



Gerosa, M.A., Fuks, H. & Lucena, C.J.P. (2003) “Suporte à Percepção em Ambientes Digitais de Aprendizagem”, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Vol. 11, No. 2, Novembro 2003, ISSN 1414-5685, Sociedade Brasileira de Computação.



Suporte à Percepção em Ambientes de Aprendizagem Colaborativa

Marco Aurélio Gerosa, Hugo Fuks & Carlos José Pereira de Lucena

Laboratório de Engenharia de Software (LES)

Departamento de Informática

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

R. Marquês de São Vicente, 225, Rio de Janeiro, RJ, 22453-900, Brasil

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

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

Resumo. Neste artigo é analisado como a percepção se relaciona com a comunicação, com a coordenação e com a cooperação, e conseqüentemente com a colaboração, entre pessoas em ambientes de aprendizagem colaborativa. Para isto é apresentado um modelo de colaboração, e os elementos de percepção do ambiente AulaNet são analisados, buscando-se identificar quais são as informações relevantes, como são geradas, como os elementos de percepção – elementos da interface do ambiente por onde são disponibilizadas as informações destinadas a prover percepção – foram definidos e como os indivíduos têm controle sobre eles. Estas análises visam levantar subsídios para o projeto de elementos de percepção em ambientes de aprendizagem colaborativa.

Palavras-chaves: percepção, colaboração, projeto de interface, ambiente de aprendizagem colaborativa

Abstract. In this paper, it is discussed the role of awareness in the 3C collaboration model, detailing how it relates to its main aspects: communication, coordination and cooperation. Then, some awareness elements – elements of the environment interface where the awareness information is disposed – of the AulaNet learning environment, which was developed based on this collaboration model, are analyzed. This analysis seeks to provide information regarding a project about awareness elements in collaborative learning environments, indicating how to generate and disposed it.

Keywords: awareness, collaboration, interface design, collaborative learning environment

1. Introdução

Perceber é o ato de adquirir informação por meio dos sentidos [Brinck & McDaniel, 1997]. A percepção¹, que é inerente ao ser humano, é fundamental para a comunicação, coordenação e cooperação de um grupo; onde se comunicar é dialogar, coordenar-se é estar em sintonia com os outros participantes, e cooperar é operar em conjunto num espaço compartilhado [Fuks, Gerosa & Lucena, 2002a]. Através da percepção, os indivíduos tomam ciência das mudanças ocorridas no ambiente e podem redirecionar as suas ações e prever possíveis necessidades [Neisser, 1976]. Perceber as atividades dos outros indivíduos também é essencial para garantir o fluxo e a naturalidade do trabalho, assim como para diminuir as sensações de impessoalidade e distância, comuns nos ambientes digitais.

Na interação entre pessoas e ambiente dentro de uma situação face-a-face, a obtenção de informações é rica e natural, visto que os sentidos podem ser utilizados em sua plenitude. Em ambientes digitais, o suporte à percepção fica menos claro, pois os meios de transmitir as informações aos órgãos sensoriais dos seres humanos são restritos. Estações de trabalho típicas são limitadas a fornecer informações em uma tela de duas dimensões e, em alguns casos, através de caixas de som. Por outro lado, em um ambiente digital, pode-se filtrar os eventos de forma a reduzir dispersões com informações irrelevantes, que normalmente permeiam uma colaboração face-a-face.

Elementos de percepção são os elementos do espaço compartilhado por onde são disponibilizadas as informações destinadas a prover percepção. Os ambientes de aprendizagem colaborativa devem prover elementos de percepção que disponibilizem de maneira adequada as informações necessárias à colaboração e ao trabalho individual. Guiados pela sua percepção, os indivíduos criam um entendimento compartilhado e coordenam-se de forma que seus esforços individuais agreguem valor ao trabalho do grupo.

Neste artigo é apresentado um modelo de colaboração, e a percepção é analisada baseada nos seus principais conceitos: comunicação, coordenação e cooperação (Seção 2). Após definir estas relações, que ajudam a identificar as informações de percepção necessárias, são discutidos alguns elementos de percepção do ambiente de ensino-aprendizagem AulaNet (Seção 3). A Seção 4 conclui o artigo.

2. A Colaboração e a Percepção

Trabalhando ou aprendendo colaborativamente, os membros do grupo podem, pelo menos potencialmente, produzir melhores resultados do que se atuassem individualmente [McGrath & Altman, 1966]. Em um 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 [Fuks, Gerosa & Lucena, 2002a]. Colaborando, os membros do grupo têm retorno para 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, levantar as vantagens e desvantagens de cada uma, selecionar as viáveis e tomar decisões [Turoff & Hiltz, 1982].

Trabalhar em grupo também traz motivação para seus membros, pois o trabalho de cada um vai estar sendo observado, comentado e avaliado por uma comunidade da qual fazem parte

¹ Em inglês, utiliza-se o termo *awareness* para se referir à percepção neste contexto

[Benbunan-Fich & Hiltz, 1999]. Ao argumentar suas idéias com os outros membros, o participante trabalha ativamente seus conceitos, raciocinando sobre os mesmos e refinando-os.

Apesar de suas vantagens, trabalhar colaborativamente demanda um esforço adicional para a coordenação de seus membros. Sem coordenação, boa parte dos esforços de comunicação não será aproveitada na cooperação, isto é, para que o grupo possa operar em conjunto de forma satisfatória, é necessário que os compromissos assumidos nas conversações entre os participantes sejam realizados durante a cooperação. A coordenação deve também tratar conflitos inter-pessoais que possam prejudicar o grupo.

Para possibilitar a coordenação e a colaboração como um todo, são necessárias informações sobre o que está acontecendo e sobre o que as outras pessoas estão fazendo. Através destas informações, os participantes podem construir um entendimento compartilhado em torno dos objetos de cooperação e dos objetivos das tarefas ou de todo o trabalho. Tendo percepção das atividades dos companheiros, as pessoas terão informações para auxiliar na sincronização do trabalho, coordenando-se em torno de seus contextos individuais. Na Figura 1, pode-se observar o modelo de colaboração 3C, que sumariza os conceitos abordados [Fuks, Raposo & Gerosa, 2002].

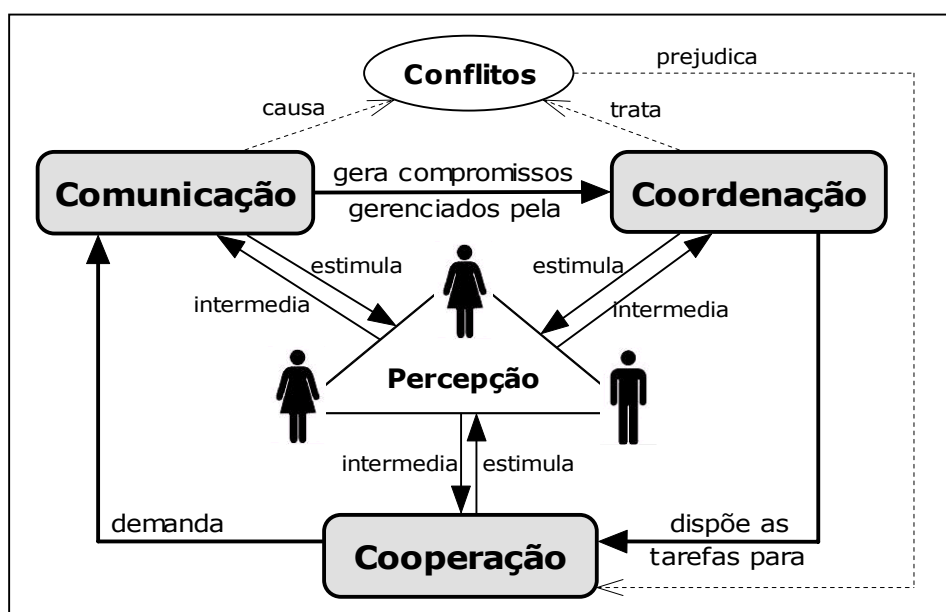


Figura 1. Modelo de colaboração 3C

De acordo com este modelo, para colaborar, os indivíduos têm que dialogar (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. Cada evento ocorrido durante a comunicação, coordenação e cooperação gera informações que são disponibilizadas ao grupo através de elementos de percepção.

