Um *Framework* Conceitual de Percepção para Ambientes Virtuais utilizando a Tecnologia *Groupware*

Rodrigo Lemos de Assis
Hugo Fuks

Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rua Marquês de São Vicente, 225, 22453-900. Rio de Janeiro, Brasil.

[lassis, hugo]@inf.puc-rio.br

PUC-RioInf.MCC01/00. Janeiro de 2000.

RESUMO

O suporte à percepção das ações de outras pessoas aperfeiçoa a utilização de ambientes virtuais *groupware*. Neste artigo é desenvolvida uma teoria sobre percepção. Um *framework* conceitual é apresentado para discutir algumas questões de projetos em *groupware*: qual informação fornecer, como provê-la e como dar aos indivíduos, o controle da informação (se pode ser visualizada, alterada e etc.). O *framework* proposto estende as pesquisas existentes na área. Ele provê projetistas com um vocabulário e um conjunto de regras fundamentais na análise de situações de trabalho que aperfeiçoem a coordenação.

Palavras-chave: percepção, *groupware*, *framework*, comunicação, coordenação, cooperação.

ABSTRACT

We believe that supporting awareness of other person's actions improves the performance of groupware environments. In this article, a theory of awareness is developed. A conceptual framework is presented to address some groupware design issues: what information to track, how to provide it and how to manage the control of it. The proposed framework extends existing research. It provides designers with a vocabulary and a set of ground rules for analysing working situations in order to improve coordination.

Keywords: awareness, groupware, framework, comunication, coordination, cooperation.

Capítulo 1. INTRODUÇÃO

O estudo sobre percepção realizado na área de *CSCW* encontra-se em um estágio avançado com conceitos bem estabelecidos e com uma série de produtos comerciais e protótipos de pesquisa desenvolvidos que se utilizam destes conceitos. Há uma série de sistemas que simulam os espaços físicos de trabalho [Sohlenkamp & Chwelos 1994], sistemas de correio eletrônico para comunicação assíncrona [Fussell et al. 1998] e *toolkits* para o desenvolvimento cooperativo de documentos, desenhos, entre outros [Roseman & Greenberg 1992].

Percepção pode ser definida a princípio como a consciência que alguém tem sobre o que outras pessoas estão fazendo, mesmo quando não estão se comunicando diretamente [Brinck & McDaniel 1997]. O ato de perceber é fundamental para a coordenação com outros indivíduos em tarefas cooperativas onde a comunicação direta nem sempre ocorre. Percepção também se refere a formas indiretas de comunicação mesmo que esta envolva comunicação direta. Por exemplo, fazer deduções ou suposições sobre o que outra pessoa está fazendo baseado nas informações que estão sendo transmitidas ou nos gestos que estão sendo realizados no espaço em que compartilham.

É interessante ressaltar as situações que entram em cena quando um estudo sobre percepção é realizado. Primeiramente, há a relação entre pessoas dentro de um ambiente de cooperação. Este ambiente deve possibilitar o entendimento sobre a interação entre seus membros de forma que os indivíduos interpretem eventos e prevejam possíveis necessidades. O ambiente também deve possibilitar interações de forma apropriada, o que significa que as informações devem ser transmitidas de maneira organizada para impedir uma interpretação errônea dos dados. Uma segunda situação é o ciclo contínuo de retirada e reposição de informação no ambiente de cooperação. As informações presentes neste ciclo, poderão se tornar parte do conhecimento mútuo do grupo que lida com elas, orientando novas idéias ou refinando as já existentes.

A manutenção da percepção dentro de um ambiente de trabalho envolve vários aspectos cognitivos relativos à habilidade humana. Enquanto a interação entre pessoas e ambiente dentro de uma situação face-a-face parece natural, visto que sentidos como visão e audição estão disponíveis em sua plenitude, a situação fica muito menos clara quando há a tentativa de fornecer suporte à percepção em sistemas *groupware*. As referências apresentadas no início deste artigo, assim como outras, fornecem diversas alternativas para solucionar estes problemas. Estas alternativas apoiarão o desenvolvimento deste trabalho.

A abordagem *groupware* baseada em comunicação – coordenação – cooperação [Lucena et al. 1998] é adotada por este trabalho para tratar percepção em ambientes onde o conhecimento é compartilhado. Inicialmente, será feita uma breve explanação sobre *framework* em engenharia de *software*. Em seguida, a percepção será abordada com relação a comunicação, coordenação e cooperação. Por fim, é apresentado um *framework* conceitual de percepção para auxiliar no desenvolvimento de virtuais *groupware*.

Capítulo 2. *FRAMEWORK* EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

O aproveitamento de *software* já existente tem sido o objetivo da engenharia de *software* nos últimos anos. Um alto grau de aproveitamento de dados em aplicações foi obtido a partir de experiências com *framework*. No desenvolvimento de *software* complexos o uso de *framework* é cada vez mais comum [Mattsson & Bosch 1998]. Dados os novos requerimentos de qualidade e desenvolvimento de *software*, o papel do *framework* no projeto da arquitetura do *software* tem evoluído de diferentes maneiras.

Um *framework* usualmente define a estrutura completa de toda uma família de problemas correlacionados. O desenvolvedor se torna responsável por configurar o *framework* para uma aplicação em particular.

Usualmente, um *framework* é utilizado como um conjunto de classes que carregam um *design* abstrato e possuem funcionalidades que podem ser aproveitadas em um domínio específico de aplicação. A parte principal do *framework*, usualmente chamada de núcleo ou *kernel*, representa a similaridade entre as aplicações. O comportamento específico é implementado pelos pontos de flexibilização ou *hot-spots*. O núcleo do *framework* capta o controle geral da aplicação. Os pontos de flexibilização devem ser instanciados para o domínio da aplicação em questão. Esta arquitetura pode ser visualizada na Figura 1.

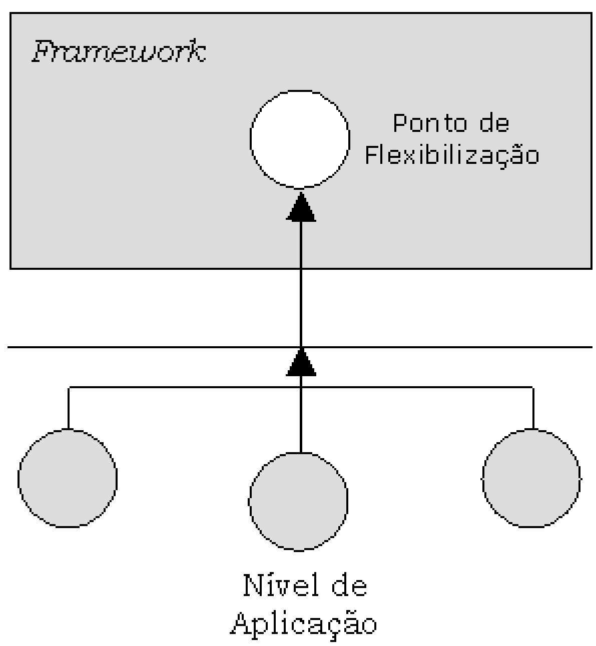

Figura 1 – O mecanismo de *hot-spot* como ponto de flexibilização de um *framework*.

Uma abordagem ainda mais abstrata ou conceitual será utilizada como parte deste trabalho. Esta abordagem define os requisitos a serem aplicados em um domínio específico de aplicações. É uma fase anterior ao projeto de um *framework* orientado a objetos. Um *framework* conceitual é um modelo que especifica os elementos e requisitos compreendidos nos possíveis cenários do domínio de aplicação [Gutwin et al. 1996]. A Figura 2 apresenta o ciclo de desenvolvimento de uma aplicação baseado em um *framework* conceitual.

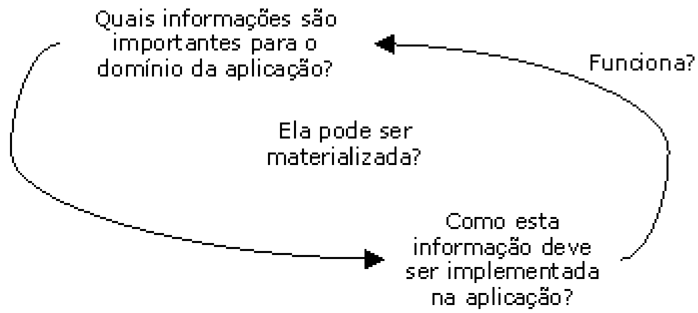

Figura 2 – Ciclo de desenvolvimento de uma aplicação baseada em um *framework* conceitual.

A próxima seção relaciona o conceito de percepção com a abordagem de comunicação, coordenação e cooperação. A seção 4 apresenta um *framework* conceitual de percepção para ambientes virtuais utilizando a tecnologia *groupware*. Na seção 5 encontram-se as considerações finais deste trabalho. A seção 6 lista as referências bibliográficas utilizados na concepção deste artigo.

Capítulo 3. PERCEPÇÃO E A TECNOLOGIA *GROUPWARE*

Nesta seção, será definido um paralelo entre: a necessidade de atenção e ciência para promover o entendimento de uma tarefa, de uma informação ou de um objetivo dentro de um ambiente de trabalho; e os conceitos fundamentais de *groupware*. Os pontos de interseção de percepção com cada um dos mecanismos serão discriminados da seguinte forma: análise de onde há a necessidade de alguma informação de percepção; análise da informação de percepção que pode ser gerada.

Estes dados serão úteis para integração de percepção com os mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação em um ambiente *groupware*.

