



PUC

ISSN 0103-9741

Monografias em Ciência da Computação
nº 17/02

O Modelo de Colaboração 3C e a Engenharia de Groupware

Hugo Fuks
Alberto Barbosa Raposo
Marco Aurélio Gerosa
Carlos José Pereira de Lucena

Departamento de Informática

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

RUA MARQUÊS DE SÃO VICENTE, 225 - CEP 22453-900

RIO DE JANEIRO - BRASIL

PUC RIO - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

ISSN 0103-9741

Monografias em Ciência da Computação, Nº 17/02

Editor: Carlos J. P. Lucena

Julho, 2002

O Modelo de Colaboração 3C e a Engenharia de Groupware *

Hugo Fuks

Alberto Barbosa Raposo

Marco Aurélio Gerosa

Carlos José Pereira de Lucena

* Trabalho patrocinado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia da
Presidência da República Federativa do Brasil.

O Modelo de Colaboração 3C e a Engenharia de Groupware

Hugo Fuks Alberto Barbosa Raposo
Marco Aurélio Gerosa Carlos José Pereira de Lucena

Laboratório de Engenharia de Software – LES
Departamento de Informática
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio
Rua Marquês de São Vicente, 225, 22453-900. Rio de Janeiro, Brasil.
<http://www.les.inf.puc-rio.br/groupware>

[gerosa,hugo,lucena]@inf.puc-rio.br; abraposo@tecgraf.puc-rio.br

PUC-RioInf.MCC17/02. Julho de 2002.

RESUMO

Este artigo introduz uma abordagem de engenharia baseada no modelo 3C (Comunicação, Coordenação e Cooperação) para o projeto e implementação de sistemas colaborativos. Inicialmente, o modelo 3C é estudado a partir de seus três elementos. Depois, um estudo de caso apresenta a aplicação do modelo teórico no desenvolvimento de um ambiente learningware e na metodologia de um curso baseado na Web. O principal objetivo do artigo é apresentar aspectos humanos do modelo 3C como um meio de modelar atividades colaborativas e de servir como uma tentativa de formular a Engenharia de Groupware.

Palavras-chaves: colaboração, comunicação, coordenação, cooperação.

ABSTRACT

This paper introduces an engineering approach based on the 3C model (Communication, Coordination and Cooperation) to the design and implementation of collaborative systems. Initially, the 3C model is studied by means of a detailed analysis of each one of its three elements. Then, a case study presents the application of the theoretical model to the development of a learningware environment and to the methodology of a web-based course. The main goal of the paper is to show the human aspects of the 3C model as a means to model collaborative activities and as an attempt for the formulation of Groupware Engineering.

Keywords: collaboration, communication, coordination, cooperation.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia gera ambientes que dão suporte às diferentes formas de relacionamento humano e, por conseguinte, revoluciona o modo de se trabalhar na sociedade conectada. A criação de espaços de compartilhamento e troca de informação apoiado por groupware propicia o trabalho colaborativo distribuído e descentralizado.

A Engenharia de Software, que muito avançou no desenvolvimento de aplicações mono-usuário e recentemente começou a considerar o fator humano [DeMarco et al, 1999], falha ao lidar com aspectos de grupo tão necessários em aplicações colaborativas [Grudin, 1994]. O objetivo desta pesquisa é formular uma Engenharia de Groupware, baseada em Engenharia de Software, aprimorada com conceitos originados da área de CSCW e IHC.

Para contextualizar o ciclo de desenvolvimento de groupware, as fases de desenvolvimento de software [Pressman, 1992] são apresentadas na Figura 1, juntamente com os tópicos que estão sendo estudados nesta pesquisa. Somente a fase de análise do domínio, que neste caso trabalha com o lado humano do groupware, é elaborada neste documento seguindo um modelo de colaboração baseado nos conceitos de comunicação, coordenação e cooperação.

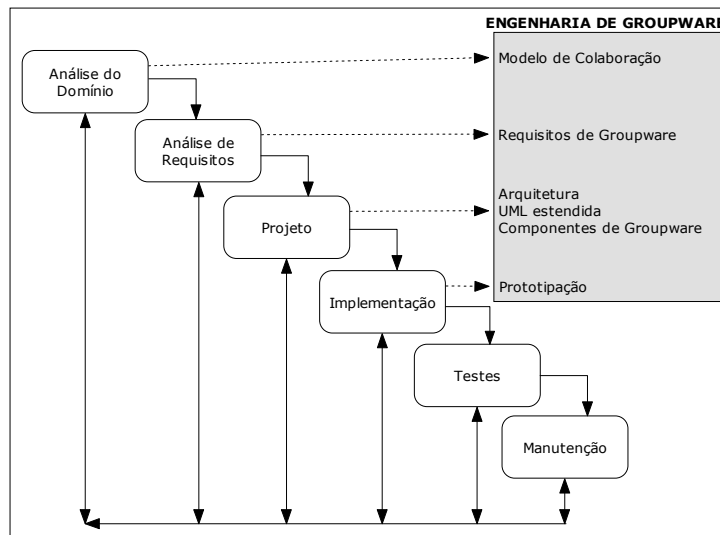


Fig. 1. Ciclo de desenvolvimento de software indicando as fases e aspectos abordados nesta pesquisa.

Requisitos de Groupware são levantados na fase de análise de requisitos, onde a atenção está centrada no software. Para instrumentar a fase de projeto, onde o software é concebido numa maneira que satisfaça os requisitos, *toolkits* [Roseman & Greenberg, 1996] e os conceitos de componentes de groupware, arquitetura de componentes e extensões à linguagem UML são necessárias [Stiemerling and Cremers, 2000], [Tietze, 2001], [Marsic and Dorohonceanu, 2003]. Na fase de implementação, a escolha por prototipação rápida [Schrage, 1996] é útil em aplicações colaborativas, visto que são especialmente susceptíveis a falhas [Grudin, 1989] e demanda avaliação colaborativa durante o desenvolvimento.

