



Fuks, H., Raposo, A.B. & Gerosa, M.A. (2003) "Do Modelo de Colaboração 3C à Engenharia de Groupware", *Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web – Webmídia 2003, Trilha especial de Trabalho Cooperativo Assistido por Computador*, 03 a 06 de Novembro de 2003, Salvador-BA.



## Do Modelo de Colaboração 3C à Engenharia de Groupware

Hugo Fuks<sup>1</sup>, Alberto Barbosa Raposo<sup>2</sup> & Marco Aurélio Gerosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Engenharia de Software (LES)

<sup>2</sup>Laboratório de Tecnologia em Computação Gráfica (Tecgraf)

Depto. de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)  
Rua Marquês de São Vicente, 225, Rio de Janeiro, RJ, 22453-900, Brasil

{hugo,gerosa}@inf.puc-rio.br, abraposo@tecgraf.puc-rio.br

**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 collaboration model is detailed. Then, a software development cycle is presented, being mapped to Groupware Engineering.*

**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 de colaboração 3C é apresentado. Em seguida, é mostrado um ciclo de desenvolvimento de software, mapeando suas fases para a Engenharia de Groupware.*

### 1. Introdução

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], começa a buscar nas áreas de CSCW e IHC aspectos do trabalho em grupo tão necessários em aplicações colaborativas. O objetivo desta pesquisa é formular uma abordagem sistemática, disciplinada e quantificável para o desenvolvimento e manutenção de groupware, denominada Engenharia de Groupware, baseada na Engenharia de Software aprimorada com conceitos originados da área de CSCW e IHC.

Neste artigo é apresentado o modelo de colaboração 3C baseado nos princípios de comunicação, coordenação e cooperação (Seção 2) e um ciclo de engenharia de software estendendo suas fases para a Engenharia de Groupware (Seção 3).

### 2. O Modelo de Colaboração 3C

Ao trabalhar em grupo, os indivíduos podem potencialmente produzir melhores resultados do que se atuassem individualmente. Num grupo podem ocorrer a complementação de capacidades, de conhecimentos e de esforços individuais, e a interação entre pessoas com entendimentos, pontos de vista e habilidades complementares. Ao argumentar suas idéias, os membros de um grupo têm retorno para identificar inconsistências e falhas em seu raciocínio e, juntos, podem buscar idéias, informações e referências para auxiliar na resolução dos problemas. Um grupo também

tem mais capacidade de gerar alternativas, levantar as vantagens e desvantagens de cada uma, selecionar as viáveis e tomar decisões [Fuks, Gerosa & Lucena, 2002].

Para colaborar, os indivíduos têm que trocar informações (se comunicar), organizar-se (se coordenar) e operar em conjunto num espaço compartilhado (cooperar). As trocas ocorridas durante a comunicação geram compromissos que são gerenciados pela coordenação, que por sua vez organiza e dispõe as tarefas que são executadas na cooperação. Ao cooperar os indivíduos têm necessidade de se comunicar para renegociar e para tomar decisões sobre situações não previstas inicialmente. Isto mostra o aspecto cíclico da colaboração. Através da percepção, o indivíduo se informa sobre o que está acontecendo, sobre o que as outras pessoas estão fazendo e adquire informações necessárias para seu trabalho.