3.1 PERCEPÇÃO NA COMUNICAÇÃO

Primeiramente, tentar-se-á estabelecer certas situações que ocorrem no cenário de comunicação face-a-face. Delvin e Rosenberg em *Language at Work* [Delvin & Rosenberg 1996] afirmam que um dos aspectos mais importantes da comunicação face-a-face a ser levado em consideração é o conhecimento pessoal que cada indivíduo traz para a conversação e as práticas cooperativas, como a linguagem das mãos, que as pessoas desenvolvem de forma a coordenar a variedade de conhecimentos individuais. O entendimento mútuo seria então adquirido como resultado de tal prática cooperativa que acontece no decorrer da conversação.

O contexto cultural influencia a forma das expressões de linguagem produzidas pelo comunicador. O receptor, da mesma forma, o utiliza para interpretar o que foi comunicado. Este contexto apresenta a razão para utilização das estruturas de linguagem que estão no domínio. O domínio fornece dados sobre os indivíduos que realizam a comunicação (emissores e receptores). Estes indivíduos trazem seus objetivos e propósitos para comunicação para dar suporte a seus conhecimentos individuais, de forma a organizar e manter as práticas cooperativas envolvidas na comunicação. Todo tipo de interpretação que os indivíduos realizam sobre as informações que lhes são apresentadas mostram que estes fazem uso sistemático de seu conhecimento sobre o mundo. Este conhecimento interage continuamente com todos os tipos de expressões, dando a elas sua própria importância e significado.

Por exemplo, quando interagindo, independentemente de estarem trabalhando ou não, as pessoas se baseiam em entendimentos compartilhados do “domínio de conversação”. Este domínio provê conhecimento suficiente para possibilitar que os participantes se comuniquem com um mínimo de palavras e com um esforço consciente e objetivo. Quando se comunicam, as pessoas geralmente não estão cientes das expressões ou da conversação em sua totalidade, porque sua atenção está voltada para o propósito e para os efeitos das mensagens. Esta situação é verdade em circunstâncias normais, porém, quando há algum tipo de confusão ou outro problema, o conhecimento sobre as estruturas de linguagem utilizadas é imediatamente trazido como foco central, numa tentativa de reparar o desentendimento. Os termos ou expressões especiais de uma conversação são alguns dos recursos em que os indivíduos se baseiam para interpretar informações e/ou ações. Isto caracteriza o aspecto cultural envolvido na conversação.

As estruturas cognitivas criadas dentro do domínio de conversação são utilizadas para criar um canal de percepção. O comunicador e o receptor invariavelmente usam o conhecimento que vivenciam para interpretar as informações recebidas. Este canal de percepção é formado pelas informações que podem ser percebidas no ambiente onde ocorre a conversação para que haja entendimento no momento da comunicação. Conclui-se que o canal de percepção estará sempre implícito no domínio de comunicação. Estruturas cognitivas são estruturas onde os indivíduos envolvidos na conversação retiram informações para entender o assuntos em questão. Estas estruturas são constituídas por todas as informações transmitidas na conversação, sendo por gestos, mímicas ou qualquer outro recurso utilizado para expressar um determinado assunto.

O domínio de conversação pode ser visualizado na Figura 3.

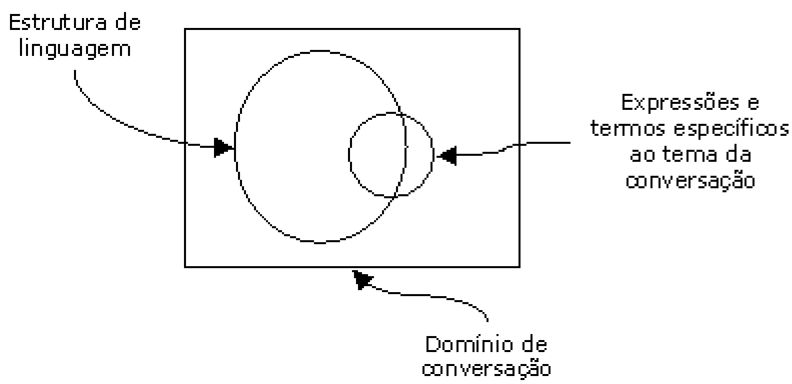

Figura 3 – Domínio de conversação presente na comunicação face-a-face.

O que se pode observar na Figura é que nem todas os termos específicos ao tema em questão estão na estrutura da linguagem utilizada. Por exemplo, se a estrutura de linguagem fosse a língua portuguesa e na conversação alguns termos em francês ou inglês fossem utilizados para facilitar a comunicação.

3.1.1 *Requisitos para Comunicação*

A situação descrita acima ocorre somente quando em um canal de comunicação com a informação seguindo de um emissor *A* para um receptor *B*, ocorre participação ativa de *B*, de forma que este esteja atento aos elementos presentes nas informações fornecidas pelo emissor *A*. Este é um dos requisitos que propiciam que um canal de percepção seja estabelecido entre estes dois indivíduos, proporcionado o entendimento e, como conseqüência, a cooperação. Este raciocínio leva a conclusão que a comunicação somente terá sucesso se houver a união de:

- **Atenção** à interação entre emissor e receptor;
- **Ciência** de ambos os indivíduos envolvidos sobre a estrutura de linguagem utilizada na comunicação, como se estas fossem as regras para o "jogo da comunicação".
- **Ciência** sobre algumas das expressões e termos peculiares ao tema da comunicação. O tema da conversação é conhecido no mundo da computação como domínio da aplicação.

Com atenção e ciência, a comunicação terá sucesso e implicará o entendimento sobre o conteúdo transmitido. Conclui-se então, que implícito no canal de comunicação aberto está o canal de percepção, o qual fornecerá elementos para a realização da comunicação. Na próxima seção, os passos para o estabelecimento da comunicação serão melhor explicitados.

3.1.2 *Estabelecendo a Comunicação*

Antes que um indivíduo *A* estabeleça um canal de comunicação com um indivíduo *B*, este indivíduo *B* deve começar a interagir com ele de forma a se tornar um dos pontos do canal de comunicação. A interação será iniciada a partir da confirmação dada pelo receptor e sinalizada através de sua atenção.

A necessidade de participação ativa do receptor da informação por meio de sua atenção é o que define o inicio da interação entre dois pontos de um canal de comunicação, como discutido na seção 3.1.

O segundo passo da comunicação é a ciência sobre a estrutura de linguagem e sobre expressões e termos que estão sendo utilizados para transmissão da informação dentro do domínio da conversação. Somente a atenção não vai produzir efeito no entendimento do conteúdo da comunicação.

Um exemplo para esta afirmação seriam duas pessoas de nacionalidades diferentes tentando se comunicar. Suponha um indivíduo que não entende nada de russo. Mesmo que ele esteja atento a todas as palavras faladas neste idioma por outro indivíduo, além das mímicas utilizadas, ele provavelmente não conseguirá entender qual o conteúdo da mensagem transmitida. Ocorrerá a confusão mencionada na seção 3.1. Sem ter ciência sobre a estrutura de linguagem no qual se baseia a conversação, a comunicação, como desejada, deixa de ter sucesso.

A falta de ciência sobre o significado de alguns dos termos específicos ao tema em questão, também pode causar falta de entendimento na conversação. Para exemplificar, imagine uma conversação entre duas pessoas sobre um ramo da área de informática. Suponha que os dois indivíduos envolvidos na comunicação sejam de áreas diferentes: um especialista em componentes de *hardware A* e outro especialista em *groupware*. Se *A* constrói uma frase que faz referência à "memória", por exemplo, é bastante provável que ocorra um problema na comunicação. O significado do termo memória difere nas duas áreas. O fato é que *B*, apesar de conhecer a estrutura de linguagem da comunicação, pode não ter o mesmo entendimento sobre uma das expressões presentes na mensagem e peculiar ao tema da conversação.

Estes exemplos ilustram a necessidade dos requisitos mostrados anteriormente (atenção e ciência) dentro da comunicação. O último passo da comunicação é o entendimento da mensagem que está sendo transmitida. Porém, isto só ocorrerá se a linguagem utilizada for compreendida pelo receptor e se este estiver disposto a receber as informações.

3.1.3 *Comunicação Assíncrona e Distribuída*

Até o momento, a seção abordava comunicação face-a-face, que é um dos tipos de comunicação síncrona. Comunicação síncrona é entendida como comunicação em tempo real, onde os estímulos são percebidos quase no mesmo momento em que são realizados. Entretanto, há também a comunicação assíncrona, onde as informações não são percebidas no mesmo momento em que são transmitidas. É o caso do correio eletrônico, das mensagens em secretárias eletrônicas, entre outros.

O conceito de conversação apresentado pode ser estendido para comunicação de uma maneira mais genérica. Assim, estar-se-á englobando o assincronismo, a comunicação dentro de um ambiente de trabalho compartilhado e etc. É a migração do cenário face-a-face para a comunicação em qualquer lugar e a qualquer tempo, além de criar um novo domínio mais genérico do que o de conversação, o "domínio de comunicação". Este novo cenário apresenta novos veículos para transmissão de informação e novos contextos para o compartilhamento de conhecimentos.

A comunicação assíncrona e distribuída também seguirá os mesmos passos e necessitará dos mesmos requisitos do modelo face-a-face para se concretizar. As estruturas de linguagem utilizadas nesta comunicação deverão estar presentes para o entendimento do conteúdo transmitido. Entretanto, para que tal fato ocorra se faz necessário um novo requisito: o conhecimento da utilização das novas mídias, que passam a fazer parte do domínio de comunicação.

Fussell, R. Susan et al. em *Coordination, Overload and Team Performance: Effects of Team Communication Strategies* [Fussell et al. 1998] faz um estudo sobre estratégias de comunicação utilizando tecnologia digital. É argumentado que "*os participantes de uma equipe de trabalho devem se comunicar direta e extensivamente para se coordenar com sucesso para realização de tarefas interdependentes ou ainda não completamente descritas*". O relacionamento entre esta nova percepção gerada com a coordenação sobre o trabalho e/ou sobre algum objetivo será analisada na próxima seção.