Neste artigo é dado enfoque aos aspectos do modelo relacionados à percepção. Para mais informações sobre outros aspectos do modelo, consulte [Fuks, Raposo & Gerosa, 2002], que aborda o seu papel dentro da Engenharia de Groupware; [Fuks, Raposo, Gerosa & Lucena, 2002], que detalha o modelo e instancia-o para aprendizagem colaborativa; [Raposo et al, 2001], que aborda aspectos da coordenação; e [Fuks, Gerosa & Pimentel, 2003], que discute a comunicação.

Nas próximas seções serão detalhadas as relações da comunicação, da coordenação e da cooperação com a percepção. 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. A Comunicação e a Percepção

Para trabalhar, as pessoas se comunicam. Durante a comunicação, as pessoas constroem um entendimento comum, trocam idéias, discutem, aprendem, negociam e tomam decisões. A comunicação é necessária para que um grupo consiga realizar tarefas interdependentes, não completamente descritas ou que necessitem de negociação. Além disto, através da comunicação ocorrem a troca e o debate de pontos de vista como forma de alinhar e refinar as idéias dos membros do grupo.

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 [Gerosa et al., 2001]. 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].

Mediada por computador, a comunicação é realizada através de trocas de mensagens eletrônicas. A natureza da ferramenta define a mensagem eletrônica. Num sistema de correio eletrônico, por exemplo, ela é composta de assunto, corpo, prioridade, data e outras informações. Numa ferramenta onde cada participante enxerga simultaneamente o que os outros estão escrevendo, cada mensagem eletrônica é uma letra digitada, já que ela é imediatamente transmitida. Já em uma vídeo-conferência, várias informações são trocadas de forma não-textual através do vídeo.

Na Figura 2 é apresentado um modelo de comunicação mediada por computador [Fuks, Gerosa & Pimentel, 2003]. Este modelo representa um diálogo entre dois interlocutores. Ao se comunicar, um dos interlocutores, de acordo com suas intenções e compromissos, elabora a mensagem a ser transmitida, e o outro, ao receber e interpretar a mensagem, pode ter seus compromissos e conhecimentos modificados. Neste nível, os interlocutores argumentam e negociam suas intenções, compromissos e conhecimentos.

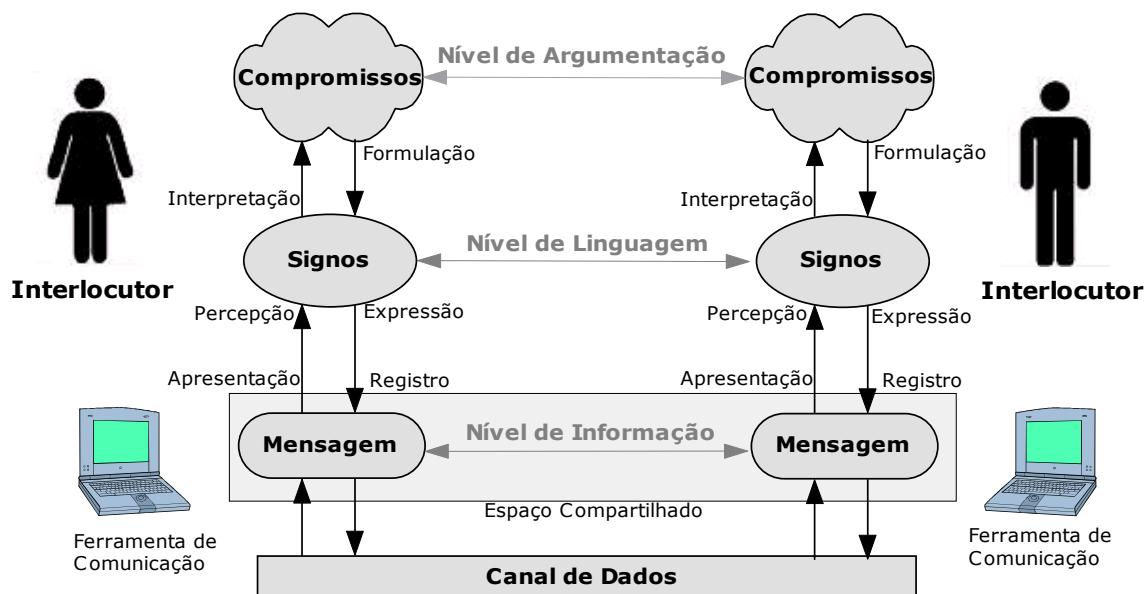


Figura 2. Modelo de comunicação mediada por computador

Para transmitir o conteúdo, o emissor dá forma a sua intenção, formulando uma seqüência de signos na linguagem apropriada para a conversação, que deve ser entendida por todos os envolvidos. Esta linguagem é influenciada pelo contexto cultural, pelo domínio em questão, pelos conhecimentos individuais dos envolvidos e pelos recursos disponíveis para conversação, que não necessariamente são verbais [Gutwin & Greenberg, 1999].

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 expressão² disponíveis em sua ferramenta, e o receptor tem acesso a ela através de elementos de percepção de sua ferramenta.

Deve-se projetar e avaliar cuidadosamente nos ambientes de aprendizagem colaborativa os elementos de percepção que disponibilizem os dados transmitidos. Deve-se procurar chamar satisfatoriamente a atenção do receptor e reduzir a chance de ocorrer a má-interpretação dos dados, pois isto pode levar a uma ruptura na comunicação, levando a compromissos que não correspondam às intenções do emissor.

Vale ressaltar que quando se comunicam, as pessoas normalmente se concentram no Nível de Argumentação. Elas utilizam sem se dar conta a linguagem, os elementos de expressão e de percepção e a infraestrutura do Canal de Dados. Porém, se for detectado algum tipo de confusão ou problema, a linguagem, o registro e o canal utilizados são trazidos para o foco central, em uma tentativa de encontrar o motivo do desentendimento. A comunicação é considerada bem sucedida se a intenção do emissor resultar nos compromissos esperados. Para isto deve haver entendimento das mensagens e o conteúdo recebido deve ser equivalente ao transmitido. A única forma de se obter indícios do sucesso da comunicação é através do discurso e das ações (e reações) do receptor, pois são guiadas 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.

² Elementos de expressão são elementos utilizados pelo emissor para expressar sua mensagem. Numa ferramenta de comunicação mediada por computador, um campo para se digitar texto e um seletor de prioridades podem ser vistos como elementos de expressão.

