipo, como uma ferramenta de captura de vídeo e um tradutor de línguas automático, existem ainda várias novas facilidades que poderiam ser acrescentadas para melhorar o protótipo. Uma delas poderia ser uma facilidade de teleconferência, permitindo comunicação entre os participantes em tempo real.

Uma quinta dimensão consistiria em desenvolver completamente o protótipo InfoGrid, de modo a podermos fazer a comparação dele com o protótipo HLA, identificando quais são as vantagens de cada um deles.

A sexta dimensão está relacionada com o desenvolvimento de novas aplicações para usar e validar nosso metamodelo sob diferentes condições. Uma aplicação que deveria ser mais desenvolvida é a de visualização CAD em ambientes virtuais, descrita no Capítulo 5. Particularmente em uma sala multifuncional ou em um ambiente de realidade virtual, a interação CAD seria crítica. Outra aplicação a ser investigada no futuro próximo é novamente uma relacionada com a área de óleo e gás, isto é, a aplicação de Dimensionamento de Reservatório.

Finalmente, a sétima dimensão de trabalhos futuros é a relacionada com a melhoria do espaço de trabalho colaborativo para a aplicação de gestão de desastres. Isto poderia ser feito em duas direções principais:

- De modo a simular as ações do operador, o sistema deveria trabalhar com duas cenas diferentes, cada uma delas com a possibilidade de escolha entre os pontos-de-vista de primeira e terceira pessoa:
  - A primeira cena seria a cena normal dos simuladores interativos (SSTAB e DYNASIM), com os usuários visualizando os movimentos da unidade no mundo virtual baseados nas condições de estabilidade.
  - A segunda cena virtual seria a da sala de controle da unidade, de modo que os especialistas pudessem simular as reações da unidade baseadas na ativação de botões.
- Além dessas duas cenas virtuais, o sistema deveria ter ao menos uma e possivelmente duas projeções do mundo real:

- A mais importante seria a da imagem da sala de controle da unidade, capturada por uma câmera de vídeo. Com esta, os usuários poderiam observar e auxiliar as ações do operador nessas condições extremas.
- Uma segunda projeção possível seria a da imagem externa da unidade, novamente capturada por uma câmera de vídeo, possivelmente localizada em um navio ou helicóptero, de modo que os usuários pudessem observar a situação real da unidade.