3.2 PERCEPÇÃO NA COORDENAÇÃO

Quando decisões e êxitos dependem da integração de esforços de diferentes membros de um grupo, é importante que cada membro conheça o progresso do trabalho de seus companheiros – o que falta para o término, resultados preliminares e etc. Por este motivo, um ambiente *groupware* deve prover informações a seus membros sobre o que fazer e sobre o que seus companheiros estão fazendo.

O termo informação de percepção é utilizado para descrever esse monitoramento do progresso das atividades ou produções do grupo. Paul Dourish e Victoria Belloti em *Awareness and Coordination in Shared Workspaces* [Dourish & Belloti 1992] expõem que esta informação, essencialmente, forma um contexto para o trabalho individual, tendo como comparação as atividades do restante do grupo. Este contexto é utilizado para garantir que as contribuições estabelecidas são apropriadas às atividades do grupo e ao processo de trabalho cooperativo. Na mesma referência, encontra-se ainda a seguinte afirmação: "*sem tal contexto, os indivíduos não podem medir a qualidade de seu próprio trabalho com respeito aos objetivos e progressos do grupo*".

Outra situação em que devem ser apresentadas informações de percepção, ocorre quando um indivíduo necessita saber o que fazer para prosseguir seu trabalho. Este tipo de informação nem sempre está agregada ao conhecimento sobre o trabalho do restante do grupo. Neste caso, há a necessidade da utilização de algum mecanismo de comunicação, ou da disponibilidade de algum repositório com estas informações no ambiente, que indique quais passos tomar.

Na prática, o canal de percepção implícito neste mecanismo deve conter alguma informação, escrita ou falada, ícones, fotos, diagramas e etc. O entendimento sobre a informação transmitida deverá ser obtido pelo reconhecimento de algum destes elementos ou pela combinação deles, dependendo da situação. A informação de percepção gerada pela comunicação dentro de um ambiente de trabalho servirá para coordenação do grupo se estiver apresentada de uma maneira clara e ordenada [Fussell et al. 1998].

Com relação a coordenação, pode-se concluir que as informações de percepção tentarão responder às seguintes questões: "O que está acontecendo?"; e "O que devo fazer em seguida?".

As respostas para estas perguntas necessitam que alguns requisitos sejam elicitados para que não ocorram problemas com os membros da equipe, dentro de seus contextos individuais de trabalho. A coordenação sobre algum objeto de cooperação será obtido pelas informações de percepção, como mencionado anteriormente. Contudo, informações mal apresentadas implicam interpretações incorretas sobre quais atitudes tomar ou sobre o progresso de um determinado trabalho. Por objeto de cooperação entende-se alguma meta estabelecida para o trabalho que deve ser alcançada. Na subseção seguinte serão apresentados os requisitos necessários à coordenação em torno de um objeto de cooperação.

3.2.1 *Requisitos para Coordenação*

Quando o grupo está localizado no mesmo espaço físico, seus membros podem se manter cientes da situação das atividades bastando estarem atentas aos acontecimentos que ocorrem a sua volta. Entretanto, há custos desnecessários com dispersões decorrentes da participação em comunicações alheias.

Em cenários distribuídos e mediados por computador, há um novo elemento onde informações poderão ser adquiridas: a mídia digital. Além da utilização de ferramentas de comunicação, como o correio eletrônico, vários outros artefatos podem ser desenvolvidos e até integrados para criar um ambiente virtual de trabalho [Sohlenkamp & Chwelos 1994]. Nestes ambientes, novas formas para gerenciar informações ocorrerão. A interação Humano-Computador deve ser levada em consideração no momento da apresentação dos dados a serem analisados pelos atores do ambiente, assim como em toda a concepção do sistema *groupware*.

O modo correto, se existir, de como construir uma interface que, por exemplo, chame satisfatoriamente a atenção de um membro de uma equipe de trabalho para uma determinada informação, foge ao escopo deste artigo e não será explicitamente tratada dentro deste trabalho. Porém, diversos são os elementos que devem ser levados em consideração na construção desta interface e na construção de utilitários voltados para interação. Um levantamento destes elementos e a maneira como eles se encontram estruturados, além de um conjunto de mecanismos para provê-los serão apresentados em seções posteriores deste trabalho.

3.2.2 *Entendimento Compartilhado*

Se as respostas às perguntas "O que está acontecendo?" e "O que devo fazer em seguida?" forem satisfatoriamente apresentadas, os membros de um grupo terão o que Steve Easterbrook em *Coordination Breakdowns: Why Groupware is so Difficult to Design* [Easterbrook 1995] denomina de "entendimento compartilhado". A tradução da definição encontra-se reproduzida abaixo.

"*Duas ou mais pessoas possuem entendimento compartilhado de uma situação se eles tem expectativas equivalentes sobre ela.*"

As expectativas são as interpretações das informações de percepção necessárias para o entendimento da situação e para um prognóstico de como desenvolver as metas estabelecidas em torno do objeto de cooperação. Tais expectativas serão encaradas como base de algum modelo mental da situação e não é objetivo desta pesquisa caracterizar estes modelos.

A "situação" que aparece mencionada no trecho reproduzido possui o papel de contextualização. O mesmo acontece com o domínio de comunicação destacado na subseção 3.1. Fora de uma situação particular, as informações perdem a relevância, deixando de garantir que o entendimento compartilhado irá se manter, assim como não se pode garantir que os participantes do grupo possuirão as mesmas expectativas em torno de situações diferentes. Um estudo mais aprofundado sobre "teoria da situação" pode ser encontrado em [Delvin & Rosenberg 1996]. É necessário saber entretanto, que a percepção da situação é o entendimento de um episódio de interação associado ao ambiente em que ocorre.

O entendimento compartilhado fornece dados suficientes para que os indivíduos construam seu próprio contexto de trabalho. Este contexto, aliado às informações relativas às intenções sobre um objeto de cooperação, fornecerá a percepção necessária para que a cooperação ocorra. Cooperação é entendida neste artigo como o "cruzamento" dos contextos individuais em torno de uma meta ou objetivo para o trabalho. Isto significa que os indivíduos usarão seus conhecimentos para apoiar o desenvolvimento do trabalho compartilhado, aproveitando as novas informações obtidas com a cooperação para aperfeiçoar seu próprio conhecimento.

Os conceitos sobre percepção que permitem o cruzamento de contextos para realização da cooperação serão explorados na próxima seção.

3.3 PERCEPÇÃO NA COOPERAÇÃO

A interação entre indivíduos, ou entre um indivíduo e os artefatos de um ambiente de trabalho, não consiste em uma coleção de atos sem relação. Como resultado desta interação há uma série de novos acontecimentos que implicarão um conjunto de informações que, por sua vez, irão gerar uma estrutura cognitiva onde os indivíduos buscarão conhecimento para planejar e coordenar interações posteriores. Particularmente, em geral há restrições bem-definidas, que serão denominadas *condições apropriadas* [Delvin & Rosenberg 1996], através das quais se conhecerá quais categorias de atores do ambiente poderão usufruir das informações presentes na estrutura cognitiva gerada.

As *condições apropriadas* são as condições do ambiente para dirigir ações humanas. De modo particular, são o contexto onde a situação se apresenta (vide seção 3.2.2) e a descrição deste contexto. Um ambiente tem um significado para um indivíduo, por isso deve ser contextualizado em torno de uma situação. Cada situação constitui uma forma de relacionamento humano. Um indivíduo é capaz de obter informações neste ambiente (e talvez seja essa a razão de sua existência) através de respostas sistemáticas a estímulos – elementos do ambiente, ações, etc. Esta contextualização é uma forma de orientar os passos de um indivíduo dentro do ambiente.

A estrutura cognitiva gerada com a interação em torno de um objeto de cooperação fornecerá as restrições e particularidades, que foram denominadas de condições apropriadas, para o entendimento entre os contextos individuais de cada integrante da equipe. Além destes fatores, existem as *condições necessárias* para conclusão de uma meta.

As *condições necessárias* estão discriminadas a seguir:

- **Atenção** às informações de percepção presentes no ambiente;

- **Ciência** do papel de seu contexto individual com relação ao objeto de cooperação;

- **Entendimento** das *condições apropriadas* presentes na estrutura cognitiva gerada na coordenação em torno do objeto de cooperação.

3.3.1 *Condições para Cooperação*

As condições para cooperação foram discriminadas e definidas no início desta seção: *condições apropriadas* e *condições necessárias*. Percepção dentro de um contexto cooperativo requer, fundamentalmente, coordenação de atividades [Fussell et al. 1998 e Dourish & Belloti 1992] e compartilhamento de informações [Gutwin et al. 1996, Fussell et al. 1998, Dourish & Belloti 1992 e Easterbrook 1995], que, por sua vez, são críticos para o sucesso da cooperação [Fussell et al. 1998 e Dourish & Belloti 1992].

Percepção sob o ponto de vista da cooperação desempenha funções em diferentes níveis. Em um nível mais abstrato, a percepção sobre as características dos atos de outros participantes, que será apresentada posteriormente como percepção estrutural (vide seção 4.1), permite que os indivíduos estruturem suas atividades evitando assim a duplicação de trabalho. Em um nível mais concreto de uma escala hierárquica de percepção, há a percepção sobre o conteúdo dos atos de cada integrante, que permite um trabalho distribuído e compartilhado mais apurado, e um comportamento de sinergia* do grupo em torno de um objeto de cooperação. Fatores que precisam estar presentes em aplicações cooperativas [Fussell et al. 1998].

Outra conseqüência da percepção é que antecipar ações e conhecer as intenções dos companheiros de um grupo é útil para se prestar assistência ao trabalho de outros indivíduos quando possível e necessário.

A próxima subseção apresenta o relacionamento presente entre os conceitos ilustrados nas subseções 3.1, 3.2 e 3.3.