2.2. A Coordenação e a Percepção

Conversação para ação gera compromissos [Winograd & 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 de cooperação sejam perdidos e para que as tarefas sejam realizadas na ordem correta, no tempo correto e cumprindo as restrições e objetivos [Raposo et al., 2001]. Sem coordenação, há o risco de os participantes se envolverem em tarefas conflitantes ou repetitivas.

A 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 mesmas, e envolve a avaliação e análise das tarefas realizadas e a documentação do processo de colaboração (memória do processo). O gerenciamento do andamento cuida das interdependências entre as tarefas e é a parte mais dinâmica da coordenação, precisando ser renegociada de maneira quase contínua ao longo de todo o tempo.

As tarefas da colaboração são originadas dos compromissos assumidos na comunicação. O grupo se coordena através de mecanismos de coordenação de forma a garantir a execução das tarefas, respeitando suas interdependências. A Figura 3 traz o modelo da coordenação de atividades [Fuks, Raposo & Gerosa, 2002]. Em algumas ferramentas colaborativas, a coordenação fica a cargo do chamado protocolo social, caracterizado pela ausência de mecanismos de coordenação explícitos entre as atividades e pela confiança nas habilidades dos participantes de mediar as interações. Exemplos de ferramentas que normalmente têm estas características são os *chats* e as áudio e videoconferências. Porém, algumas atividades exigem sofisticados mecanismos de coordenação para garantir o sucesso da colaboração. Exemplos de ferramentas com mecanismos de coordenação explícitos são os gerenciadores de fluxo de trabalho (*workflow*), jogos multi-usuários e ferramentas de autoria e de desenvolvimento de software colaborativo.

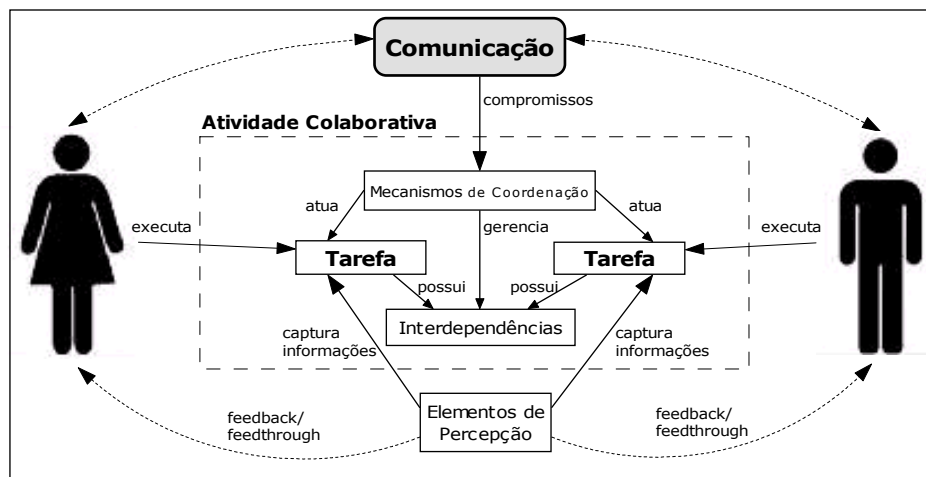


Figura 3. Modelo de coordenação mediada por computador

Com o protocolo social ou com mecanismos de coordenação explícitos, informações de percepção são essenciais para a coordenação do grupo. É importante que cada um conheça o progresso do trabalho dos companheiros: o que foi feito, como foi feito, o que falta para o término, quais são os resultados preliminares, etc. As informações de percepção são

necessárias principalmente durante a fase dinâmica da coordenação, para transmitir mudanças de planos e ajudar a gerar o novo entendimento compartilhado. Sem este contexto, os indivíduos terão dificuldade em medir a qualidade de seu trabalho comparando com os progressos do grupo, o que pode levar a duplicação desnecessária de esforços [Dourish & Belloti, 1992].

Os elementos de percepção são particularmente úteis durante a execução de tarefas que não podem ser precisamente definidas durante a pré-articulação. Este tipo de tarefa é comum em atividades ligadas à aprendizagem, onde os aprendizes tomam decisões e tentam resolver os problemas sem o conhecimento completo do domínio [Simon, 1996]. Nestas tarefas a divisão e a organização do trabalho acontece dinamicamente através da coordenação de atividades [Gross, 1997]. Os elementos de percepção transmitem as mudanças de planos, contribuindo para gerar o novo entendimento. Além disto, podem informar os participantes de aspectos temporais e espaciais de suas ações e facilitar a sincronização das tarefas individuais.

As informações de percepção são especialmente úteis para o coordenador do grupo, que precisa saber, por exemplo, quem está ou não está trabalhando, entre quem estão ocorrendo conflitos de interesse, assim como as habilidades e as experiências de cada um. Embasado nestas informações, o coordenador pode tomar as decisões sobre a coordenação do grupo [Borges & Pino, 1999]. Deve-se, porém, atentar para o fluxo de informações disponibilizadas para o coordenador. A princípio, quase todas as informações sobre o que acontece, aconteceu ou acontecerá no grupo têm alguma importância. Mas um excesso de informações dificulta a tomada de decisões.

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

2.3. A Cooperação e a Percepção

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. Eles cooperam produzindo, manipulando e organizando informações e construindo e refinando objetos de cooperação, como documentos, planilhas, gráficos, etc. Para atuar nos objetos, os membros contam com elementos de expressão, e para se informar dos resultados de suas atuações (*feedback*) e das ações de seus colegas (*feedthrough*) dispõe de elemento de percepção (Figura 4). Estes elementos refletem as alterações do espaço compartilhado, que os participantes podem usar para planejar as interações subseqüentes.

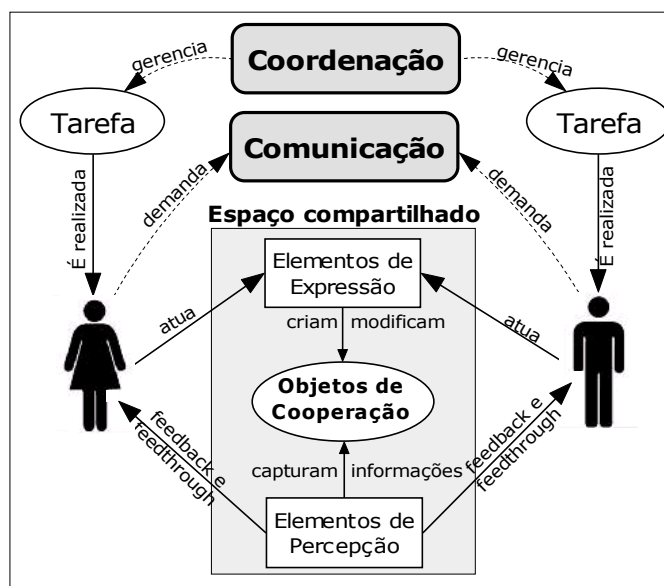


Figura 4. Modelo de cooperação mediada por computador

O registro da informação que ocorre na cooperação visa aumentar o entendimento entre as pessoas, reduzindo a incerteza (relacionada com a ausência de informação) e a equivocidade (relacionada com a ambigüidade e com a existência de informações conflitantes) [Daft & Lengel, 1986]. Os indivíduos trabalham as informações e se comunicam na tentativa de solucionar os desentendimentos.