Neste artigo é discutido o modelo de colaboração 3C (Seção 2) que foi aplicado no desenvolvimento de um learningware denominado AulaNet. O estudo de caso apresentado usando o AulaNet (Seção 3) foi o curso semestral Tecnologias de Informação Aplicada à Educação, atualmente na sua oitava edição, cuja metodologia também foi baseada no modelo 3C.

2. COLABORAÇÃO

Com o advento da sociedade conectada a maneira de trabalhar mudou. Acostumado ao paradigma de comando e controle que é ensinado, ou melhor, condicionado na sala de aula e largamente difundido no mundo fabril, este trabalhador não se sente habilitado às novas demandas da sociedade da informação. Ele foi preparado para reagir a ordens claras, procedimentos bem definidos e atividades estanques de preferência individuais. Seu entendimento de comunicação é vertical (memorandos que descem e relatórios que sobem) e assim como na sala de aula, a comunicação horizontal, i.e., com o seu colega, além de não ser bem vista, não recebe nenhum suporte tecnológico.

Trabalhadores do conhecimento, por outro lado, conseguem trabalhar em grupo e aprender continuamente novos processos e técnicas para estarem capacitados à realização das suas tarefas. Eles constantemente interagem com os seus colegas de trabalho na busca de informações relevantes à realização das tarefas impostas pela sociedade conectada. Devido à complexidade e interdisciplinaridade destas tarefas, grupos se formam para resolverem os problemas que surgem no dia-a-dia. A organização que era imposta de cima para baixo no paradigma de comando e controle perde eficácia e é substituída por outra menos hierarquizada e mais participativa, onde predominam a comunicação, a coordenação e a cooperação.

Colaborando, pelo menos potencialmente, pode-se produzir melhores resultados do que individualmente. Em um grupo ocorre a complementação de capacidades, de conhecimentos e de esforços individuais. Colaborando, os membros do grupo têm retorno que permite identificar precocemente inconsistências e falhas em seu raciocínio e, juntos, podem buscar idéias, informações e referências para auxiliar na resolução dos problemas. O grupo também tem mais capacidade de gerar criativamente alternativas, levantando as vantagens e desvantagens de cada uma delas, para selecionar as viáveis e tomar decisões [Turoff and Hiltz, 1982].

Para possibilitar a colaboração, são necessárias informações sobre o que está acontecendo. Estas informações são fornecidas através de elementos de percepção que capturam e condensam as informações coletadas durante a interação entre os participantes. Perceber, neste contexto, é adquirir informação, por meio dos sentidos, do que está acontecendo e do que as outras pessoas estão fazendo [Brinck and McDaniel, 1997]. A percepção em si é relativa ao ser humano, enquanto os elementos de percepção estão relacionados ao ambiente.

Apesar de suas vantagens, colaborar demanda um esforço adicional de coordenação dos seus membros. Sem esta coordenação, boa parte dos esforços da comunicação não será aproveitada na cooperação, i.e., para que o grupo possa operar em conjunto de forma satisfatória, é necessário que os compromissos assumidos nas interações entre os participantes sejam realizados ao trabalharem em conjunto no espaço que compartilham. A coordenação também trata conflitos interpessoais que prejudicam a cooperação.

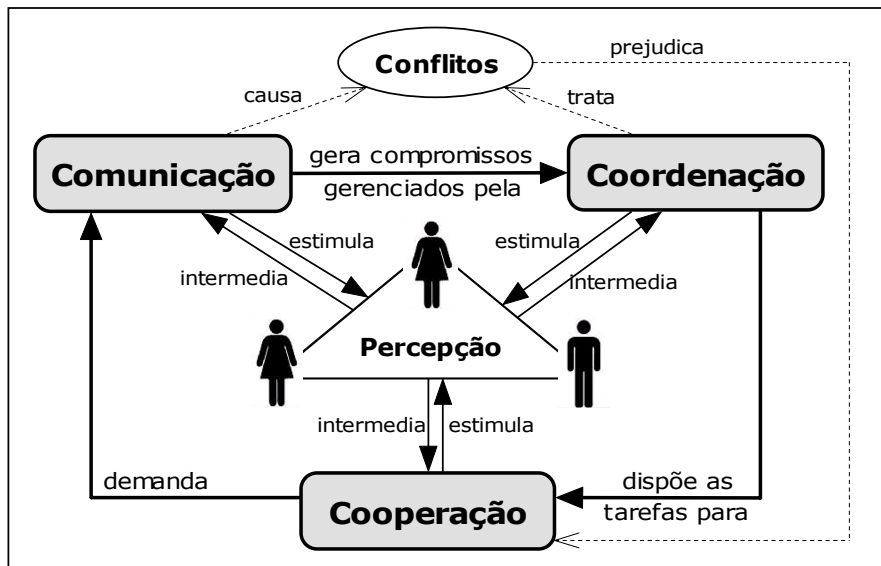


Figura 2. O modelo 3C

O diagrama da Figura 2 sumariza os principais conceitos abordados. Este diagrama é um refinamento do modelo 3C apresentado originalmente em [Ellis et al., 1991] e difundido na literatura, como por exemplo em [Borghoff and Schlichter, 2000]. A seguir são detalhados os principais elementos do diagrama e suas inter-relações. Vale lembrar que apesar da separação destes conceitos para efeito de análise, nem sempre é possível considerá-los monoliticamente, uma vez que são intimamente dependentes e inter-relacionados.

2.1. Comunicação

No paradigma de comando e controle, a comunicação é considerada bem sucedida quando o emissor é informado de que a mensagem foi recebida pelo receptor. Na colaboração o importante é assegurar o entendimento da mensagem, para garantir que a intenção do emissor resulte em compromissos assumidos pelo receptor ou por ambos. Porém, não há como inspecionar se o conteúdo recebido é equivalente ao enviado e se ele foi assimilado pelo receptor. Uma falha na comunicação seria então uma discordância entre as intenções do emissor e as ações do receptor que realizam os compromissos.

A comunicação (Figura 3) é realizada através de elementos disponíveis no ambiente para se expressar (elementos de expressão). O emissor codifica sua mensagem utilizando os elementos de expressão disponíveis. A mensagem é transmitida através do canal de percepção. O receptor tem acesso à mensagem através de elementos de percepção disponíveis no ambiente.