3.4 COORDENANDO AÇÕES

Visando a cooperação, a necessidade de coordenação para obter o entendimento compartilhado dentro de um ambiente de trabalho, pressupõe uma comunicação eficiente entre os integrantes deste grupo. Esta definição pode ser retirada dos estudos desenvolvidos em [Robinson 1991, Fussell et al. 1998 e Easterbrook 1995] e ilustrar o relacionamento entre os mecanismos da tecnologia *groupware*. Este relacionamento pode ser visualizado na Figura 4:

* A tradução literal da referência foi utilizada para explicitar melhor o significado de esforço mútuo.

Figura 4 – Relacionamento entre os conceitos fundamentais da tecnologia *groupware*.

O que se observa na Figura é a ocorrência de um ciclo, indicando que as pessoas devem se comunicar para coordenar seu esforços de trabalho e cooperar em torno de um objetivo. Para cooperação, há a necessidade de comunicação, seja ela direta ou através de informações obtidas dentro do ambiente onde o trabalho ocorre. Em cada relacionamento há o estímulo fornecido pelas informações de percepção e que possibilitam a ocorrência do entendimento compartilhado em torno de um objeto de cooperação. Este objeto são as metas e objetivos estabelecidos para conclusão de uma tarefa ou de todo o trabalho. Tendo percepção das atividades dos companheiros e dos impactos que ocorrem no conhecimento gerado pela cooperação, as pessoas terão informações que auxiliam na sincronização do trabalho, coordenando-se em torno de seus contextos individuais (seção 3.2).

Novas informações podem ser estabelecidas para o ciclo da Figura 4 se forem consideradas as análises realizadas nas subseções anteriores. Inicialmente, tem-se o estímulo para comunicação que é o objetivo de um trabalho cooperativo [Fussell et al. 1998]. Iniciado o processo, para que a comunicação ocorra, há necessidade de percepção sobre o domínio da comunicação. Com estes elementos disponíveis, a comunicação, como mencionado, seja ela através de informações diretas ou cognitivas, irá gerar informações de percepção para a coordenação dos indivíduos em torno do seu próprio contexto de trabalho. É a noção do progresso do trabalho do grupo e dos rumos a serem seguidos por seu esforço no trabalho. Caso não haja nenhum problema na comunicação nem alguma informação incompleta, ocorrerá o entendimento compartilhado mencionado na subseção 3.2.2. Este entendimento permite que as *condições apropriadas* (subseção 3.3) para estabelecimento da cooperação estejam disponíveis aos indivíduos da equipe. Caso as *condições necessárias* (subseção 3.3.1) tenham sido observadas no momento da coordenação do grupo, então o trabalho cooperativo (cooperação) estará ocorrendo.

Cabe ainda mencionar que cada estímulo aos mecanismos *groupware* irá gerar novamente informações de percepção ao ambiente de trabalho, visto que novos acontecimentos estarão ocorrendo no que diz respeito ao progresso do trabalho. Figura 5 ilustra os novos relacionamentos que surgem quando percepção é levada em consideração.

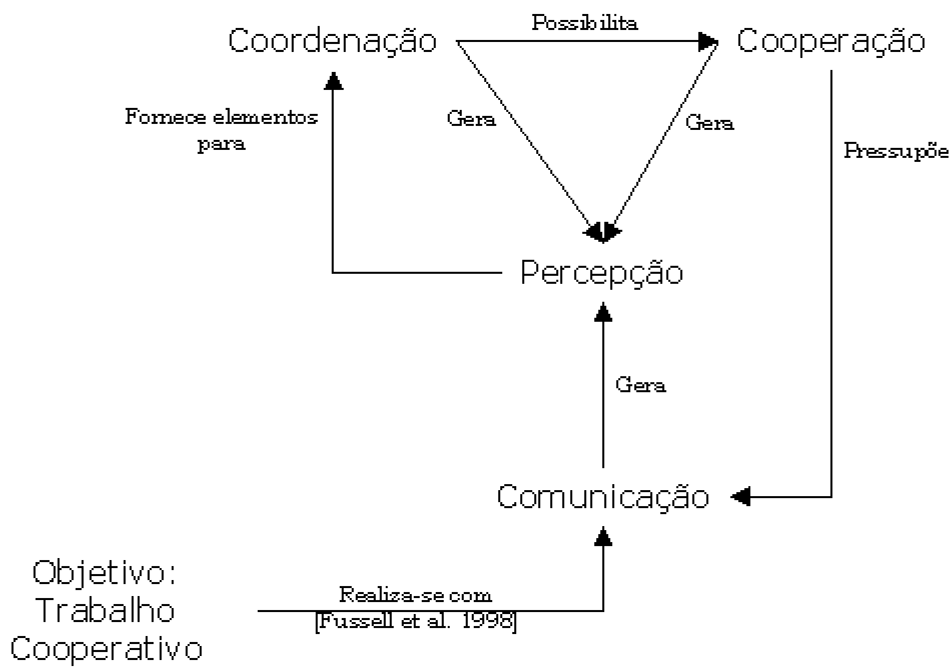

Figura 5 – Diagrama de relacionamentos entre percepção e os mecanismos *groupware*.

A representação de como se coloca percepção em relação aos mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação presente na Figura 5, apresenta vários estímulos de entrada (*input*) e um estímulo de saída (*output*). Isto significa que vários eventos dos integrantes de uma equipe, sejam eles voluntários ou não, devem ter um elemento de percepção que gere *feedback* para a coordenação dos membros do grupo de trabalho. Sendo assim, podemos definir o desenho do relacionamento como sendo um diagrama de coordenação, onde cada mecanismo gera novos elementos que devem se tornar perceptíveis para aumentar o entendimento compartilhado do grupo, facilitando a cooperação.

O que também deve ser ressaltado é que a geração de eventos destinados a percepção por coordenação e cooperação não deve ser obrigatória, visto que o *feedback* pode não ser desejado em todos os momentos do trabalho. Em contrapartida, o evento comunicação irá proporcionar sempre algum grau de percepção, pois sem esse dado, o fluxo de realização do trabalho poderia ser interrompido e estagnar, não havendo a transmissão da informação. O ponto inicial que alimenta o diagrama da Figura 5 é o objetivo do grupo, isto é, a realização do trabalho de forma cooperativa. Como mencionado anteriormente, todo trabalho cooperativo necessita de uma comunicação extensiva e direta.

Nem todos os relacionamentos entre comunicação, coordenação e cooperação foram explicitados na Figura 5. O tema central da pesquisa é o estudo da percepção. Por isso, a análise destes relacionamentos ausentes será feita de forma superficial de maneira que maior enfoque seja dado ao objetivo do trabalho.

3.4.1 *Sobrecarga de Informação*

Outro problema que deve ser enfatizado é que uma quantidade não gerenciável de *feedback* pode ser indesejável. Esta sobrecarga de informação poderia dificultar a organização dos membros da equipe no que diz respeito ao trabalho que está sendo desenvolvido. A sobrecarga contribuiria para a má gerência de informação, ocasionando desentendimentos e falta de comunicação [Fussell et al. 1998 e Easterbrook 1995]. A Figura 6 mostra um novo diagrama que pode ser obtido a partir desta observação.

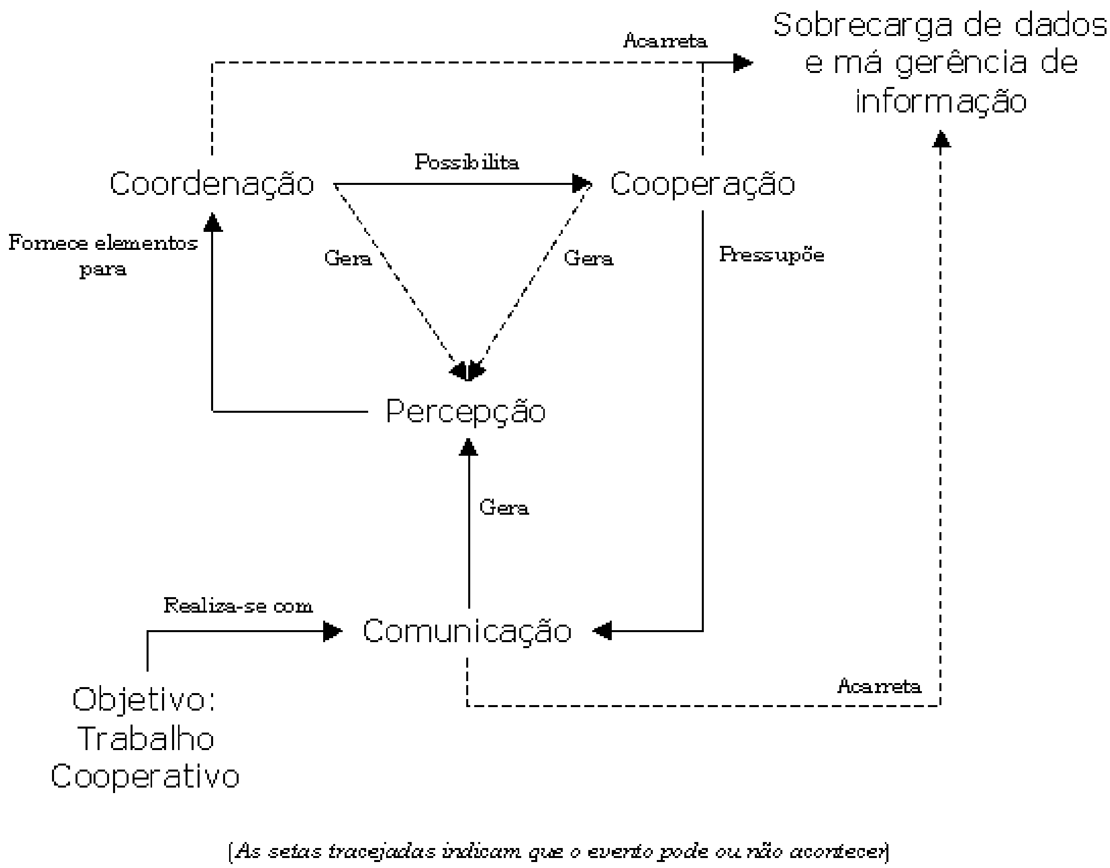

Figura 6 – Diagrama de Coordenação.