Preservar, catalogar, categorizar e estruturar os objetos produzidos pelos participantes é uma forma de garantir a “memória” do grupo. Este tipo de conhecimento pode ser encarado como conhecimento formal. Entretanto, o conhecimento dito informal, isto é, idéias, fatos, questões, pontos de vista, conversas, discussões, decisões, etc. que ocorrem durante o processo e acabam por defini-lo, é difícil de ser capturado, porém permite recuperar o histórico da discussão e o contexto em que as decisões foram tomadas.

Ao registrar, organizar e ligar as informações trocadas durante a colaboração aos artefatos digitais, pode-se investigar o raciocínio que levou a um determinado artefato (*design rationale*) e averiguar posteriormente, em um novo contexto, se os motivos pelos quais as decisões de projeto foram tomadas continuam sendo válidas. Quando este raciocínio por trás das decisões não está disponível, a identificação dos motivos e das técnicas utilizadas fica dificultada.

Há diversas ferramentas na literatura que utilizam o hipertexto para a organização da memória do grupo [Shum & Hammond, 1994]. Algumas destas ferramentas possibilitam ligar os artefatos digitais ao espaço compartilhado, explicitando nestas ligações as interações que os originaram. Com isto, os contextos dos artefatos e das interações são preservados, facilitando o seu entendimento e a posterior recuperação. A memória do grupo passa a ser formada então pelos artefatos (memória do produto) e pelas redes de informações compostas pelos fatos, hipóteses, restrições, decisões, argumentos, significados dos conceitos, etc. (memória do processo).

Os indivíduos buscam nos elementos de percepção as informações necessárias para montar seu contexto de trabalho e antecipar ações e necessidades, bem como identificar as intenções dos companheiros do grupo, de forma a tornar possível prestar assistência ao trabalho deles quando for possível e necessário. Além disto, os elementos de percepção ajudam a identificar o papel e as tarefas de cada um com relação às metas da colaboração e com os objetos da cooperação [Gutwin, Stark & Greenberg, 1995].

A percepção é fundamental para que os indivíduos tomem ciência das mudanças causadas no ambiente pelas ações dos participantes [Neisser, 1976]. Estas ações, que normalmente fazem parte de um plano para atingir uma meta, também podem ser guiadas por elementos de percepção. Porém, uma quantidade não gerenciável de informações dificulta a organização dos membros do grupo, ocasionando desentendimentos e falhas na comunicação [Fussell et al, 1998].

A existência da sobrecarga de informação está extremamente ligada ao indivíduo. Uns conseguem lidar com mais informações simultâneas do que outros, dependendo, entre outros fatores, da maturidade, das capacidades e das habilidades de cada um, bem como das características e do nível de conhecimento sobre o assunto em questão. A sobrecarga de informação é causada pela percepção, visto que somente as informações capturadas pelo indivíduo contribuem para ela. A percepção, por sua vez, é prejudicada pela sobrecarga de informação, pois informações relevantes deixam de ser adquiridas.

Para evitar a sobrecarga, é necessário balancear a necessidade de fornecer informações com a de preservar a atenção sobre o trabalho. O fornecimento de informações na forma assíncrona, estruturada, filtrada, agrupada, resumida e personalizada facilita esta tarefa [Kraut & Attewell, 1997]. Deve-se fornecer uma visão geral para que o indivíduo selecione em que parte da informação deseja trabalhar, e mais detalhes são obtidos quando forem demandados. A redução da sobrecarga de informação na comunicação, por exemplo, pode se dar através da estruturação do diálogo e do fornecimento de informações simples e representativas que ajudem os participantes a identificar a relevância e o contexto das mensagens, sem que estas sejam lidas completamente [Gerosa et al, 2001]. Além disso, deve haver um controle para que o fluxo de informações não seja maior do que a capacidade do indivíduo de processá-la e digeri-la, apesar desta capacidade não ser facilmente mensurável.

3. Elementos de Percepção num Ambiente de Aprendizagem Colaborativa

As informações de percepção são relevantes para o trabalho individual e em grupo (comunicação, coordenação e cooperação). Alguns exemplos de informações de percepção que são mais propícias para o trabalho individual são a informação de quais mensagens o indivíduo já leu e quais as novidades desde sua última visita. Já informações sobre quem está presente no ambiente, quem está trabalhando com um artefato, entre outras, são orientadas para o trabalho em grupo. Apesar desta separação, as informações devem ser projetadas para se complementarem e auxiliarem o trabalho individual no contexto da colaboração. Outros exemplos de informações de percepção úteis para contextualizar o participante são: o objetivo comum, o papel de cada um dentro do contexto, o que fazer, como proceder, qual o impacto das ações, até onde atuar, quem está por perto, o que o companheiro pode fazer, o que as outras pessoas estão fazendo, a localização, a origem, a importância, as relações e a autoria dos objetos de cooperação [Gutwin & Greenberg, 1999].

Elementos de percepção são os elementos da interface da aplicação por onde são disponibilizadas as informações destinadas a prover percepção. Enquanto os elementos de percepção são relacionados à interface do ambiente, a percepção em si é relativa ao ser humano. Ela envolve o reconhecimento e interpretação das informações presentes no espaço compartilhado.

Ao se projetar um groupware deve-se levar em conta estes elementos [Fuks, Raposo & Gerosa, 2002]. Deve-se prever quais informações de percepção serão necessárias, como gerá-las, reuni-

las e distribuí-las. Nesta seção serão abordados alguns destes aspectos com relação ao ambiente AulaNet.

3.1. O Ambiente AulaNet

O AulaNet³ é um ambiente gratuito baseado numa abordagem groupware para o ensino-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). Os serviços do AulaNet são organizados em serviços de comunicação, de coordenação e de cooperação, e são colocados à disposição do docente durante a criação e atualização do curso, possibilitando a ele selecionar e configurar quais ficarão disponíveis aos aprendizes.

Os serviços de comunicação fornecem as facilidades que permitem a troca 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 instantânea de mensagens 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*).

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*).

No AulaNet, os serviços de cooperação fornecem meios para a aprendizagem colaborativa [Harasim et al, 1997], para a resolução de problemas e para a co-autoria de cursos. Os 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*).

3.2. O Suporte à Percepção no Ambiente AulaNet

Nesta seção são exemplificados alguns elementos de percepção utilizados no ambiente AulaNet. As informações de percepção devem dar ao indivíduo uma visão do que ele vai encontrar em cada uma de suas opções, para que ele possa decidir em qual trabalhar e ter uma noção do todo e do volume de trabalho que ainda tem pendente. As informações de percepção também devem resumir dados de forma que o participante possa obter rapidamente a noção de quantidade e de características das informações e opções disponíveis, evitando a sobrecarga de informação.

No AulaNet, sempre que é apresentada uma lista de temas que o participante pode escolher, como no caso dos temas das aulas no *Plano de Aulas* ou dos fóruns nas *Conferências*, são mostrados a quantidade de itens não lidos e o total de itens daquele tema, conforme pode-se observar na Figura 5. Outros elementos de percepção também apresentados são o nome e a descrição do tema e o conteudista que o criou. Ao final da lista, são totalizadas as quantidades de temas, de itens e de itens não lidos ou não resolvidos.