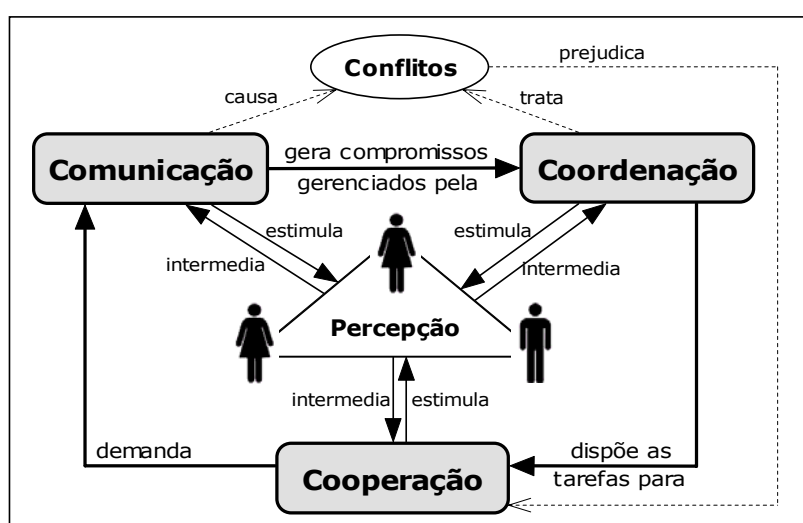
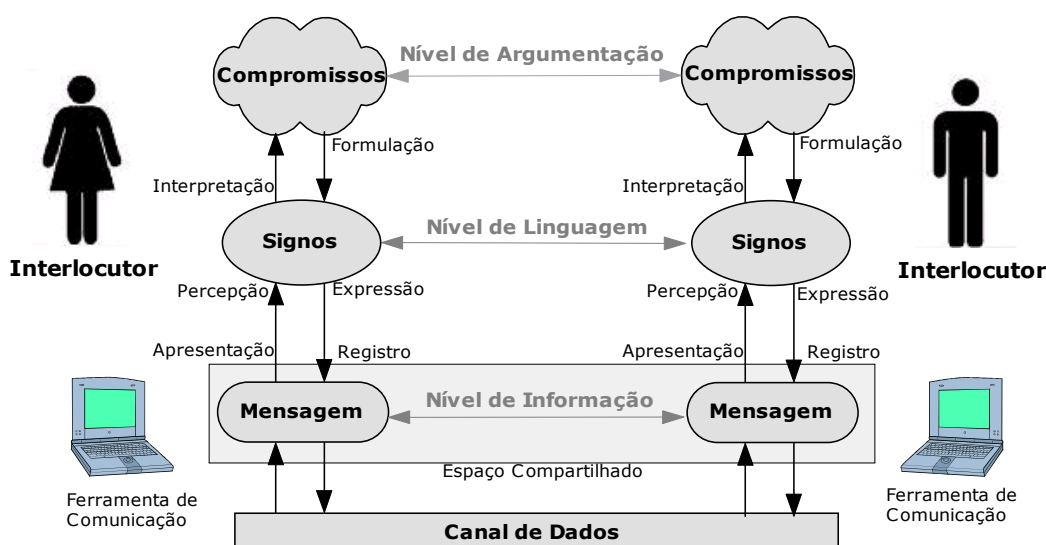


Figura 1. O modelo 3C

O diagrama da Figura 1 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.

## 2.1. Comunicação

Para trabalhar, as pessoas se comunicam. Esta comunicação normalmente envolve negociação e firmação de compromissos. Os compromissos assumidos nas interações modificam o estado do mundo e têm efeito de ações. Uma ferramenta de comunicação mediada por computador dá suporte às interações entre os participantes, podendo gerenciar as transições de estados, os eventos de diálogo e os compromissos de cada participante. Na Figura 2 é apresentado um modelo de comunicação mediada por computador. Este modelo representa um evento de diálogo entre o emissor, que de acordo com suas intenções e compromissos elabora a mensagem a ser transmitida, e o receptor, que ao receber e interpretar a mensagem, tem seus compromissos e conhecimentos modificados.



**Figura 2. Modelo de comunicação mediada por computador**

Para transmitir o conteúdo, o emissor dá forma a sua intenção, formulando signos em uma linguagem apropriada para a conversação, que deve ser entendida por todos os envolvidos. Para que seja possível transmitir a mensagem é necessário que ela seja expressa na ferramenta de comunicação, que define os recursos disponíveis para a conversação. O emissor se expressa através de elementos de expressão e o receptor tem acesso a ela através de elementos de percepção de sua ferramenta. O Canal de Dados estabelece a conexão necessária para a transmissão das mensagens eletrônicas.