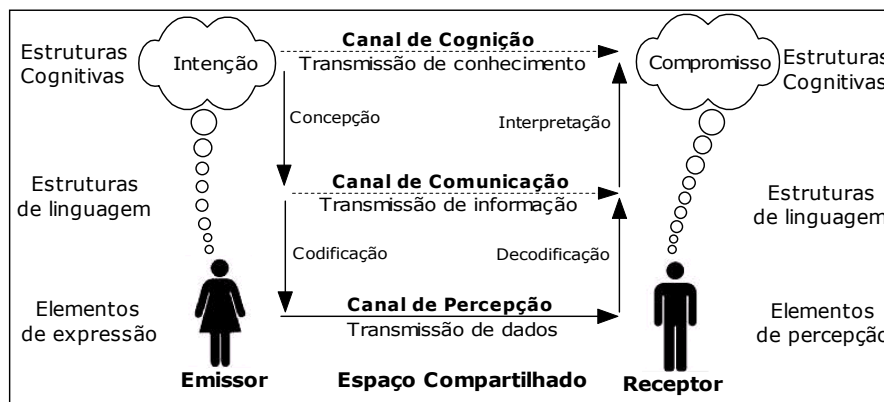


Figura 3. Modelando a Comunicação

Antes de se expressar nos elementos do ambiente, o emissor tem que elaborar sua mensagem nas estruturas de linguagem definidas pelos elementos de expressão e de percepção disponíveis no ambiente. Além dos elementos do ambiente, o contexto cultural, o domínio em questão e os conhecimentos individuais influenciam as estruturas de linguagem que são usadas pelo emissor e interpretadas pelo receptor. O canal de comunicação é que viabiliza a transmissão da informação entre os membros do grupo.

Num processo anterior à elaboração da mensagem numa estrutura de linguagem, o emissor concebe o conteúdo a ser transmitido, que é formado nas suas estruturas cognitivas a partir de suas intenções. Ao interpretar a mensagem o receptor assume compromissos.

Conversação gera compromissos [Winograd and Flores, 1987]. Para garantir o cumprimento destes compromissos e a realização do trabalho colaborativo através da soma dos trabalhos individuais, é necessária a coordenação das atividades. Esta coordenação organiza o grupo para evitar que esforços de comunicação e cooperação sejam perdidos e que as tarefas sejam realizadas na ordem correta, no tempo correto e cumprindo as restrições e objetivos [Raposo et al., 2001].

2.2. Coordenação

Colaboração foi definida por Karl Marx como múltiplos indivíduos trabalhando juntos de maneira planejada no mesmo processo de produção ou em processos de produção diferentes, mas conectados (citado em [Bannon and Schmidt, 1991]). No centro desta definição está a noção de planejamento, garantindo que o trabalho coletivo seja resultante do conjunto de tarefas individuais.

A noção de planejamento presente na definição de Marx é realizada em CSCW pelo chamado trabalho de articulação, que é o esforço adicional necessário para a colaboração ser obtida a partir da soma dos trabalhos individuais. Sem o trabalho de articulação, há o risco dos participantes se envolverem em tarefas conflitantes ou repetitivas. Em uma definição abrangente, coordenação é sinônimo do trabalho de articulação.

De acordo com essa definição, coordenação envolve a pré-articulação das tarefas, o gerenciamento do andamento das mesmas e a pós-articulação. A pré-articulação envolve as ações necessárias para preparar a colaboração, normalmente concluídas antes do trabalho colaborativo se iniciar: identificação dos objetivos, mapeamento destes objetivos em tarefas, seleção dos participantes, distribuição das tarefas entre eles, etc. A pós-articulação ocorre após o término das tarefas, e envolve a avaliação e análise das tarefas realizadas e a documentação do processo de colaboração (memória do processo).

O gerenciamento do andamento das tarefas é a etapa mais importante da coordenação, pois é a parte mais dinâmica da mesma, precisando ser renegociada de maneira quase contínua ao longo de todo o tempo. Olhando apenas para esse aspecto dinâmico e contínuo da coordenação, ela pode ser definida como o ato de gerenciar interdependências entre as tarefas realizadas para se atingir um objetivo [Malone and Crowston, 1990].

Para concretizar a coordenação é preciso ter uma definição clara de tarefas, atividades colaborativas e interdependências. No modelo adotado neste trabalho, uma atividade colaborativa é um conjunto de tarefas realizadas por vários membros do grupo para se atingir um objetivo comum (compromisso) [Raposo and Fuks, 2002]. Tarefas são os elementos que compõem as atividades colaborativas e estão ligadas por interdependências. Elas podem ser atômicas ou compostas de subtarefas. Um grupo de subtarefas pode ser considerado uma tarefa em um nível de abstração mais alto quando elas não apresentam interdependências com tarefas externas a este grupo. Isso garante a modelagem de atividades colaborativas em vários níveis de abstração.

A coordenação pode ocorrer em dois níveis, o de atividades (temporal) e o de objetos [Ellis and Wainer 1994]. No nível temporal, a coordenação define o seqüenciamento de tarefas que compõem uma atividade. No nível de objetos, a coordenação descreve como lidar com o acesso seqüencial ou simultâneo de múltiplos participantes a um mesmo conjunto de objetos de cooperação.

Com base na separação entre as tarefas e suas interdependências, é possível caracterizar diferentes tipos de interdependências e identificar os mecanismos de coordenação que os gerenciam, criando um conjunto de interdependências e respectivos mecanismos de coordenação que sejam capazes de atender uma grande gama de aplicações colaborativas [Malone and Crowston 1994]. Um exemplo de conjunto de mecanismos de coordenação que usa Redes de Petri para modelar as tarefas e o tratamento das interdependências é encontrado em [Raposo et al., 2000].

No modelo de coordenação apresentado na Figura 4, os compromissos gerados pela conversação definem as atividades colaborativas e os mecanismos de coordenação gerenciam as interdependências entre as tarefas realizadas pelos membros do grupo. Para se informar dos efeitos das suas tarefas (*feedback*) e das dos seus colegas (*feedthrough*), eles dispõem de elementos de percepção.