³ <http://www.eduweb.com.br>, <http://www.les.inf.puc-rio.br/groupware>

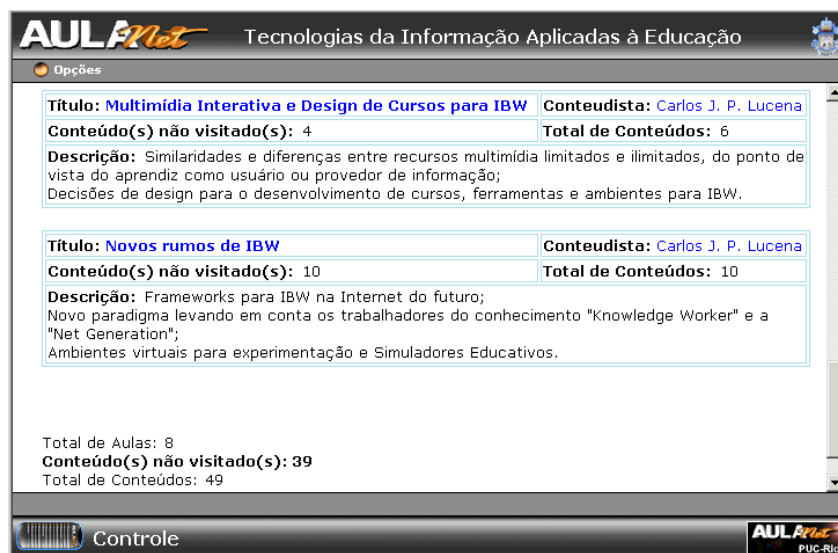


Figura 5. Plano de Aulas

Para navegar no curso, o participante tem a sua disposição um menu de serviços representado graficamente através de uma figura de controle remoto (Figura 6). Este menu fornece uma facilidade de navegação construída através da seleção prévia, feita pelo docente, dos mecanismos de comunicação, de coordenação e de cooperação. No controle remoto podemos observar várias informações de percepção. Na parte superior encontra-se o código da disciplina, oferecendo um elemento de percepção individual de localização e contexto. Os itens do controle remoto oferecem a percepção de quais são as opções disponíveis no momento para o participante, fornecendo informações individuais de navegação. Ao lado de cada item do menu, há um botão circular. Este botão muda de cor para fornecer informações sobre os serviços. Um botão azul indica o serviço que o participante selecionou, indicando sua localização. Um botão laranja claro (em destaque na Figura 6) indica que existem possíveis ações a serem tomadas no serviço. Estas ações incluem a presença de um companheiro (nos serviços de comunicação síncronos) ou novos itens a serem trabalhados, como uma nova mensagem ou conteúdo. Ao passar o mouse sobre o botão aparece o total de itens sobre os quais é provável se tomar uma ação (itens não lidos, não resolvidos ou participantes conectados). Um botão laranja escuro significa um serviço sem novidades desde o último acesso.

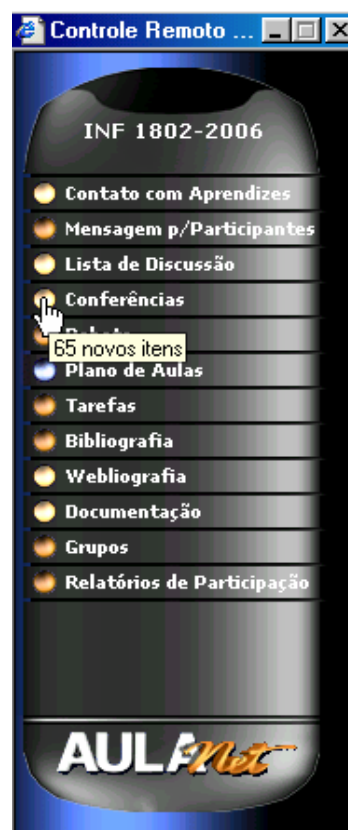


Figura 6. Controle Remoto

O serviço *Debate* do AulaNet, implementa um bate-papo textual. No Mediated Chat 1.0, observado na Figura 7, podemos observar o espaço compartilhado de informações onde as mensagens são exibidas (área à esquerda) e um elemento de expressão onde o participante fornece suas mensagens (área inferior). Além destes elementos, há um elemento de percepção voltado à coordenação: uma área onde os participantes presentes são listados, de forma a identificar quem está presente na sessão de debate (área à direita).

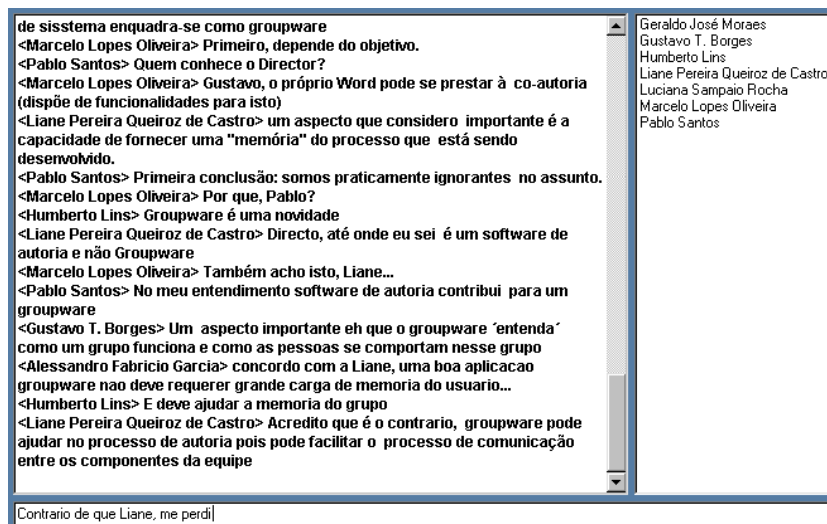


Figura 7. Serviço Debate: Mediated Chat 1.0

No serviço *Debate* mostrado acima, não há mecanismos de coordenação explícitos para organizar o grupo, deixando a coordenação a cargo do protocolo social. A ferramenta Mediated Chat 2.0 (Figura 8) foi projetada para lidar com situações onde há uma necessidade mais forte de coordenação explícita [Rezende, 2003]. Nesta ferramenta, o mediador do curso tem mecanismos de coordenação para definir qual será a dinâmica do debate, selecionando um estilo de conversação (conversação circular, votação, contribuição única, etc.). Com relação aos elementos de percepção, cada vez que o mediador altera o estilo de conversação, uma mensagem alertando sobre o novo estilo aparece na área de chat. Se o participante não puder mandar mensagens (não é o seu turno ou ele foi silenciado), seu botão é desabilitado, tornando-se acizentado. Outras informações de percepção disponíveis nesta ferramenta são: o tópico em discussão, a hora de envio da mensagem, quem são os mediadores, a ordem de contribuição, etc.