Quando se comunicam, as pessoas normalmente se concentram no Nível de Argumentação, negociando compromissos. A comunicação é bem sucedida se a intenção do emissor resultar nos compromissos esperados. A única forma de se obter indícios do sucesso da comunicação é através do discurso e das ações (e reações) do receptor, pois são guiados por seus compromissos e conhecimentos. Uma ruptura na comunicação seria então uma discordância entre as intenções do emissor e as ações do receptor ao realizar os compromissos.

Os membros de um grupo se comunicam com diversos propósitos. Ferramentas de comunicação assíncrona normalmente 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 velocidade da interação, visto que o tempo de resposta entre a ação de um participante e a reação de seus companheiros é curto. Algumas ferramentas de comunicação são voltadas para uma conversa desestruturada, enquanto outras favorecem uma estruturação em lista, em árvore ou em grafo. Alguns exemplos de ferramentas de comunicação atualmente utilizadas são: e-mail, lista de discussão, fórum, ferramentas de CSCA (*Computer Supported Collaborative Argumentation*), ferramentas de votação, mensagem instantânea, chat, vídeo-conferência, teleconferência, telefone, etc. [Long & Baecker, 1997] [Fuks, Gerosa, Pimentel, 2003].

## 2.2. Coordenação

Conversa o para a o gera compromissos [Winograd & Flores, 1987]. Para garantir o cumprimento destes compromissos e a realiza o do trabalho colaborativo atrav s da soma dos trabalhos individuais,   necess ria a coordena o das atividades. Esta coordena o organiza o grupo para evitar que esfor os de comunica o e de coopera o sejam perdidos e para que as tarefas sejam realizadas na ordem correta, no tempo correto e cumprindo as restri es e objetivos [Raposo et al., 2001]. Sem coordena o, h  o risco de os participantes se envolverem em tarefas conflitantes ou repetitivas.

A coordena o envolve a pr -articula o das tarefas, o gerenciamento do andamento das mesmas e a p s-articula o. A pr -articula o envolve as a es necess rias para preparar a colabora o, normalmente conclu das antes do trabalho colaborativo se iniciar: identifica o dos objetivos, mapeamento destes objetivos em tarefas, sele o dos participantes, distribui o das tarefas entre eles, etc. A p s-articula o ocorre ap s o t rmino das tarefas, e envolve a avalia o e an lise das tarefas realizadas e a documenta o do processo de colabora o (mem ria do processo).