Neste novo cenário, o que se observa é que a geração de *feedback* necessita de um certo controle para que não haja sobrecarga. Um novo conceito que auxilia na modelagem de percepção deve ser introduzido: o "controle de fluxo" de informação.

Os processos de falhas na coordenação, desentendimentos e sobrecarga de informação serão explorados na próxima seção.

3.5 FALHAS NA COORDENAÇÃO

Ocorre falha na coordenação quando há uma discordância entre as expectativas de um participante e as ações de outro. O evento que causa a falha é, provavelmente, um ato de comunicação. Entretanto, considera-se a existência do domínio de comunicação referido na seção 3.1. Neste caso, a falha é resultado de um erro no dispositivo de comunicação, de percepção de ambas as partes, ou de diferenças na interpretação da situação.

As falhas possuem um importante papel para definir o comportamento da coordenação, pois possibilitam que os participantes resolvam suposições e conflitos na tentativa de restabelecer o canal de comunicação. Na ocorrência de uma falha, uma solução seria realizar novamente uma consulta às informações disponíveis aliando a isso, novas comunicações com os participantes do grupo como estabelecido por [Fussell et al. 1998].

A definição de situação de conflito pode ser retirada de L.L. Putnam e M.S. Poole no artigo *Conflict and Negotiation* [Putnam & Poole 1987]. A tradução do texto original é o seguinte:

Conflito é "*a interação entre pessoas interdependentes que* ***percebem***[*] *oposições de metas, objetivos e valores e que visualizam uma outra facção do grupo como interferentes em potencial para a realização deste objetivos*".

Esta definição confirma que o conflito possui influência das ações realizadas pelo grupo, dos objetivos estabelecidos e da percepção que se tem do objeto de cooperação. Cabe reiterar novamente a necessidade de novos contatos com o material já estabelecido na busca pela realização do trabalho associados a comunicação entre os participantes do grupo.

A Figura 7 apresenta o relacionamento entre falhas de coordenação, conflito e o entendimento compartilhado gerado por informações de percepção que fornece mais elementos para a coordenação. Esta ilustração baseou-se em uma Figura presente em [Easterbrook 1995] na página 4.

[*] Em destaque no original.

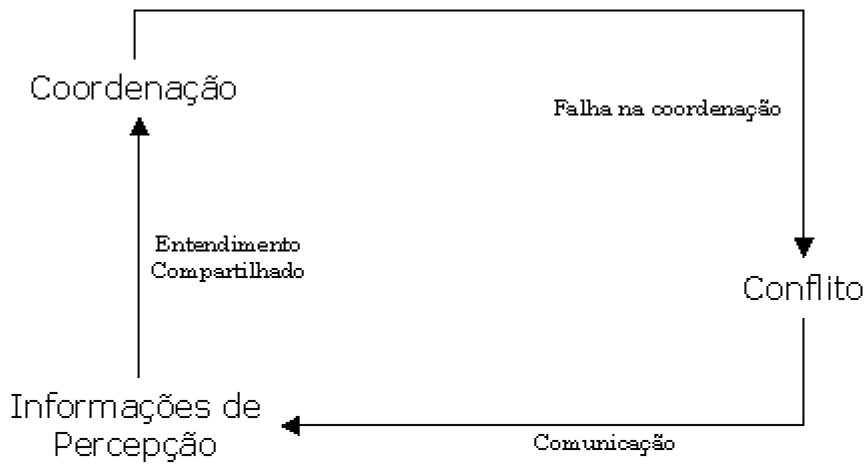

Figura 7 – Recuperação de falhas na coordenação.

Entretanto, fornecer uma grande quantidade de novas informações aos membros da equipe de trabalho pode distrair a atenção de seus participantes.

É possível balancear a carga entre a necessidade de mais informações para melhor possibilitar a coordenação e a necessidade de evitar que os recursos destinados a atenção sobre o trabalho sejam sobrecarregados. Uma das soluções é fornecer informações de forma assíncrona, agregando-as ao invés de provê-las de forma seqüencial e desordenada. R.E. Kraut e P. Attewell em *Media use in a global corporation: Eletronic Mail and Organizational Knowledge* [Kraut & Attewell 1997] argumentam que indivíduos recebendo informações por meios assíncronos, como fax e correio eletrônico, chegam a conclusão que essas ferramentas são menos intrusas do que conferências ou comunicação pelo telefone. Os receptores da informação poderão ajustá-las em suas escalas de tarefas, ao invés de interromper o seu fluxo de trabalho para atender às requisições de comunicação.

A agregação de informação é uma técnica definida para reduzir o volume de informação e a quantidade de sobrecarga. Por agregação se quer dizer que a informação deve ser apresentada de uma forma organizada. A organização visa apresentar a informação de uma maneira classificada a partir de uma categoria, como o campo "assunto" de uma mensagem de correio eletrônico. É claro que nem todo tipo de informação pode ser categorizada, porém este trabalho também considera que a definição assíncrona facilita o consumo de informação.

A utilização de ferramentas destinadas a percepção pode facilitar na organização da informação. Esta afirmação não pode ser suficientemente comprovada pelas observações realizadas nesta subseção. Contudo, um estudo sobre ferramentas de percepção que facilitam a coordenação dos participantes de uma equipe com dados estatísticos em pode ser encontrado em [Fussell et al. 1998].

Esta seção apresentou os problemas decorrentes da falta de *feedback* no auxilio do andamento do trabalho. Este *feedback* fornece informações de percepção para auxiliar na coordenação do trabalho. Também foi argumentado que a sobrecarga de *feedback* pode interferir, ao invés de auxiliar o processo de trabalho. O conceito de agregação de informação foi definido como alternativa de solução para este problema.

A próxima seção apresenta um *framework* conceitual de percepção para auxiliar no levantamento de requisitos para implementação de um ambiente virtual utilizando a tecnologia *groupware*. A discussão realizada nesta seção será utilizada como base para concepção do *framework*.

Capítulo 4. UM *FRAMEWORK* CONCEITUAL DE PERCEPÇÃO

Quando as pessoas se comunicam, vários tipos de informações são transmitidas por diversos canais, tanto de maneira implícita, como de maneira explícita. Voz através do telefone, propagandas através de ícones que piscam no computador, entre outros. Os tipos de informação de percepção em *groupware* variam de: percepção sobre documentos, projetos e tarefas até percepção sobre a localização e atividades dos companheiros de trabalho. Como mencionado na seção 3.2, essas informações deverão ser apresentadas de forma escrita ou falada, através de fotos, ícones e etc.

Para dar suporte à percepção, algumas considerações precisam ser levadas em conta. [Brinck & McDaniel 1997] auxiliam a enumerá-las:

- Qual informação fornecer;
- Como provê-la;
- Como dar aos indivíduos, o controle da informação (se pode ser visualizada, alterada e etc.);

Apoio teórico, como este que está sendo apresentado, para ajudar na utilização de tecnologia para concepção de ambientes virtuais, faz-se importante porque seus projetistas devem lidar com os seguintes problemas operacionais:

- Devem saber qual informação de percepção um sistema *groupware* deve capturar sobre a interação de outros indivíduos dentro do ambiente;
- Devem considerar como esta informação deverá ser apresentada aos outros atores.

Por estes motivos, esta seção apresenta um *framework* conceitual de percepção em ambientes compartilhados de cooperação. Este *framework* é baseado em [Brinck & McDaniel 1997, Vertegaal et al. 1997 e Gutwin & Greenberg 1999]. As informações que serão apresentadas são uma extensão dos *frameworks* propostos nas referências citadas, utilizando grande parte das formulações já estabelecidas.

As próximas seções apresentam a arquitetura em questão.

4.1 DEFININDO NÍVEIS DE PERCEPÇÃO EM UM AMBIENTE COMPARTILHADO

As pessoas são influências por diferentes fatores quando trabalham em conjunto. Alguns dos quais relacionados ao grupo e outros à tarefa, ou à situação de uma maneira mais genérica. O ponto de partida na concepção *framework* então, é o de apresentar estes fatores definindo níveis de percepção dentro de um ambiente *groupware*. Estes fatores podem ser distribuídos dentro de uma hierarquia que fornece diferentes níveis de percepção e suas relações e pode ser visualizado na Figura 8:

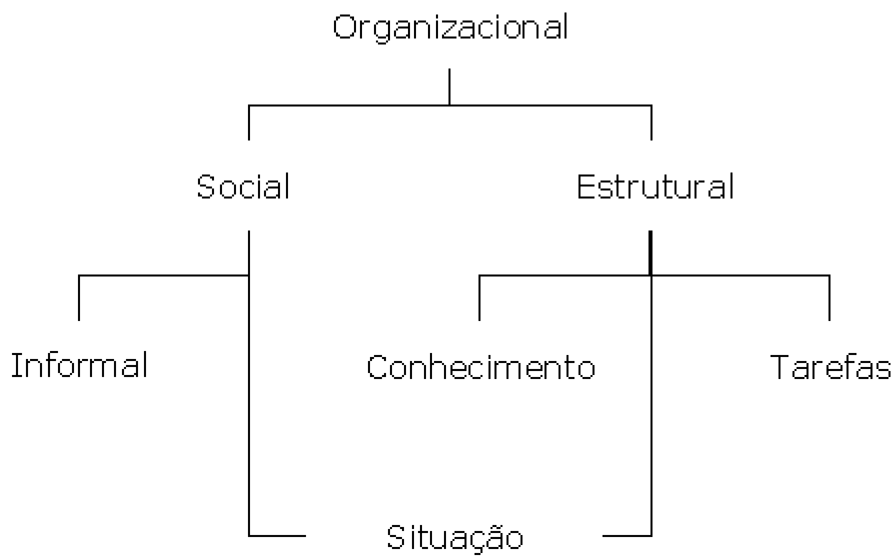

Figura 8 – Níveis de Percepção.