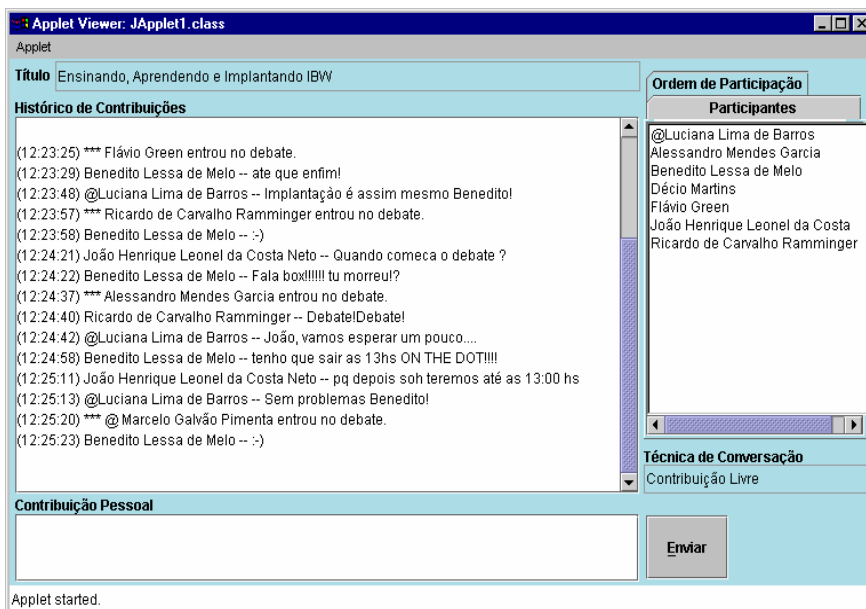


Figura 8. Serviço Debate: Mediated Chat 2.0

Ao listar as mensagens dos serviços de comunicação assíncronos do ambiente, conforme pode-se observar na Figura 9, são oferecidos elementos de percepção que disponibilizam as informações sendo transmitidas, propiciando a comunicação. Estes elementos ajudam o

participante a contextualizar as mensagens e a decidir qual acessar. São mostrados a categoria, o nome, o assunto, o autor, a data e o conceito de cada mensagem. Estas informações dão ao participante a idéia de tempo, de autoria e de conteúdo das mensagens, auxiliando a caracterizá-las. Além de contar com estas informações, as mensagens que o participante não acessou ficam em negrito, dando a indicação de uma ação a ser tomada. No caso específico das *Conferências* e do *Contato com Docentes*, onde é possível responder às mensagens, uma outra informação de percepção disponibilizada é a indentação de mensagens. Com a indentação é possível identificar as relações entre as mensagens, facilitando o entendimento do contexto. Estes elementos de percepção propiciam o trabalho individual (como por exemplo no caso da informação sobre mensagens não lidas) e em grupo (como no caso das informações sobre as mensagens dos colegas, que neste caso são os objetos de cooperação, e as *threads* de discurso). Neste caso, os elementos de percepção refletem o resultado das ações do indivíduo (*feedback*) e dos companheiros (*feedthrough*) [Dix, 1993].



Figura 9. Trecho de um diálogo nas Conferências

Ao postar uma mensagem nos serviços *Conferências* e *Lista de Discussão*, além das áreas de texto para o fornecimento do título e do corpo das mensagens, o AulaNet oferece uma lista para seleção da categoria da mensagem (Figura 10). Este elemento de expressão ajuda a transmitir parte da mensagem, já que o conjunto de categorias é escolhido pelo coordenador do curso e é de conhecimento de todos. Quando a lista de mensagens é exibida, a categoria de cada mensagem é mostrada juntamente com as outras informações, consistindo em um elemento de percepção, conforme pode ser observado na Figura 9. A categoria ajuda a identificar os tipos das mensagens e a ter uma noção da estrutura e conteúdo das *threads* de diálogo. Algumas outras informações sobre a mensagem são coletadas pelo ambiente, como por exemplo, a data de envio e o nome de remetente. Ao extrair automaticamente as informações, alivia-se os participantes de fornecê-las, o que possibilita uma maior agilidade na interação. Por outro lado, ao ter que fornecer informações sobre suas atitudes, o participante é levado a refletir antes de agir, o que é desejável principalmente na interação assíncrona [Gerosa et al., 2001].

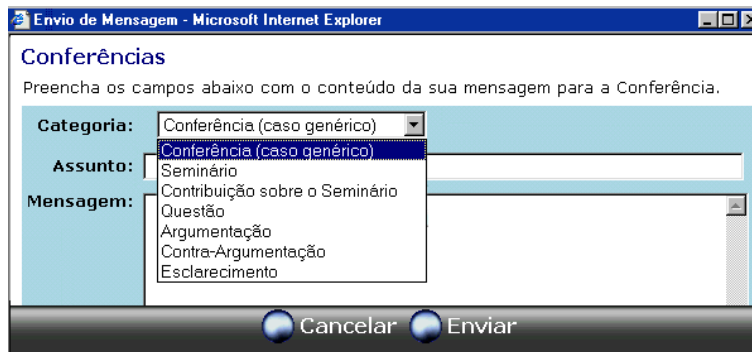


Figura 10. Postando uma mensagem na Conferência

Depois de identificadas as informações de percepção e como obtê-las, deve-se definir os elementos de percepção pelos quais elas serão reunidas e distribuídas. A escolha do meio adequado de como implementar estes elementos ajuda a evitar a sobrecarga de informação e a má interpretação dos dados. Para escolher o meio adequado, deve-se levar em consideração fatores como a importância da informação e a frequência com que ela se altera [Fuks & Assis, 2001].

No AulaNet há um serviço denominado *Acompanhamento de Participação* (Figura 11), que propicia a percepção do grupo sobre as tarefas realizadas por seus membros, fornecendo subsídio à coordenação. Os relatórios sumarizam a quantidade, extraída automaticamente pelo ambiente, e a qualidade das contribuições, fornecida pelos mediadores do curso. Cada contribuição – mensagens, participação em debates, submissão de conteúdos e resolução de tarefas – são conceituadas e, na sua maioria, comentada pelos docentes. Os relatórios oferecem o conceito médio dos participantes por serviço, a porcentagem média de contribuições efetivas, a frequência de participações nos debates, o número de contribuições dos participantes por serviço e relatórios detalhados de cada serviço do curso. Estes relatórios possibilitam ao aprendiz conferir seu desempenho e compará-lo com o dos colegas, através de informações atualizadas continuamente. Além disso, ajudam os participantes a se conhecerem melhor, a terem uma noção do andamento do curso, se situando nele, e a escolherem seus companheiros para formação de grupos. Também fornecem subsídios para que o mediador organize, motive e avalie os aprendizes e cobre tarefas pendentes.

Figura 11. Relatório de participação mostrando a utilização das categorias

Vale lembrar que para obter informações de percepção sobre as interações entre os participantes e entre estes e os artefatos do trabalho, elas devem acontecer no ambiente. Comunicações diretas, sem utilizar o ambiente como meio, não são registradas, contabilizadas e processadas.

Algumas informações de percepção precisam ser aprovadas para que sejam consideradas. No AulaNet isto ocorre por exemplo na co-autoria de aprendiz e nas sessões de debate. Na co-autoria, o aprendiz submete um conteúdo por ele produzido para fazer parte do curso. Porém, o conteúdo só passa a ser considerado e contabilizado para o aprendiz, após aprovação do coordenador do curso. No debate, as sessões só são registradas quando o mediador do curso explicitamente o faz.

3.3. Opinião dos Aprendizes sobre os Elementos de Percepção do Ambiente

Nesta seção serão relatados alguns comentários sobre o suporte à percepção no AulaNet feitos pelos aprendizes do curso Tecnologias de Informação Aplicadas à Educação [Fuks et al., 2001], que é ministrado completamente à distância pelo ambiente AulaNet. Os comentários foram colhidos das mensagens da *Lista de Discussão*, das *Conferências* e dos formulários de avaliação de quatro edições semestrais do curso.