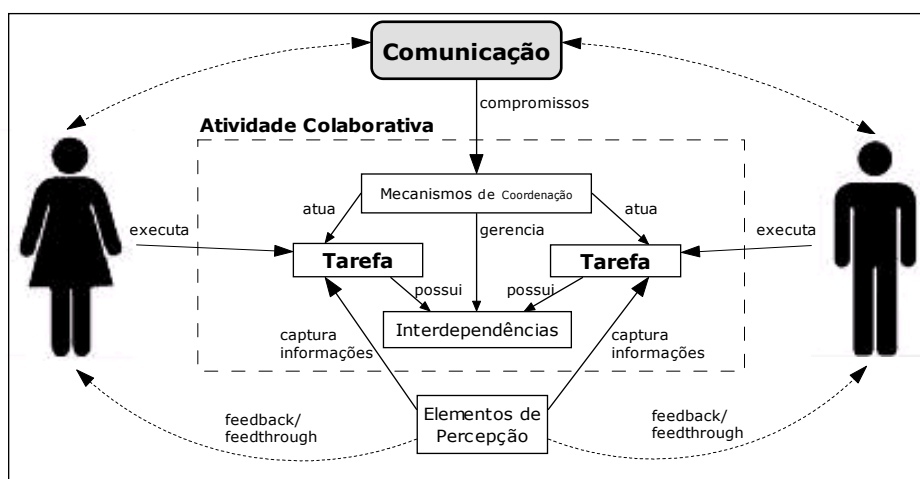


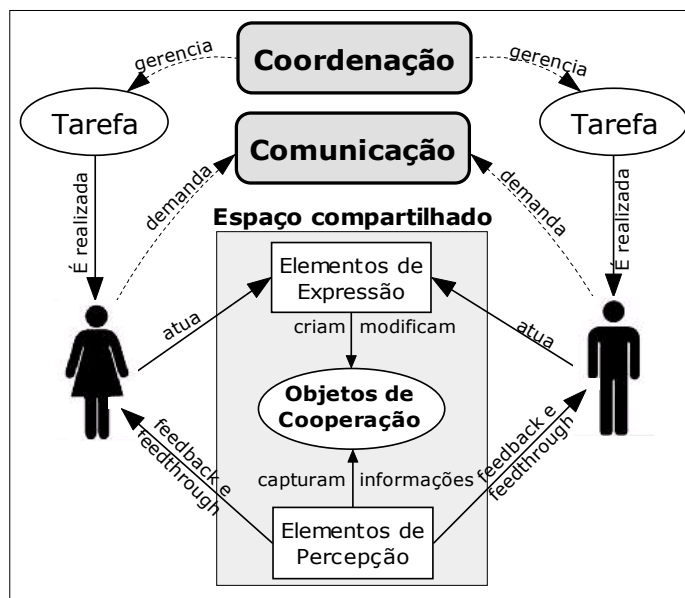
Figura 3. Modelando a coordena o

As tarefas da colabora o s o originadas dos compromissos assumidos na comunica o. O grupo se coordena atrav s de mecanismos de coordena o de forma a garantir a execu o das tarefas, respeitando suas interdepend ncias. Em algumas ferramentas colaborativas, a coordena o fica a cargo do chamado protocolo social, caracterizado pela aus ncia de mecanismos de coordena o expl citos entre as atividades. Por m, algumas atividades exigem sofisticados mecanismos de coordena o para garantir o sucesso da colabora o. Exemplos de ferramentas com mecanismos de coordena o expl citos s o os gerenciadores de fluxo de trabalho (*workflow*), jogos multi-usu rios e ferramentas de autoria e de desenvolvimento de software colaborativo. Na Figura 3   apresentado o modelo de coordena o.

## 2.3. Coopera o

Comunica o e coordena o, apesar de vitais, n o s o suficientes.   necess rio espa o compartilhado para criar entendimento compartilhado [Schrage, 1995]. Coopera o   a opera o conjunta dos membros do grupo no espa o compartilhado visando a realiza o das tarefas gerenciadas pela coordena o. Indiv duos 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 4). O registro das interações dos membros do grupo fica armazenado, catalogado, categorizado e estruturado nos objetos de cooperação.



**Figura 4. Modelando a cooperação**

A percepção (awareness) é também é um conceito essencial no modelo 3C, que permeia a comunicação, a coordenação e a cooperação. Informação de percepção é gerada pelas interações que ocorrem no grupo, servindo para mediar toda a colaboração. Através da percepção os indivíduos podem tomar ciência do objetivo comum, do papel de cada um dentro do contexto, do que fazer, como proceder, qual o impacto das ações, até onde atuar, quem está por perto, etc. [Gutwin & Greenberg, 1999].