Alguns autores podem auxiliar na apresentação dos significados dos tipos de percepção presentes nesta Figura. As definições da hierarquia encontram-se à seguir.

- Percepção Organizacional: é a percepção de uma associação de indivíduos, de suas razões para estar juntas e do conhecimento que podem compartilhar [Gutwin et al. 1996]. É também a percepção de seus papéis dentro de um contexto, e de como devem lidar com os mecanismos presentes no ambiente em que cooperam para desenvolver estes papéis.

  Este tipo de percepção pode ser melhor elaborado se dividido em duas categorias: Estrutural e Social. Na Estrutural, tem-se a organização do trabalho e de seu desenvolvimento. Informações explícitas sobre o que fazer e como proceder, ou qual é o impacto do que foi feito até agora em relação ao que se quer para o futuro. Na Social tem-se o contato com os companheiros, para obtenção de informações que, por exemplo, não estavam previamente relacionadas na organização do trabalho.

- Percepção Estrutural [Gross 1997]: aquela que envolve o conhecimento de elementos como papéis e responsabilidades de integrantes do grupo de trabalho, propiciando o entendimento sua posição dentro de uma situação, seu *status* no processo do grupo.

- Percepção Social: permite que os membros de uma equipe utilizem seu companheiros como referência ao invés de utilizar, por exemplo, excessivas leituras à documentos, ou excessivas consultas à catálogos de informação [Kedziersky 1988].

Konrad Tollmar, Ouvidiu Sandor e Anna Schömer apresentam a seguinte afirmação em *Suporting Social Awareness @ Work. Design and Experience* [Konrad et al. 1996] que caracteriza a importância deste tipo de percepção:

"Para o meu trabalho, sou muito dependente de boas relações sociais... Se não tenho estas relações bem-estabelecidas, eu trabalharei mais lentamente e não gostarei nem da minha situação de trabalho, nem de mim mesmo... A pessoa que é boa em seu trabalho, sabe como usar o conhecimento que obteve em ocasiões anteriores e possui uma grande rede de contatos."

Os fatores acima englobam outros tipos de percepção que se enquadram dentro desta hierarquia e encontram-se a seguir:

- Percepção Informal [Donath & Robertson 1994 e Gross 1997]: é a noção geral de quem está por perto e o que eles podem realizar. A percepção informal é o fator que permite a interação casual.

- Percepção de Tarefas [Fussell et al. 1998]: consiste no entendimento do propósito de uma tarefa, dos objetivos especificados, dos requisitos do grupo para lidar com ela e como esta tarefa se relaciona com o trabalho especificado.

- Percepção do Conhecimento: consiste na importância que é dada ao conhecimento adquirido, às informações que ele pode gerar para o grupo e ao seu aproveitamento como material de trabalho.

  H. Marmolin, Y. Sundblad e B. Pehrson em *An Analysis of Design and Collaboration in a Distributed Environment* [Marmolin et al. 1991] defendem que grupos tendem a ser organizados em redes de conhecimento onde as pessoas se relacionam com o conhecimento das outras. Por este motivo, prover informações sobre o conhecimento é importante, visto que isso implicará o aumento do potencial de colaboração dentro de um grupo como experimentado e analisado por [Tollmar et al. 1996].

- Percepção da Situação [Adams et al. 1995]: é o conhecimento que cada um necessita para operar e manter um sistema complexo e dinâmico.

Para melhor entender os tipos de percepção apresentados acima, é interessante definir o contexto em que se aplicam. No cenário estão presentes: o ambiente e suas funcionalidades, os atores deste ambiente e seus papéis, e os objetivos para a cooperação.

Desta forma, é possível visualizar que a ciência sobre objetivos traçados será obtida através da percepção das tarefas, e a percepção sobre o conhecimento vai auxiliar a colaboração dos atores do ambiente para realização das metas estabelecidas. As relações entre os atores e suas possibilidades de realizações serão conhecidas através da percepção estrutural e social.

Os episódios de interação dentro do ambiente, definidos na subseção 3.2.2 como situação, serão compreendidos se houver o entendimento compartilhado. Este entendimento é proporcionado pela percepção da situação, ou melhor, das situações dentro do ambiente. Este tipo de percepção é caracterizada pela percepção estrutural, onde se tem o conhecimento do processo que define o grupo e como este processo é realizado no ambiente, e pela percepção social, onde estão caracterizadas as referências dentro do grupo para facilitar a cooperação.

A percepção organizacional está então estabelecida, pois estão englobados o ambiente com suas funcionalidades, além dos atores, seus papéis e possibilidades de interação. Com estas informações, o cenário de interação pode ser concretizado.

Projetistas de sistemas *groupware* já possuem informações dos tipos de percepção que influenciam na construção do ambiente. Entretanto, ainda falta definir o que se deve perceber. É isto que será definido na próxima subseção: os elementos de percepção.

4.2 ELEMENTOS DE PERCEPÇÃO

O próximo passo para a construção do *framework* de percepção é identificar quais são os elementos que os usuários de um sistema *groupware* deveriam conhecer. Estes elementos dariam aos projetistas deste sistema uma idéia básica de quais informações devem ser capturadas e distribuídas no ambiente.

Uma pesquisa exaustiva poderia ser feita para auxiliar no levantamento destes fatores, porém para este trabalho são utilizados os dados da literatura afim, visto que muito sobre este assunto já existe catalogado (vide [Dourish & Belloti 1992, Sohlenkamp & Chwelos 1994, Easterbrook 1995, Gutwin et al. 1996, Brinck & McDaniel 1997, Vertegaal et al. 1997, Fussell et al. 1998 e Gutwin & Greenberg 1999]).

O conjunto básico de elementos respondem as questões "quem, o quê, onde, quando e como". Isto significa, onde estão trabalhando e onde e como os eventos acontecem. As pessoas procuram se manter cientes sobre estas informações em todos os tipos de trabalho cooperativo. Estes são os tipos de informação que devem ser consideradas por projetistas após a definição de como será o contexto de trabalho.

Dentro destas categorias básicas, [Vertegaal et al. 1997 e Gutwin & Greenberg 1999] identificam elementos específicos que fazem parte do núcleo de percepção em ambientes compartilhados. A Tabela 1 e a Tabela 2 mostram estes elementos caracterizados por seu significado. Como nas referências, os elementos foram divididos em duas tabelas, sendo a Tabela 1 para caracterizar os eventos ocorridos no presentes e a Tabela 2 caracterizando os que ocorreram no passado. Estes elementos são todos de um conhecimento comum e lidam com interações entre pessoas e com o ambiente.

Categoria	Elemento	Significado
Quem	Presença	Se há alguém presente no ambiente
	Identidade	Quem está participando da atividade
	Autoria	Quem realizou um determinado evento
O quê	Ações	O que fazer e o que os outros estão fazendo
	Intenções	Qual o objetivo de uma ação
	Artefatos	Em quais objetos estão trabalhando no momento
Onde	Localização	Onde estão no ambiente
	Observação	Para onde estão olhando
	Visão	Para onde podem olhar
	Alcance	Até onde podem atuar

Tabela 1 – Elementos de percepção relativos ao presente.

Categoria	Elemento	Significado
Como	Histórico de ações	Como as operações ocorreram
	Histórico dos artefatos	Como um determinado artefato chegou àquele estado
Quando	Histórico de eventos	Quando um evento aconteceu
Quem (passado)	Histórico de presença	Quem esteve em um local do ambiente e quando
Onde	Histórico de localização	Onde um indivíduo esteve
O quê	Histórico de ações	O que um indivíduo esteve realizando

Tabela 2 – Elementos de percepção relativos ao passado.

Estes elementos provêem um vocabulário básico para análise dos requisitos de percepção no que diz respeito ao suporte a *groupware*. Com estes dados, projetistas de sistemas virtuais podem analisar, por exemplo, como as situações face-a-face seriam traduzidas para um ambiente *groupware*. Isto não significa que o projetista deve dar suporte a todos estes elementos igualmente na interface. Dois fatores são cruciais para determinar como cada elemento deve ser tratado. O primeiro deles é que o grau de interação entre participantes em uma atividade indica como as informações gerais ou específicas devem estar. O segundo trata do dinamismo do elemento: "com que freqüência os elementos se alteram?". Este fator indica, de maneira geral, a quantidade de vezes em que a interface deve ser modificada para espelhar as novas informações. Em algumas situações, certos elementos nunca mudarão, e por isso não haverá necessidade de suporte explícito na interface. Se uma atividade ocorre sempre no mesmo dia e horário, não há necessidade que o sistema acumule e distribua informações detalhadas sobre as ações que devem ser tomadas.

Situações particulares em ambientes virtuais podem conter um novo elemento de percepção concebido através uma combinação de mais de um destes elementos. Entretanto, [Gutwin & Greenberg 1999] focalizam o estudo sobre percepção em *workspace awareness* e não dentro do ambiente de uma forma mais genérica. Por este motivo ainda há a necessidade da existência de um elemento que auxilie na percepção do conhecimento mencionado na subseção 4.1. Parece complicado estabelecer o conhecimento adquirido no ambiente e realmente o é. Porém, se este conhecimento for concretizado, haverá um produto a ser analisado. Conclui-se que é útil a existência de um elemento de percepção que caracterize as produções do grupo de forma que os conceitos estabelecidos em pré-objetivos possam ser aproveitados *a posteriori* na solução de outros problemas. Abaixo encontra-se o novo elemento sendo relacionado ao presente e ao passado (Tabela 3 e Tabela 4).