O controle remoto foi um dos itens mais citados. *“Os elementos adotados, principalmente a mudança de cor no controle remoto para indicar tarefas não concluídas e a exibição da quantidade de itens não lidos, facilitam o aprendiz a se organizar e a otimizar seu tempo no ambiente. A mudança de cor para indicar as novidades evita o tempo desperdiçado a procura delas.”* *“Para mim, os elementos de percepção mais úteis são aqueles fornecidos pelo controle remoto, porque me avisam onde estão informações novas para mim e facilitam a minha organização, no sentido de o que fazer (visitar) primeiro.”*

A indentação e a categorização de mensagens também foram citadas como formas de prover informações de percepção que ajudam a caracterizar as mensagens. *“Achei a categorização muito importante e interessante, pois ela facilita a troca de mensagens entre os participantes do curso e permite a diferenciação dos tipos de mensagens.”* *“Eu acho que melhora muito a organização. Você sabe onde achar o que deseja, e facilita a navegação pelas mensagens.”* *“Acho que coloca certa ordem na casa. Se não houvesse categorias, teria que abrir mensagem por mensagem para saber do que se trata.”* *“A indentação das mensagens é um ótimo auxílio ao aprendiz, pois visualmente ficam caracterizados o relacionamentos entre as mensagens.”*

De acordo com os aprendizes, a marcação das mensagens já lidas e dos conteúdos já visitados foi importante para eles poderem se organizar. *“Os mecanismos de maior ajuda são os marcadores de mensagens não lidas em negrito, pois evita que se leia a mesma mensagem mais de uma vez”.* *“A marcação das mensagens lidas são um ótimo auxílio ao aprendiz. Organiza as mensagens e diminui a carga cognitiva.”* Eles também citaram que a totalização de itens na entrada das Conferências ajudaram a economizar tempo com navegação desnecessária. *“Através da quantidade de mensagens não lidas na página principal das Conferências dá para avaliar a necessidade de entrar na Conferência ou não, sem precisar de navegação”.*

Um serviço, que de acordo com os aprendizes, carece de elementos de percepção é o Debate. Faltam elementos para perceber quem está ausente: *“A lista de participantes possibilita a rápida percepção da quantidade e de quem está na sala; mas não possibilita perceber explicitamente quais são os alunos que estão faltando.”* O contexto das mensagens: *“A barra de rolagem possibilita perceber a quantidade de mensagens já enviadas (inversamente proporcional ao tamanho da mesma), e também possibilita estimar a posição temporal de cada mensagem na sessão, porém poderia deixar estas informações mais explícitas.”* Reações dos companheiros: *“Numa conversa face-a-face, é possível perceber o interesse, a compreensão e a afetividade através de expressões faciais, de gestos, risos, recursos paralingüísticos (ahã, humm), porém no Debate não há recursos para isto.”* E outros: *“Não há distinção das mensagens emitidas pelo participante e as destinadas a ele; não há elementos*

para perceber se o participante está falando muito ou pouco, quem está falando com quem e quais as relações entre as mensagens; não há recursos para chamar atenção de determinadas mensagens; e não há percepção explícita de quanto tempo já decorreu e quanto falta para o término.”

Os aprendizes sentiram falta de informações de percepção relacionadas à aprendizagem: o que cada um aprendeu, o que falta aprender, o que o companheiro sabe, etc. Algumas outras informações de percepção que foram relatadas como ausentes são: notificação de quando o destinatário recebeu uma mensagem; notificação por correio eletrônico de mensagens das *Conferências*; número de conexões e tempo que o participante está conectado no ambiente; e tamanho e tipo dos conteúdos. Alguns aprendizes sugeriram que ao entrar fossem disponibilizadas as novidades desde sua última visita e que houvesse uma forma de grifar as mensagens das *Conferências* que fossem de seu interesse.

4. Conclusão

De acordo com o modelo de colaboração 3C apresentado na Seção 2, para trabalhar colaborativamente um indivíduo tem que dialogar (se comunicar), estar em sintonia com os outros membros do grupo (se coordenar) e operar em conjunto num espaço compartilhado (cooperar). Em cada relacionamento há o estímulo fornecido pelas informações de percepção. Tendo percepção das atividades dos companheiros e dos impactos que ocorrem no conhecimento gerado pela cooperação, as pessoas terão informações que auxiliam sua sincronização, coordenando-se em torno de seus contextos individuais [Fuks & Assis, 2001].

Um projeto adequado dos elementos de percepção a serem utilizados numa aplicação faz os participantes terem disponíveis as informações que necessitam para prosseguir seu trabalho. Isto reduz a chance do participante interromper seus colegas para solicitar informações já disponíveis no ambiente [Segal, 1994]. Porém, não é possível ao projetista definir a priori quais elementos de percepção serão adequados e suficientes. Este processo deve ser contínuo e experimental para que os elementos sejam adaptados às reais necessidades dos indivíduos. Vale lembrar também que cada um tem suas capacidades, necessidades e preferências. Portanto os elementos devem ter flexibilidade o suficiente para se adequarem às diferentes personalidades, mas sem complicar em demasia o uso do ambiente e sem distorcê-lo. Deve-se também tomar o cuidado de controlar o fluxo e a quantidade de informações de percepção a serem disponibilizadas para não causar sobrecarga de informação nos indivíduos.

Em alguns casos o ambiente deve prover algum controle sobre as informações, de forma que os usuários ajustem o recebimento das mesmas às suas preferências e disponibilidade, evitando por exemplo que em momentos em que eles estejam muito ocupados, sejam interrompidos ou distraídos por informações não tão relevantes. Além disto, é necessário um controle com relação à privacidade, para que os indivíduos possam decidir quais informações podem ser capturadas ou disponibilizadas para outras pessoas.

O projetista de um ambiente digital deve prever quais informações de percepção são relevantes, como elas podem ser capturadas ou geradas, onde elementos de percepção são necessários, de que forma apresentá-los e qual controle os indivíduos terão sobre eles. Deve-se tomar cuidado em todas as etapas para não comprometer a fluidez da colaboração. Alguns aspectos que devem ser observado são finalidade, tempo, escopo, abstração, agregação, perspectiva, forma de fornecimento, personalização, entre outros [Mendoza-Chapa, 2000][Gross, 1997][Brinck & McDaniel, 1997]. Para levantar as informações deve-se fazer perguntas como “quem, o quê, onde, quando e como” buscando identificar as necessidades dos usuários.

O excesso de informações pode causar sobrecarga e atrapalhar. A escolha do meio adequado de como implementar estes elementos e a utilização de filtros e a personalização do recebimento das informações ajudam a evitar a sobrecarga e a má interpretação dos dados. Nem sempre todas as informações devem ser apresentadas ao grupo. Algumas vezes, elas devem ficar disponíveis num repositório apropriado ou até mesmo serem descartadas. Da mesma forma, algumas informações são imprescindíveis e devem ser incondicionalmente apresentadas [David & Borges, 2001].

O modo apropriado, se existir, de como construir a interface que disponibiliza as informações de percepção, foge ao escopo deste trabalho. Devem ser levados em conta aspectos de projeto gráfico, as mídias a serem utilizadas, aspectos cognitivos, como chamar atenção para determinados elementos, entre outros. Cabe sempre lembrar também que questões culturais influenciam na forma como os indivíduos interpretam as informações e que mais de uma informação pode ser disponibilizada em um único elemento de percepção.