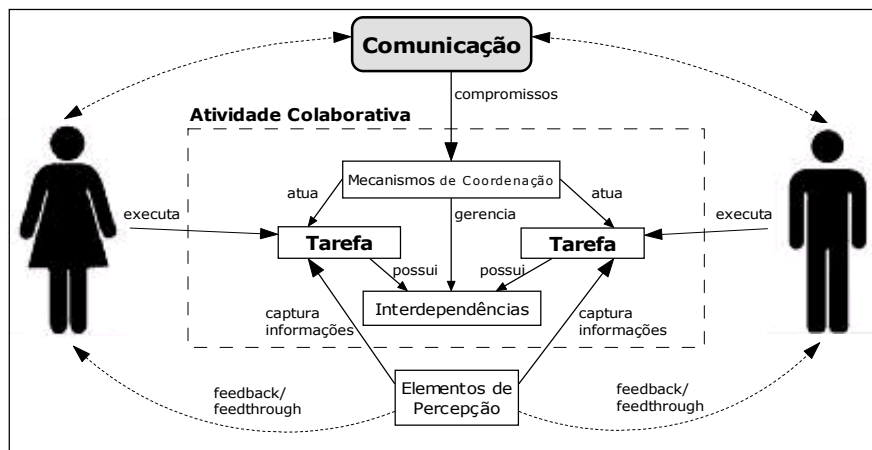


Figura 4. Modelando a coordenação

Algumas atividades envolvendo múltiplos indivíduos não exigem um planejamento formal. Atividades ligadas às relações sociais são bem controladas pelo chamado protocolo social, caracterizado pela ausência de coordenação explícita entre tarefas e pela confiança nas habilidades dos participantes de mediar as interações, como ocorre normalmente nos chats textuais. Por outro lado, atividades mais diretamente voltadas para o trabalho em grupo exigem sofisticados mecanismos de coordenação para garantir o sucesso da colaboração, como é o caso dos sistemas de workflow.

Na prática, entretanto, nem sempre é claro o que deve ficar a cargo do protocolo social e o que deve ter um mecanismo de coordenação associado. O ideal é que sistemas colaborativos não imponham padrões rígidos de trabalho ou de comunicação. Deve-se prover facilidades que permitam aos usuários interpretar e explorar estes padrões, decidir usá-los, modificá-los ou rejeitá-los [Schmidt, 1991]. O grande desafio ao se propor mecanismos de coordenação para o trabalho em grupo consiste em torná-los suficientemente flexíveis para se adequar ao dinamismo da interação entre os participantes e evitar conflitos.

Conflitos podem ocorrer devido a problemas de comunicação ou de percepção, ou por diferenças na interpretação da situação ou de interesse [Putnam and Poole, 1987], [Jokinen et al., 2000]. A coordenação deve tratar os conflitos que prejudiquem o grupo, como competição, desorientação, problemas de hierarquia, difusão de responsabilidade, etc. [Salomon and Globerson, 1989].

Para haver coordenação são essenciais as informações de percepção para transmitir mudanças de planos e ajudar a realizar os compromissos. Cada membro do grupo tem que conhecer o andamento do trabalho dos seus companheiros: o que foi feito, como foi feito, o que falta para o término, quais são os resultados preliminares, etc. [Dourish and Belloti, 1992], para evitar a duplicação desnecessária de esforços durante a cooperação.

2.3. Cooperação

Comunicação e coordenação, apesar de vitais, não são suficientes. É necessário espaço compartilhado para criar entendimento compartilhado [Schrage, 1995]. Cooperação é a operação conjunta dos membros do grupo no espaço compartilhado visando a realização das tarefas gerenciadas pela coordenação. Indivíduos cooperam produzindo, manipulando e organizando informações, construindo e refinando objetos de cooperação, como documentos, planilhas, gráficos, etc. Para atuar nestes objetos, os membros do grupo contam com elementos de expressão. Elementos de percepção fornecem informações sobre as alterações realizadas no espaço compartilhado (Figura 5).

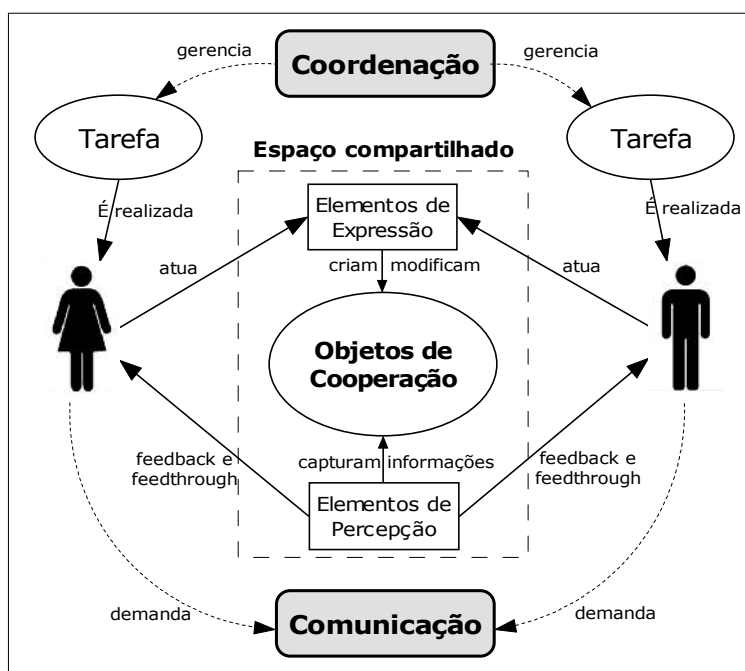


Figura 5. Modelando a cooperação

O registro das interações dos membros do grupo fica armazenado, catalogado, categorizado e estruturado nos objetos de cooperação. Esta é a forma de garantir a memória do grupo nos projetos colaborativos. Este tipo de conhecimento dito formal, difere do informal, que são idéias, fatos, questões, pontos de vista, conversas, discussões, decisões, etc. O conhecimento informal sobre a realização das tarefas é difícil de ser capturado, porém permite recuperar o histórico da colaboração e o contexto em que as decisões foram tomadas.