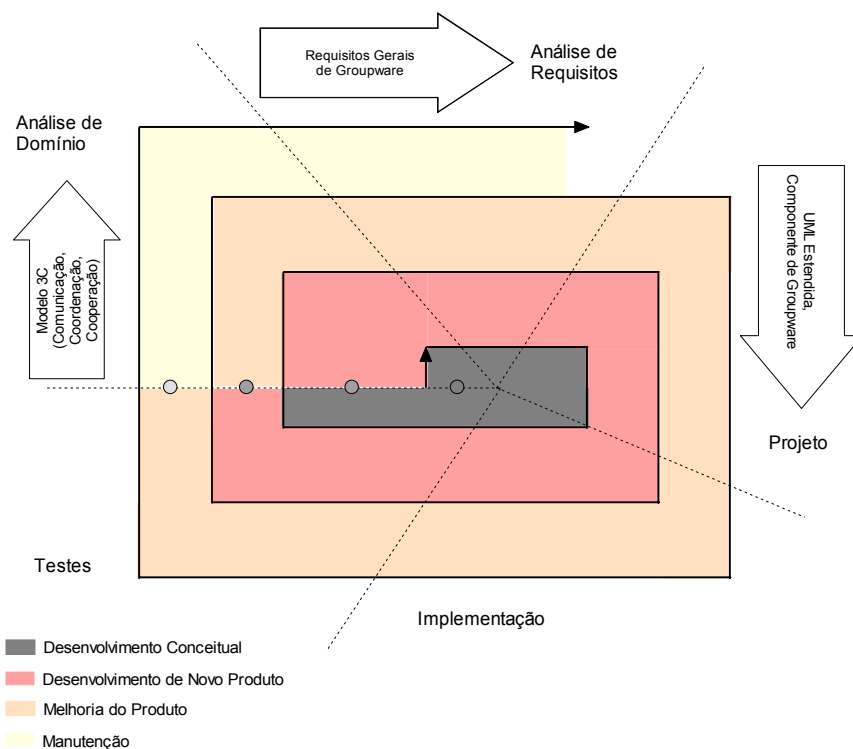
### 3. Ciclo de Desenvolvimento de Groupware

Para contextualizar o ciclo de desenvolvimento de groupware, as fases de desenvolvimento de software são apresentadas na Figura 5, juntamente com os tópicos que estão sendo estudados nesta pesquisa [Fuks, Raposo & Gerosa, 2002]. O ciclo apresentado é baseado no modelo espiral de desenvolvimento de software, usando as fases do ciclo clássico de desenvolvimento. Este modelo tem a vantagem de combinar o modelo seqüencial clássico com a interatividade da prototipação [Schrage, 1996], tão necessária em groupware.

A fase de análise de domínio segue o modelo de colaboração 3C. Requisitos gerais de groupware são elicitados na fase de análise de requisitos [Schmidt & Rodden, 1996]. Apesar de serem muito importantes para o desenvolvimento de groupware, esses requisitos raramente são claros o suficiente para permitir uma especificação precisa do comportamento do sistema. Isso se deve ao fato de que temos apenas um conhecimento superficial de como as pessoas colaboram, e a tradução desse conhecimento em projetos efetivos é muito difícil [Gutwin & Greenberg, 2000]. Além disso, sistemas

colaborativos são especialmente sujeitos a falhas [Grudin, 1989], exigindo evolução iterativa durante todo o desenvolvimento. Por todos esses motivos, a proposta de Engenharia de Groupware sugere o uso de metodologias de projeto e implementação que acomodem a natureza continuamente evolucionária de um groupware.

Para prover instrumentos para a fase de projeto, onde o groupware é concebido de forma a satisfazer os requisitos, toolkits, conceitos de componentes de groupware [Stiemerling & Cremers, 2000] e extensões de UML [Tietze, 2001], [Rubart & Dawab, 2002] são necessárias.



**Figura 5. Ciclo de Desenvolvimento da Engenharia de Groupware**

Para a fase de implementação, a escolha por um processo incremental é natural, uma vez que sistemas colaborativos são fortemente sujeitos a falhas e têm avaliação contínua durante o desenvolvimento. O modelo incremental de desenvolvimento de software propõe sua construção em pequenas partes operacionais, chamadas “incrementos” [Pressman, 1992], que são usados para contínuas avaliações dos requisitos e detecções de falhas ou deficiências. No final do ciclo, um novo incremento é gerado, normalmente incorporando o incremento anterior.

#### 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 a ser alcançado por esta pesquisa é a formulação de uma Engenharia de Groupware, visando identificar os elementos necessários para o desenvolvimento de aplicações colaborativas, através de técnicas derivadas da Engenharia de Software combinada com modelos conceituais e aspectos humanos originados de CSCW e IHC.