Categoria	Elemento	Significado
O quê	Produção	Quais são os resultados preliminares do trabalho.

Tabela 3 – Elemento produção relativo ao presente.

Categoria	Elemento	Significado
O quê (passado)	Histórico de Produção	Quais são experiências materializadas no trabalho.

Tabela 4 – Elemento produção relativo ao passado.

Outros tipos de informações específicas a um objetivo ocorrerão. Entretanto, este conjunto básico de elementos provê um organização de alto nível para suporte a percepção em ambientes compartilhados. Isto caracteriza um ponto de flexibilização do *framework.*

O próximo passo é analisar como as informações de percepção serão reunidas e distribuídas. Em seguida são apresentados os mecanismos de percepção responsáveis por esta função.

4.3 MECANISMOS DE PERCEPÇÃO

Conhecendo o funcionamento dos mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação, principalmente como eles devem ser usados para manter diferentes elementos de percepção, o projetista de ambiente virtual compartilhado poderá criar técnicas e ferramentas que forneçam aos usuários as informações apropriadas sobre as metas, tarefas e sobre os outros integrantes do ambiente.

Os sistemas descritos na literatura *CSCW* se baseiam em vários enfoques para fornecer informação de percepção. Uma distinção primária entre estes mecanismos é se esta informação deve ser explicitamente gerada, direcionada e separada do objeto de trabalho compartilhado; ou passivamente colhida, distribuída e apresentada no mesmo ambiente compartilhado como um objeto da cooperação.

O objetivo desta subseção é analisar mecanismos que facilitem o fluxo de informação através de um ambiente compartilhado e que capture a complexidade da situação, tendo especificações suficientes para serem úteis a projetistas. É necessário dizer que um mecanismo de percepção não existe sozinho em um sistema *groupware* e sim estará implícito nos mecanismos de comunicação, coordenação e/ou cooperação com já analisado na seção Capítulo 3.

Os mecanismos de percepção propostos irão se basear em alguns dos mecanismos definidos em [Gutwin et al. 1996] e suas definições estão listadas a seguir.

4.3.1 *Comunicação Direta*

Comunicação explícita sobre a interação dos integrantes do grupo de trabalho com o ambiente virtual.

As comunicações diretas são as informações que um indivíduo fornece a outro ou a outros para indicar quais são suas realizações ou quais são suas necessidades para cumprir suas metas. Os contatos informais, por exemplo, são realizados por este mecanismo.

4.3.2 *Comunicação Conseqüente*

Verificação do andamento das atividades e das produções dos companheiros no ambiente.

Estas informações auxiliarão na coordenação em torno do progresso das atividades. Caso haja alguém com dificuldades na realização de sua metas, por exemplo, as informações fornecidas por este mecanismo poderão ajudar a solucionar o problema, ou ajudar na localização do ponto falho do processo.

4.3.3 *Produções Indiretas*

São atos relacionados. Informações pendentes que devem ser transmitidas a outros indivíduos no ambiente, ou a seu próprio realizador para que estes completem as tarefas que tem em mãos.

4.3.4 *Feedthrough*

Este mecanismo foi definido em [Dix 1993], onde foi estabelecido que informações podem ser obtidas pela observação dos efeitos das ações dos companheiros nos artefatos do ambiente.

4.3.5 *Feedback do ambiente*

Este mecanismo é um tipo de *feedtrough* de alto-nível [Gutwin et al. 1996], onde ao invés de apenas oferecer a visualização das mudanças realizadas nos artefatos, o ambiente atua fornecendo de forma explicita estas informações, além de cuidar também do andamento das ações dos indivíduos de forma geral e não somente nos artefatos.

Determinadas mudanças de estado na situação dos dados presentes no ambiente ou nas tarefas que estão sendo realizadas devem ser notificadas aos integrantes do grupo de trabalho afetados por esta mudança através de mecanismos de comunicação apropriados. A escolha do meio correto de comunicação ajuda a evitar a sobrecarga de informação e a má interpretação de dados mencionadas na subseção 3.4. Nem sempre todas as alterações devem ser apresentadas ao grupo. Algumas vezes elas devem ficar disponíveis em um repositório apropriado para posterior acesso ou nem existir dependendo da situação (definida na subseção 4.1).

O ambiente também é responsável pelo fornecimento de informações para a coordenação de seus membros. Este tipo de ação só ocorrerá se o sistema possuir algum agente ativo programado para este fim. Por exemplo, câmeras estrategicamente instaladas no ambiente de trabalho [Laufer et al. 1998], como no Laboratório de Engenharia de *Software* (LES) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, onde se desenvolvida esta pesquisa.

[Delvin & Rosenberg 1996] argumentam que se um sistema não tem sua funcionalidade própria significa que ele opera com informações que não terão significado até que sejam dadas interpretações de acordo com o propósito humano. Desta perspectiva, não fará sentido pensar no ambiente como se ele fosse um agente como o usuário humano. Neste caso, seria possível, entretanto, considerá-lo como sendo uma ferramenta e um meio de comunicação entre indivíduos.

4.4 ANALISANDO OS MECANISMOS DE PERCEPÇÃO

O propósito destes mecanismos é o mesmo de qualquer outro da tecnologia *groupware*. Assim como os mecanismos de comunicação oferecem maneiras próprias para que os indivíduos se comuniquem, os mecanismos de coordenação oferecem maneiras para organização e compreensão do trabalho e os mecanismos de cooperação existem para tentar facilitar a colaboração entre indivíduos de um grupo, os mecanismos de percepção apresentados tem o propósito de proporcionar o entendimento compartilhado. O entendimento fornecerá elementos para a coordenação de ações dentro do ambiente. Cabe ressaltar novamente que a diferença destes mecanismos para os de comunicação – coordenação – cooperação é que mecanismos de percepção não possuem funcionalidade própria se não estiverem associados a um dos outros mecanismos.

O mecanismo de percepção de um sistema *groupware* será a combinação de um ou mais dos mecanismos apresentados. O nome de cada mecanismo foi selecionado de forma a caracterizar sua definição. O importante entretanto, são os significados dados a eles. Funcionalidades semelhantes já foram apresentadas na literatura como já mencionado ([Dourish & Belloti 1992 e Gutwin et al. 1996]).

Entretanto, ainda se faz necessário saber: que tipo de informação deve ser capturada pelos mecanismos; e se estes mecanismos são suficientes para fornecer as informações de percepção. Para elucidar a segunda observação, pode-se recorrer à solução apresentada por [Dourish & Belloti 1992], onde é especificado um mecanismo destinado à percepção e que recebeu o nome de *feedback* compartilhado. Este mecanismo possui as seguintes características:

i. Reduz o custo da produção de informação que é substituída por uma coleta passiva, evitando restrições às atividades;

ii. Permite que os participantes selecionem e recuperem as informações que são mais relevantes a eles;

iii. Apresenta as informações de percepção através de um área compartilhada associando-as a esta área de forma que os indivíduos:

    iii.1 Encontrem informações relevantes juntamente com o objeto compartilhado;
    iii.2 Visualizem as informações de percepção e o objeto de trabalho concorrentemente.

O mecanismo de *feedback* do ambiente pode tratar do requisito (i), visto que apresenta a idéia de um ambiente controlador que realiza operações invisíveis ao grupo. Os quatro mecanismos associados tratam do requisito (ii), pois as informações tratadas pelos mecanismos de comunicação direta, comunicação conseqüente e produções indiretas podem ser gerenciados pelo mecanismo de *feedback* do ambiente através de uma acesso compartilhado às informações de seu repositório (o mesmo mencionado na descrição do mecanismo). Os mecanismos de produção indireta e *feedback* do ambiente associados atendem ao requisito (iii) porque o *feedback* do ambiente se ocupará de apresentar de forma compartilhada os atos relacionados das produções realizadas em um objeto de cooperação.

O que se pode observar é que o mecanismo de *feedback* do ambiente esteve sempre presente na composição dos mecanismo de percepção. Nada mais natural visto que este mecanismo foi definido para realizar a função de controle de fluxo de informação mencionado na subseção 3.4.

Quanto ao fato de se determinar como as informações de percepção são utilizadas na cooperação, a pesquisa realizada por [Gutwin & Greenberg 1999] será considerada para auxiliar esta pesquisa. Os itens analisados serão denominados modalidades de cooperação e encontram-se definidos nas subseções a seguir.

4.4.1 *Gerenciamento de Procura por Informação*

Quando trabalhando em uma tarefa compartilhada, os indivíduos possuem um grau máximo de tolerância antes de requisitarem discussões, instruções, ações, informações ou conselhos de outras pessoas.

O mecanismo habilitado para gerenciar esta procura é o de comunicação conseqüente, que se caracteriza por trocas de informações que surgem como conseqüência das atividades de um indivíduo dentro de um ambiente [Segal 1994], tornando possível o aumento da tolerância antes da comunicação direta. A comunicação direta servirá para oferecer maneiras para que, em caso de necessidade, um indivíduo possa requisitar ajuda.

4.4.2 *Simplificação da Comunicação*

Quando os indivíduos possuem informações relativas ao andamento do trabalho de seus companheiros, tornando-se perceptíveis às atitudes que podem mudar ou orientar as características do trabalho dos indivíduos do ambiente em determinadas situações, ocorrerá uma simplificação na comunicação verbal, possibilitando que o ambiente seja parte de uma comunicação não-verbal. As informações desta natureza (não-verbais) simplificam o diálogo por diminuir a complexidade das conversações [Gutwin & Greenberg 1999], visto que grande parte das informações já foram fornecidas pelo ambiente.

Os mecanismos de comunicação conseqüente, produções indiretas associados ao mecanismo *feedback* do ambiente possibilitam este tipo de gerência por tratar das transformações ocorridas no trabalho e no próprio ambiente.