Os indivíduos buscam nos elementos de percepção as informações necessárias para criar um contexto compartilhado e antecipar ações e necessidades com relação às metas da colaboração. Isto possibilita identificar as intenções dos companheiros do grupo, de forma a tornar possível prestar assistência ao trabalho deles quando for possível e necessário. Estas interações geram novos acontecimentos e informações no espaço compartilhado, que por sua vez irão se refletir nos elementos

de percepção. Neles os indivíduos buscarão conhecimentos para se comunicar e coordenar interações posteriores.

Deve-se prever onde informações de percepção são relevantes, como elas podem ser obtidas ou geradas, onde elementos de percepção são necessários, como apresentá-los e como dar aos indivíduos o controle sobre eles. O excesso de informações pode causar sobrecarga e dificultar a colaboração. Para evitar a sobrecarga, é necessário balancear a necessidade de fornecer informações com a de preservar a atenção sobre o trabalho.

3. APRENDIZAGEM COLABORATIVA UTILIZANDO O AULANET

Learningware é a expressão utilizada para denominar o software dedicado à aprendizagem colaborativa na Web. O AulaNet é um ambiente gratuito para o ensino e a aprendizagem na Web. Ele vem sendo desenvolvido desde Junho de 1997 pelo Laboratório de Engenharia de Software da Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)¹. Mais de 3.700 unidades do AulaNet já foram distribuídas. Além de em português, o AulaNet está disponível para download² em inglês e espanhol.

Enquanto grande parte dos ambientes digitais de aprendizagem utilizam metáforas físicas da escola tradicional como corredores, quadros negros, secretarias, salas de aula, bibliotecas, etc., o AulaNet está baseado numa abordagem de *groupware* [Fuks, 2000], cujo apoio tecnológico está centrado nos relacionamentos e nas interações dos seus usuários.

No AulaNet, os docentes podem assumir basicamente três papéis: coordenador do curso, docente co-autor e mediador. O coordenador é responsável pela pré-articulação do curso, selecionando e configurando quais serviços serão disponibilizados, definindo a ementa, a metodologia e outras informações do curso. Os serviços selecionados ficarão disponíveis aos aprendizes, configurando o espaço compartilhado do curso.

O docente co-autor é responsável pela criação dos objetos de cooperação, neste caso a produção e a inserção dos conteúdos didáticos nos serviços selecionados pelo coordenador. No AulaNet não há ferramentas para autoria de conteúdos. O desenvolvimento dos conteúdos didáticos é feito utilizando as ferramentas habituais como o editor de textos, deixando por conta do ambiente a gerência e a navegação dos aprendizes.

De posse da pré-articulação feita pelo docente coordenador, o docente mediador fica responsável por garantir a execução da atividade colaborativa, e pela pós-articulação, que neste caso é a avaliação do curso. Esta avaliação será usada pelo coordenador para efetuar melhorias em futuras edições do curso.

O AulaNet é organizado em serviços de comunicação, de coordenação e de cooperação. Os serviços de comunicação fornecem as facilidades que permitem a troca e o envio de informações. Estes serviços incluem ferramentas de discussão textual assíncrona no estilo de fórum (Conferências), de bate-papo síncrono textual no estilo de *chat* (Debate), de troca de mensagens instantâneas com participantes simultaneamente conectados (Mensagens para Participantes), e de correio eletrônico individual com o mediador (Contato com os Docentes) e com toda a turma (Lista de Discussão). Tanto as mensagens das Conferências como as da Lista de Discussão são categorizadas por seus autores [Gerosa et al, 2001]. Estas categorias foram disponibilizadas pelo docente coordenador durante a pré-articulação do curso.

¹ <http://www.les.inf.puc-rio.br/aulanet>

² <http://www.eduweb.com.br>

Os serviços de coordenação possibilitam o gerenciamento das atividades do grupo, de forma que os membros do grupo cooperem na realização dos compromissos assumidos. No AulaNet os serviços de coordenação incluem uma ferramenta de notificação (Avisos), uma ferramenta de coordenação básica do fluxo do curso (Plano de Aulas), ferramentas de avaliação (Tarefas e Exames) e uma ferramenta de acompanhamento da participação do grupo (Relatórios de Participação).

Os serviços de cooperação disponibilizam os objetos de cooperação no espaço compartilhado. No AulaNet, estes serviços incluem uma lista de referências do curso (Bibliografia e Webliografia), uma lista de conteúdos transferíveis para consumo desconectado (Download) e facilidades de co-autoria, tanto de docentes (Co-autoria de Docente) quanto de aprendizes (Co-autoria de Aprendiz).

3.1. O Curso de Tecnologias de Informação Aplicadas à Educação

A utilização do ambiente AulaNet não pressupõe o uso de nenhuma metodologia específica. O ambiente pode ser usado para complementar a sala de aula tradicional mas foi originalmente projetado para dar suporte à aprendizagem colaborativa. O curso Tecnologias de Informação Aplicadas à Educação (TIAE) que exemplifica este uso, é oferecido desde 1998 como uma disciplina do Departamento de Informática da PUC-Rio e é ministrado totalmente via Internet pelo ambiente AulaNet. A ementa do curso TIAE cobre temas como conceitos de groupware, comunicação digital, instrução baseada na Web (IBW), learningware, multimídia interativa, projeto de cursos para a Web, ambientes de aprendizagem, educação no projeto Internet 2, implantação de IBW e comunidades de conhecimento [Fuks et al, 2002].

Como o objetivo do TIAE é capacitar educadores a trabalharem com as novas tecnologias de informação no ensino-aprendizagem, a inversão de papéis entre os docentes e aprendizes é incentivada e valorizada para que eles vivenciem a colaboração. Por isso, foram criados dois papéis especiais para os aprendizes: seminarista da Conferência e moderador do Debate. Os aprendizes se revezam nestes papéis ao longo dos temas do curso.

O seminarista é responsável por iniciar a conferência da semana enviando uma mensagem da categoria Seminário. Nesta mensagem o seminarista aborda um aspecto do tema da semana, deixando claro sua intenção. Além da mensagem Seminário, ele também coloca três mensagens da categoria Questão com questões para que os aprendizes argumentem ao longo da semana. Durante este período de argumentação, o seminarista fica responsável por animar e manter a dinâmica da conferência.