O desenvolvimento e a utilização do ambiente AulaNet serviram como base para a geração e experimentação das idéias contidas neste artigo. Em [Fuks et al, 2002b] pode ser encontrado o relato de experimentos relacionados à estruturação e categorização de mensagens, visando a organização do espaço compartilhado de informações através do fornecimento de informações de percepção sobre as mensagens trocadas num grupo de aprendizagem.

5. Agradecimentos

O Projeto AulaNet é parcialmente financiado pela Fundação Padre Leonel Franca e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia através do PRONEX bolsa nº 76.97.1029.00 (3366), e também através do projeto Sistemas Multi-Agentes para a Engenharia de Software (ESSMA) bolsa nº 552068/2002-0. Também é financiado pelas bolsas individuais do CNPq: Carlos J. P. de Lucena nº 300031/92-0, Hugo Fuks nº 303055/02-2 e Marco A. Gerosa nº 140103/02-3.

6. Referências

- Benbunan-Fich, R. & Hiltz, S. R. (1999), "Impacts of Asynchronous Learning Networks on Individual and Group Problem Solving: A Field Experiment", *Group Decision and Negotiation*, Vol.8, pp. 409-426, 1999.
- Borges, M.R. & Pino, J.A. (1999) "Awareness mechanisms for coordination in asynchronous CSCW", *Procs. of the 9th Workshop on Information Technologies and Systems (WITS'99)*, 1999, pp. 69-74.
- Brinck, T. & McDaniel, S. E. (1997), "Awareness in Colaborative Systems", *Workshop Report*, SIGCHI Bulletin.
- Daft, R.L. and Lengel, R.H. (1986) "Organizational information requirements, media richness and structural design", *Organizational Science*, 32/5: 554-571
- David, J.M.N. & Borges, M.R.S. (2001), "Selectivity of awareness components in asynchronous CSCW environments", *Proceedings of 7th International Workshop on Groupware – CRIWG 2001*, IEEE, 6-8 September 2001, Darmstadt, Germany
- Dix, A. (1993), *Human-Computer Interaction*, Academic Press, 1993.
- Dourish, P. & Bellotti, V. (1992), "Awareness and coordination in shared workspaces", *Proceedings of CSCW'92*, Chapel Hill NC, 1992.

- Fuks, H. & Assis, R.L. (2001) "Facilitating Perception on Virtual Learningware-based Environments", *The Journal of Systems and Information Technology*, Vol 5., No. 1, ISSN 1328-7265, Edith Cowan University, pp. 93-113
- Fuks, H., Gerosa, M.A. & Lucena, C.J.P. (2001), "Sobre o desenvolvimento e aplicação de cursos totalmente a distância na Internet", *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Sociedade Brasileira de Computação, N9, Setembro 2001, ISSN 1414-5685, pp 61-75
- Fuks, H., Gerosa, M.A. & Lucena, C.J.P. (2002a), "The Development and Application of Distance Learning on the Internet", *The Journal of Open and Distance Learning*, Vol. 17, N. 1, ISSN 0268-0513, February 2002, pp. 23-38
- Fuks, H., Gerosa, M.A. & Lucena, C.J.P. (2002b), "Usando a Categorização e Estruturação de Mensagens Textuais em Cursos pelo Ambiente AulaNet", *Revista Brasileira de Informática na Educação*, V10, N1, Abril 2002, ISSN 1414-5685, Sociedade Brasileira de Computação, pp. 31 a 44
- 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. (a ser publicado)
- 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.
- Fuks, H., Raposo, A.B., Gerosa, M.A. & Lucena, C.J.P. (2002), "O Modelo de Colaboração 3C e a Engenharia de Groupware", *Monografias em Ciência da Computação no. 17/02*, PUC-Rio, Rio de Janeiro, ISSN 0103-9741.
- Fussell, S. R. et alli. (1998). "Coordination, overload and team performance: effects of team communication strategies", *Proceedings of CSCW '98*, Chapel Hill NC, pp 275-284, 1998.
- Gerosa, M.A., Fuks, H. & 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", *7th International Workshop on Groupware - CRIWG 2001*, IEEE, 6-8 September Darmstadt, Germany, pp 136-141.
- Gross, T. (1997), "Towards flexible support for cooperation: group awareness in shared workspaces", *DEXA '97*, França, IEEE, Los Alamitos, CA, pp. 406-411, 1997.
- Gutwin, C. & Greenberg, S. (1999), "A framework of awareness for small groups in shared-workspace groupware", *Technical Report 99-1*, Saskatchewan University, 1999
- Gutwin, C., Stark, G. & Greenberg, S. (1995) "Support for workspace awareness in educational groupware". *Computer Support for Collaborative Learning*, Lawrence Erlbaum Associates, New York, 1995, pp. 147-156.
- Harasim, L., Hiltz, S. R., Teles, L., & Turoff, M. (1997), *Learning networks: A field guide to teaching and online learning*, 3rd ed., MIT Press, 1997.
- Kraut, R. E., & Attewell, P. (1997), "Media use in global corporation: eletronic mail and organizational knowledge", *Research milestone on the information highway*, Mahwah, NJ: Erlbaum, 1997.
- Long, B. and 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
- McGrath, J. & Altman, I. (1966), *Small group research: a synthesis and a critique of the field*, New York: Holt, Rinehart and Winston.

- Mendonza-Chapa, S., Romero-Salcedo, M., & Oktaba, H. (2000), "Group awareness support in collaborative writing systems", *Proceedings of CRIWG 2000*, Portugal. pp. 19-26.
- Neisser, U. (1976), *Cognition and Reality*, Ed. W.H. Freeman, San Francisco.
- Putnan, L. L., & Poole, M. S. (1987), "Conflict and Negotiation", *Handbook of organizational Communication: An Interdisciplinary Perspective*, Newbury Park, 549-599.
- 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", *7th International Workshop on Groupware - CRIWG 2001*, September 2001, Germany
- Rezende, J.L. (2003) *Aplicando Técnicas de Comunicação para a Facilitação de Debates no Ambiente AulaNet*. Dissertação de Mestrado, PUC-Rio. Março 2003.
- Salomon, G. & Globerson, T. (1989). "When Teams do not Function the Way They Ought to", *Journal of Educational Research*, 13, (1), pp. 89-100, 1989.
- Schrage, M. (1995). *No more teams! Mastering the dynamics of creative collaboration*, Nova York, EUA: Currency Doubleday
- Segal, L. (1994), "Effects of Checklist Interface on Non-Verbal Crew Communications", *Contractor Report 177639*, NASA Ames Research Center, 1994.
- Shum, S.B. and Hammond, N. (1994) "Argumentation-based design rationale: what use at what cost?", *Human-Computer Studies*, USA, 40, p. 603-652.
- Simon, H.A. (1996), *Models of my life*, MIT Press, ISBN 0-262-69185-X
- Turoff, M. & Hiltz, S. R. (1982), "Computer Support for Group versus Individual Decisions", *IEEE Transactions on Communications*, 30, (1), pp 82-91, 1982.
- Winograd, T. & Flores, F. (1987), *Understanding Computers and Cognition*, Addison-Wesley, USA.