O modelo 3C, que é utilizado durante a fase de análise de domínio e foi apresentado mais detalhadamente neste artigo, constitui a base para as fases seguintes da Engenharia de Groupware. Por exemplo, os requisitos são separados em requisitos de comunicação, coordenação e cooperação. Na fase de implementação, o sistema pode ser desenvolvido sobre um framework geral de colaboração, implementando funcionalidades comuns a todos os serviços de groupware. Frameworks de comunicação, coordenação e cooperação estariam acoplados a este framework, provendo funcionalidade mais específicas de cada um destes aspectos. Cada ferramenta de groupware (componente) é acoplada a um desses frameworks de acordo com sua funcionalidade.

## 5. Agradecimentos

O Projeto AulaNet é parcialmente financiado pela Fundação Pe. Leonel Franca, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (PRONEX bolsa nº 76.97.1029.00 3366), e pelo projeto Sistemas Multi-Agentes para a Eng. de Software (ESSMA) bolsa nº 552068/2002-0. Também é financiado por bolsas individuais do CNPq: Hugo Fuks nº 303055/02-2, Alberto Barbosa Raposo nº 305015/02-8 e Marco Aurélio Gerosa nº 140103/02-3. Agradecemos aos profs. Carlos J. P. de Lucena, coordenador do LES e Marcelo Gattass, coordenador do Tecgraf pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

- Borghoff, U.M., Schlichter, J.H. 2000. Computer-Supported Cooperative Work: Introduction to Distributed Applications. Springer, USA.
- DeMarco, T., Lister, T., 1999. Peopleware: Productive Projects and Teams. Dorset House Publishing, USA.
- Ellis, C.A., Gibbs, S.J., Rein, G.L. 1991. Groupware - Some Issues and Experiences. Communications of the ACM 34, (1), 38-58.
- Fuks, H., Gerosa, M.A., Lucena, C.J.P., 2002. The development and application of distance learning on the Internet, The Journal of Open and Distance Learning, Vol. 17, N 1.
- Fuks, H., Gerosa, M.A., Pimentel, M.G., 2003. Projeto de Comunicação em Groupware: Desenvolvimento, Interface e Utilização, XXII Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 7, ISBN 85-88442-59-0, pp. 295-338, 2003.
- Fuks, H., Raposo, A.B., Gerosa, M.A., 2002. Engenharia de Groupware: Desenvolvimento de Aplicações Colaborativas. XXI Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 3, ISBN 85-88442-24-8, pp 89-128, 2002.
- Grudin, J. 1989. Why groupware applications fail: Problems in design and evaluation. Office: Technology and People 4, (3), 245-264.

- Gutwin, C., Greenberg, S. 2000. The Mechanics of Collaboration: Developing Low Cost Usability Evaluation Methods for Shared Workspaces. IEEE 9th Int. Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 98-103.
- Gutwin, C., Greenberg, S., 1999. A framework of awareness for small groups in shared-workspace groupware, Technical Report 99-1, Saskatchewan University.
- Long, B., Baecker, R., 1997. A taxonomy of Internet communication tools, Proceedings of WebNet - World Conference of the WWW, Internet, and Intranet, Toronto, Canada, p. 318-323. ISBN 1-880094-27-4
- Pressman, R. 1992. Software Engineering: A Practitioner's Approach. 3rd ed. McGraw-Hill, USA.
- Raposo, A.B., Magalhães, L.P., Ricarte, I.L.M., Fuks, H. 2001. Coordination of collaborative activities: A framework for the definition of tasks interdependencies. 7<sup>th</sup> International Workshop on Groupware - CRIWG 2001, 170-179.
- Rubart, J., Dawabi, P. 2002. Groupware: Design, Implementation, and Use. 8<sup>th</sup> International Workshop on Groupware – CRIWG 2002. LNCS, 2440, 93-113.
- Schmidt, K., Rodden, T. 1996. Putting it all Together: Requirements for a CSCW Platform. In: Shapiro, D. et al. (eds.): The Design of Computer Supported Cooperative Work and Groupware Systems. North Holland, Holland, 157-176.
- 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., 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, Technischen Universität Darmstadt, Germany.
- Winograd, T., Flores, F., 1987. Understanding Computers and Cognition, Addison-Wesley, USA.