As conferências funcionam no estilo de fórum, ou seja, é possível colocar mensagens respondendo, comentando ou criticando outra mensagem, e estas ficam endentadas abaixo da mensagem referenciada. Esta estruturação permite organizar a discussão por tópicos, sem que as mensagens de um tópico se misturem com as dos outros, conforme podemos observar na Figura 6. Para evitar contribuições que não agreguem valor ao grupo, cada mensagem é avaliada e comentada individualmente. Os relatórios de participação tornam claro quem não está participando e quem está participando inadequadamente. Os problemas encontrados nas contribuições são comentados na própria mensagem, geralmente de forma visível a toda a turma, para que os aprendizes entendam onde podiam melhorar e onde acertaram.



Figura 6 – Trecho de um diálogo nas Conferências

O moderador é o responsável por tocar o debate e os outros aprendizes ficam incumbidos de participar nas discussões da conferência e do debate, aprofundando-se nos tópicos em questão. A dinâmica do curso valoriza as trocas textuais entre os aprendizes através das ferramentas de comunicação. Ferramentas de comunicação assíncrona são utilizadas quando se deseja valorizar a reflexão dos participantes, pois estes terão mais tempo antes de agir. Em uma ferramenta de comunicação síncrona, valoriza-se a interação, visto que o tempo de resposta entre a ação de um participante e a reação de seus colegas é curto.

A metodologia do curso foi planejada para, além de transmitir os conceitos do tema do curso, transformar o comportamento de alunos habituados a serem receptores passivos em aprendizes geradores de conhecimento ativos. Neste processo, busca-se levar o participante a aprender a buscar suas próprias fontes de informação, a lidar com a sobrecarga e a converter colaborativamente informação em conhecimento. Os aprendizes tornam-se os responsáveis pelo sucesso da aprendizagem, na medida em que têm que gerar conteúdo, dinamizar as discussões e contribuir com o aprendizado dos colegas. Eles são avaliados por suas contribuições que agreguem valor ao grupo e não por suas atividades individuais. Não é checado se eles assistiram, leram ou estudaram os conteúdos, disponíveis em vídeo, áudio, apresentações de slides e textos, que compõe o curso. É cobrada deles uma atitude construtiva, participação nas atividades do curso e qualidade nas contribuições.

Após terem sido vistos todos os temas do curso, o grupo é dividido em subgrupos de dois a três membros que recebem como atividade o desenvolvimento de conteúdos educacionais multimídia. Após a definição dos tópicos, os subgrupos têm como tarefa desenvolver uma primeira versão do conteúdo e colocá-la no ambiente do curso. Esta versão só estará visível para os membros dos subgrupos que também realizaram esta tarefa. A tarefa seguinte é a avaliação pelos próprios aprendizes dos conteúdos durante duas semanas. Esta avaliação é baseada em critérios definidos a priori pelo coordenador e é realizada em uma conferência própria para cada conteúdo. De posse desta avaliação, a próxima tarefa é a revisão dos conteúdos e a sua ressubmissão. Finalmente um conceito é atribuído ao grupo pelo mediador e a decisão de incorporar o conteúdo revisado ao curso fica a cargo do coordenador.

3.2. Aplicação do Modelo 3C para a aprendizagem

No AulaNet os serviços ficam acessíveis através de um menu representado graficamente como um controle remoto (Figura 7) cujo intento é de domesticar o computador e transforma-lo num eletrodoméstico a serviço da aprendizagem. O controle remoto também transfere para o aprendiz, ao menos até um certo ponto, o controle da sua aprendizagem. O comando tradicionalmente exercido pelo professor moldado na sala de aula é substituído pela coordenação do docente encarregado da mediação da turma com o conhecimento. O aprendiz passa a trabalhar de modo semelhante do que é esperado dele no mundo profissional.



Figura 7. Interface do aprendiz do curso TIAE no AulaNet destacando o controle remoto que indica novos itens

De acordo com a dinâmica do TIAE, a principal atividade semanal ocorre na conferência, que define o espaço compartilhado. Neste caso, os objetos de cooperação são as mensagens trocadas ao longo da semana. Através dos elementos de expressão disponíveis no ambiente, os participantes selecionam a categoria e preenchem o título e o corpo das mensagens (Figura 8).

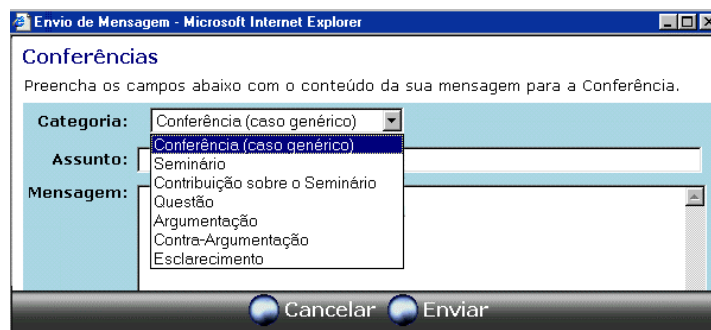


Figura 8. Postando uma mensagem na Conferência

Através de elementos de percepção, como a indicação de novos itens no controle remoto (Figura 7) e os cabeçalhos em negrito na página das Conferências (Figura 6), os aprendizes percebem as mudanças no ambiente. Neste caso, novas mensagens foram postadas e os aprendizes devem trabalhar nelas, assumindo com isto novos compromissos. A Figura 9 ilustra a instanciação dos modelos de comunicação e de cooperação para as atividades das Conferências no TIAE.

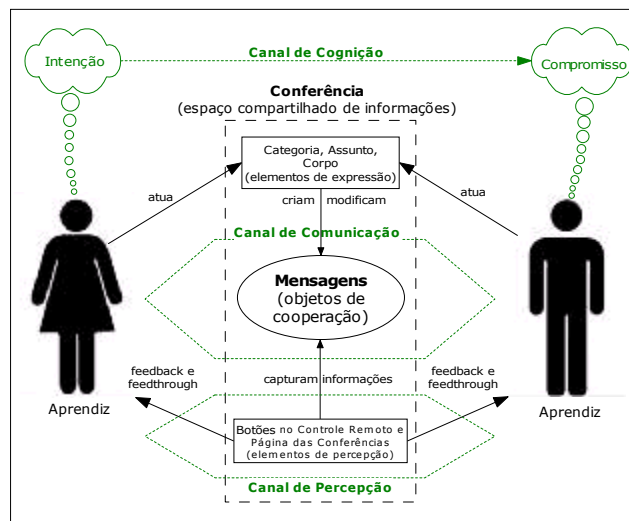


Figura 9. Instanciação dos modelos de comunicação e cooperação no TIAE

O seminarista compartilha o papel da coordenação do grupo com os mediadores do curso, buscando garantir que os aprendizes cumpram suas tarefas contribuindo para a conferência – gerando desta forma novos objetos de cooperação. Os mediadores garantem a utilização correta das categorias através de elementos de expressão que os possibilita alterar as categorias das mensagens, modificando os objetos de cooperação.

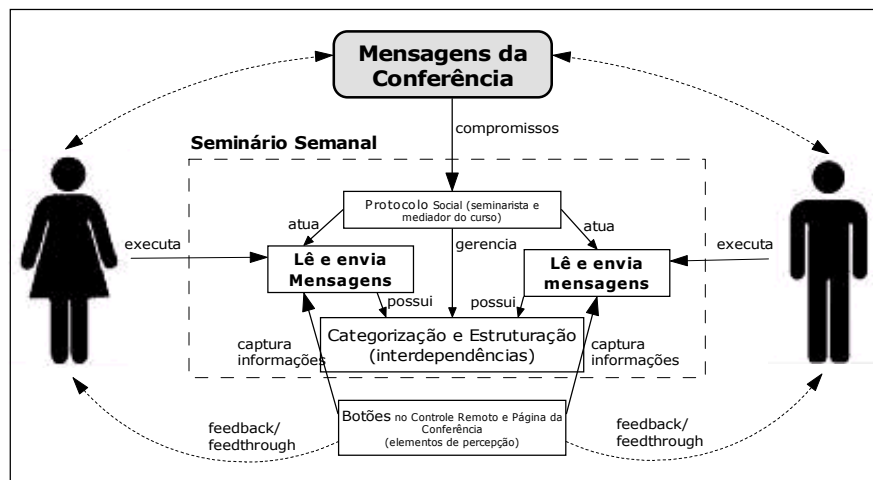


Figura 10. Instanciação dos modelos de coordenação no TIAE

Nesta seção, foi mostrada a instanciação do modelo 3C na principal atividade colaborativa do TIAE, as conferências semanais. Além de revelar detalhes das atividades colaborativas, o modelo ajuda a identificar oportunidades de melhorias para o software. Por exemplo, na Figura 10 o modelo de coordenação, que é baseado no protocolo social, revela a falta de uma forma automatizada de assegurar o sequenciamento apropriado das categorias, como não possibilitando uma contra-argumentação sem uma argumentação anterior, evitando a intervenção do mediador toda vez que este tipo de erro acontecer.

4. CONCLUSÃO

Uma crescente parte do trabalho das empresas e instituições não é mais realizada individualmente, com uma pessoa trabalhando sozinha até completar as tarefas. O trabalho é cada vez mais realizado colaborativamente. Esta tendência se deve parcialmente ao aumento de complexidade das tarefas, que

passam a requerer habilidades multidisciplinares, e aos novos paradigmas de trabalho, que envolvem diversos setores da empresa, ou até mesmo outras empresas, trabalhando conjuntamente nas diversas fases de elaboração de um produto ou desenvolvimento de um projeto.

O objetivo desta pesquisa é a formulação de uma Engenharia de Groupware, visando identificar os elementos necessários para o desenvolvimento de aplicações colaborativas, através da elicitação de requisitos e da adaptação de outras técnicas derivadas da Engenharia de Software combinada com modelos conceituais e aspectos humanos originados de CSCW e IHC. Neste artigo, a colaboração é apresentada baseada no modelo 3C, enfatizando os aspectos humanos da Engenharia de Groupware.

O estudo de caso apresenta um learningware projetado de acordo com o modelo 3C. A aplicação deste modelo é ilustrada pelo curso TIAE cujo objetivo é capacitar os aprendizes para se tornarem trabalhadores aptos a atuarem na sociedade do conhecimento. No TIAE os aprendizes são incentivados a trabalhar em grupo, a buscar por informações atualizadas, a argumentar, a assumir e realizar compromissos, enfim, a comunicar, a coordenar, e a cooperar.

AGRADECIMENTOS

O projeto AulaNet é parcialmente financiado pela Fundação Padre Leonel Franca, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia através de seu Programa de Núcleos de Excelência (PRONEX) bolsa nº 76.97.1029.00 (3366) e também através de bolsas individuais do Conselho Nacional de Pesquisa: Carlos Lucena nº 300031/92-0, Hugo Fuks nº 524557/96-9, Marco Aurélio Gerosa nº 140103/02-3.

Agradecimentos ao Prof. Marcelo Gattass, Coordenador do Tecgraf/PUC-Rio, um laboratório mantido principalmente pela Petrobras, e aos professores Léo P. Magalhães e Ivan Ricarte da UNICAMP.

REFERÊNCIAS

- BANNON, L.J., AND SCHMIDT, K. 1991. CSCW: Four Characters in Search of a Context. In *Computer Supported Cooperative Work*, J.M. BOWERS AND S.D. BENFORD, Eds., North-Holland: Elsevier Science Publishers B. V., Holland, 3-16.
- BORGHOFF, U.M., AND SCHLICHTER, J.H. 2000. *Computer-Supported Cooperative Work: Introduction to Distributed Applications*. Springer, USA.
- DeMARCO, T., AND LISTER, T., 1999. *Peopleware: Productive Projects and Teams*. Dorset House Publishing, USA.
- DOURISH, P., AND BELLOTI, V. 1992. Awareness and coordination in shared workspaces. In *Proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Toronto, Ontario, October 1992, J. TURNER AND R. KRAUT, Eds. ACM Press, USA, 107-114.
- ELLIS, C.A., GIBBS, S.J., AND REIN, G.L. 1991. Groupware - Some Issues and Experiences. *Communications of the ACM* 34, (1), 38-58.
- ELLIS, C.A., AND WAINER, J. 1994. A Conceptual Model of Groupware, In *Proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Chapel Hill, NC, October 1994, T. MALONE, Ed. ACM Press, USA, 79-88.
- FINKELSTEIN, A., AND FUKS, H. 1990. Conversation Analysis and Specification. In *Computers and Conversation*, P. LUFF, N. GILBERT AND D. FROHLICH, Eds. Academic Press, 183-187.
- FUKS, H. 2000. Groupware Technologies for Education in AulaNet. *Computer Applications in Engineering Education* 8, (3-4), 170-177.
- FUKS, H., GEROSA, M.A., AND LUCENA, C.J.P. 2002. The Development and Application of Distance Learning on the Internet. *The Journal of Open and Distance Learning* 17, (1), 23-38.
- GEROSA, M.A., FUKS, H., AND LUCENA, C.J.P. 2001. Use of Categorization and Structuring of Messages in Order to Organize the Discussion and Reduce Information Overload in Asynchronous Textual Communication Tools. In *Proceedings of the 7th International Workshop on Groupware - CRIWG*, Darmstadt, Germany, September 2001, M. R. S. BORGES, J. M. HAAKE AND U. HOPPE, Eds. IEEE Computer Society, USA, 136-141.
- GRUDIN, J. 1989. Why groupware applications fail: Problems in design and evaluation. *Office: Technology and People* 4, (3), 245-264.
- GRUDIN, J. 1994. Groupware and Social Dynamics: Eight Challenges for Developers. *Communications of the ACM* 37, (1), 92-105.
- JOKINEN, K., SADEK, D., AND TRAUM, D. 2000. Introduction to Special Issue on Collaboration, Cooperation and Conflict in Dialogue Systems. *International Journal on Human-Computer Studies* 53, (6), 867-870.
- MALONE, T.W., AND CROWSTON, K. 1990. What Is Coordination Theory and How Can It Help Design Cooperative Work Systems?. In *Proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Los Angeles, USA, October 1990, F. HALASZ, Ed. ACM Press, USA, 357-370.
- MALONE, T.W., AND CROWSTON, K. 1994. The Interdisciplinary Study of Coordination. *ACM Computing Surveys* 26, (1), 87-119.

- MARSIC, I., AND DOROHONCEANU, B. 2003. Flexible User Interfaces for Group Collaboration. *International Journal of Human-Computer Interaction* 15, (2), accepted for publication. <<http://www.caip.rutgers.edu/multimedia/groupware/#PUBLICATIONS>> consultation date 28th June 2002.
- McDANIEL, S.E., AND BRINCK, T. 1997. Awareness in collaborative systems: Workshop Report. *SIGCHI Bulletin* 29, (4), 68-71.
- PRESSMAN, R. 1992. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 3rd ed. McGraw-Hill, USA.
- PUTNAM, L.L., AND POOLE, M.S. 1987. Conflict and Negotiation. In *Handbook of Organizational Communication: An Interdisciplinary Perspective*, F.M. JABLIN, L.W. PORTER, K.H. ROBERTS AND L.L. PUTNAM, Eds. Sage Publications, USA, 549-599.
- RAPOSO, A.B., MAGALHÃES, L.P., AND RICARTE, I.L.M. 2000. Petri Nets Based Coordination Mechanisms for Multi-Workflow Environments. *International Journal of Computer Systems Science & Engineering* 15, (5), 315-326.
- RAPOSO, A.B., MAGALHÃES, L.P., RICARTE, I.L.M., AND FUKS, H. 2001. Coordination of collaborative activities: A framework for the definition of tasks interdependencies. In *Proceedings of the 7th International Workshop on Groupware - CRIWG*, Darmstadt, Germany, September 2001, M. R. S. BORGES, J. M. HAAKE AND U. HOPPE, Eds. IEEE Computer Society, USA, 170-179.
- RAPOSO, A.B., AND FUKS, H. 2002. Defining Task Interdependencies and Coordination Mechanisms for Collaborative Systems. In *Cooperative Systems Design (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications vol. 74)*, M. BLAY-FORNARINO, A.M. PINNADERY, K. SCHMIDT AND P. ZARATÉ, Eds. IOS Press, Amsterdam, 88-103.
- ROSEMAN, M., AND GREENBERG, S. 1996. Building Real-Time Groupware with GroupKit, A Groupware Toolkit. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 3, (1), 66-106.
- SALOMON, G., AND GLOBERSON, T. 1989. When Teams do not Function the Way They Ought to. *Journal of Educational Research* 13, (1), 89-100.
- SCHMIDT, K. 1991. Riding a Tiger, or Computer Supported Cooperative Work. In *Proceedings of the 2nd European Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Amsterdam, Holland, September 1991, L. BANNON, M. ROBINSON AND K. SCHMIDT, Eds. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 1-16.
- SCHRAGE, M. 1995. *No more teams! Mastering the dynamics of creative collaboration*. Currency Doubleday, USA.
- SCHRAGE, M. 1996. Cultures of Prototyping. In: *Bringing Design to Software*, T. WINOGRAD, ed., ACM Press, USA, 191-205.
- STIEMERLING, O., AND CREMERS, A.B. 2000. The EVOLVE Project: Component-Based Tailorability for CSCW Applications. *AI and Society* 14, 120-141.
- TIETZE, D.A. 2001. *A Framework for Developing Component-based Co-operative Applications*. Ph. D. Dissertation, Computer Science, Technischen Universität Darmstadt, Germany.
- TUROFF, M., AND HILTZ, S.R. 1982. Computer Support for Group versus Individual Decisions. *IEEE Transactions on Communications* 30, (1), 82-91.
- WINOGRAD, T., AND FLORES, F. 1987. *Understanding Computers and Cognition*. Addison-Wesley, USA.