4.4.3 *Coordenação de Ações*

Coordenação de ações em atividades cooperativas significa realizá-las na ordem correta, no tempo certo e, geralmente, cumprindo todas as restrições relativas às tarefas.

M. Robinson no artigo *Computer Supported Cooperative Work: Cases and Concepts* [Robinson 1991] define duas maneiras pelas quais a coordenação pode ser obtida:

> "*... uma, explicitamente pela comunicação sobre como o trabalho deve ser realizado (...) outra, menos explícita, mediada pelo material compartilhado usado no processo de trabalho*."

As informações de percepção devem portanto, informar aos participantes sobre as fronteiras temporais e espaciais das ações dos outros atores do ambiente, visto que estas informações irão auxiliar na sincronização dos indivíduos dentro do processo de trabalho. Aliado a isso, as informações de percepção fornecerão elementos para a divisão das funções e no planejamento e replanejamento das atividades e dos objetivos.

Os mecanismos de comunicação direta e conseqüente estão habilitados para gerenciar estas funcionalidades. Como já mencionado, a comunicação auxilia no restabelecimento da comunicação (subseção 3.5). As comunicações conseqüentes auxiliarão na coordenação em torno das atividades dos outros membros do ambiente (subseção 4.3.2).

4.4.4 *Antecipação*

Outro comportamento que as informações de percepção podem propiciar é o da antecipação, visto que se um indivíduo tem noção de como agir, ele poderá antecipar possíveis necessidades dentro do processo de trabalho.

[Gutwin & Greenberg 1999] afirma que a antecipação é baseada em prognósticos para a previsão. Os indivíduos podem prever ações e necessidades em grandes ou pequenas escalas, servindo simplesmente para tirar uma dúvida ou para compreender problemas que estavam obscuros e que afetavam diretamente o processo do trabalho.

Para a antecipação serão necessários todos os mecanismos de percepção, visto que a qualquer momento alguma informação poderá auxiliar na previsão de futuras necessidades.

4.4.5 *Assistência*

Uma das características da antecipação é possibilidade de dar assistência a algum outro ator do ambiente. Esta ajuda geralmente permitirá que o trabalho flua, desobstruindo os momentos de estagnação que normalmente existem no processo de trabalho.

Os mecanismo de comunicação direta e conseqüente auxiliam nessa previsão de necessidades. A comunicação direta auxiliará na requisição por assistência como mencionado no *gerenciamento de procura por informação*. A comunicação conseqüente fornecerá elementos para que um indivíduo possa se tornar ciente da necessidade de intervir em um determinado momento do processo do trabalho.

Cabe ressaltar, que as produções indiretas também influenciam nas assistências, porque o produto da realização de algum objetivo nem sempre pode ser satisfatório e necessitar de revisão. Desta forma, um elo fraco do fluxo de trabalho pode ser corrigido antes de ser passado adiante. A ressalva foi feita, pois este mecanismo mistura as modalidades de cooperação assistência e antecipação.

Outro mecanismo que mistura modalidades de cooperação é o *feedback* do ambiente. Um exemplo que pode ser apresentado são os *FAQs*, presentes em grande parte dos sistemas de informação, que contém respostas a possíveis necessidades. O *FAQ* é uma espécie de assistência fornecida pelo ambiente à possíveis questões de seus integrantes. Entretanto, esse serviço auxilia também no gerenciamento da procura por informação, visto que apresenta uma série de informações para dar suporte ao contexto individual dos membros do ambiente. O importante neste caso, não é definir qual mecanismo de percepção serve para qual modalidade, e sim concluir que os mecanismos auxiliam a coordenação dos indivíduos no que diz respeito à cooperação.

4.5 DIMENSÕES DAS INFORMAÇÕES DE PERCEPÇÃO

[Brinck & McDaniel 1997] analisam uma série de fatores que afetam o projeto de mecanismos de percepção. Eles são, como mencionado anteriormente, pessoas e seus papéis, o ambiente, projetos, agrupamentos, limites, tarefas e fontes de percepção. Estas informações permitem que seja feita uma visualização de como as atividades podem ser contextualizadas quando mecanismos de percepção são utilizados. A Figura 9 resume estes fatores em dimensões.

Figura 9 – As sete dimensões das informações de percepção [Brinck & McDaniel 1997].

A seguir encontram-se as definições das dimensões apresentadas na Figura.

4.5.1 *Abstração*

Esta dimensão refere-se ao nível de abstração na informação a ser apresentada. A transmissão de vídeo ao vivo mostra a situação real em sua totalidade, dependo da qualidade da transmissão, visto que apresentam os componentes que estão interagindo no ambiente. Fotos selecionadas deste vídeo são mais abstratas, pois não mostram a situação em que a imagem se apresenta, nem esclarece o momento da interação. Um indicador de entrada e saída de imagem seria totalmente abstrato.

4.5.2 *Temporal*

Esta dimensão refere-se ao fator tempo na informação de percepção. As informações sobre atividades passadas estão presentes assim como ocorreram? Existe algum prognóstico sobre atividades futuras? Informações desta natureza podem auxiliar no aprendizado com erros e acertos em atividades posteriores. Os prognósticos também podem auxiliar no adiantamento e na coordenação das atividades.

4.5.3 *Agregação*

Uma foto ou uma informação simples em comparação a um sumário através do tempo são capturados na dimensão de agregação, onde a informação é apresentada após uma filtragem ou em sua forma original (vide subseção 3.5).

4.5.4 *Local do Controle*

A localização do controle da informação se alterna entre quem a percebe (receptor passivo) e quem a recebe (receptor ativo). Cada um dele pode ter o controle de sobre toda a informação ou sobre parte dela. A partir do momento que a mensagem é percebida, o receptor passivo passa a ter algum controle sobre ela. Se a mensagem for entendida, o receptor se torna ativo, tendo o controle total sobre a informação, podendo utilizá-la como lhe for conveniente.

4.5.5 *Personalização*

Esta dimensão também trata de controle e define se o sistema irá ser controlado em bases individuais ou dependerá de confirmações de grupo. Ainda há a hipótese do sistema possuir determinados serviços que podem ser concretizados individualmente e outros que devem ser aprovados por todo o grupo ou por uma parte dele.

4.5.6 *Fornecimento da Informação*

Este caso é o mesmo apresentados nos mecanismos de percepção, onde nem sempre o ambiente proverá diretamente a informação, podendo deixá-la em algum repositório para que possa ser acessada. Um sistema *groupware* deve atualizar as informações relativas às atividades que causam impacto no ambiente, informando os passos que podem ou precisam ser tomados a seguir. O *feedback* deve ser realizado de forma transparente [Fussell et al. 1998], sem que os integrantes do ambiente necessitem realizar procuras exaustivas para tomar conhecimento das novas informações atualizadas. Cabe ressaltar novamente neste ponto que o "*feedback* automático" somente deve ser utilizado quando desejado, tornando necessária a identificação dos pontos de impactos ao ambientes que não geram estes eventos de alerta.

4.5.7 *Perspectiva*

Por último, existe a dimensão de perspectiva, que é o objetivo das informações de percepção. Isto significa que os elementos de percepção tentam oferecer a mesma perspectiva do apresentador ou realizador da informação ao observador. O apresentador ou realizador requer sempre um grau mínimo de dados para realizar, por exemplo, uma determinada tarefa. O observador ou receptor, porém, precisa do grau máximo de informações para se tornar ciente do objetivo da informação gerada a partir da realização da tarefa citada como exemplo.

As dimensões apresentadas nesta subseção definem os parâmetros para que a informação de percepção se torne mais ou menos intrusa. A influência de cada uma das dimensões sobre as informações depende do mecanismo *groupware* que estiver sendo concebido. A dimensão correta da informação de percepção depende de experimentos para definição de como utilizá-la. É difícil saber *a priori* se um destes fatores influenciaram auxiliando ou atrapalhando a cooperação.

A próxima seção discute algumas circunstâncias para utilização do *framework* proposto.

4.6 UTILIZAÇÃO DO *FRAMEWORK*

Este trabalho trata apenas de ambientes e grupos de trabalho, sem caracterizar como estes ambientes funcionam e quais serão os possíveis papéis de seus atores. Ainda não há maneiras de comprovar a utilidade do *framework* a não ser pelas realizações citadas nas referências pesquisadas.

Os atores em questão são definidos pela tecnologia que está sendo empregada e pelo próprio ambiente que está sendo modelado. Os próximos passos a serem tomados são caracterizar um ambiente para utilização destes conceitos e definir as restrições impostas à arquitetura proposta pela tecnologia que se pretende utilizar. Isto significa que o *framework* conceitual apresentado necessita estar associado a outros modelos de ambientes.

Sistemas como o DIVA [Sohlenkamp & Chwelos 1994], que define um escritório como o ambiente de interação, fornecendo suporte para a comunicação e a cooperação de forma síncrona e assíncrona e integrando percepção aos mecanismos *groupware* numa tentativa de realizar cooperação. Ambientes como este comprovam que conceitos relacionados à percepção podem ser implementados e auxiliar a coordenação.

O desenvolvimento da Internet e em especial a *World Wide Web* (WWW), desde a criação do *Hyper-Text Transfer Protocol* (protocolo de transferência de hipertexto - HTTP) no decorrer dos anos oitenta, motivou a *Web* na progressão de um artigo de inovação acadêmica para um importante meio de negócios internacionais. Por estes motivos, a WWW vem alterando a abordagem *CSCW* no que diz respeito ao desenvolvimento de sistemas *groupware* [Palfreyman & Rodden 1996].

A utilização de tecnologia *Internet* com intuito de promover um local virtual para sistemas *groupware* tem fornecido um caminho para o desenvolvimento do ensino a distância. Esta pesquisa considera a tecnologia *learningware* [Internet2], que trata aprendizado cooperativo, como uma instância de *groupware* e, por isso, propícia para utilizar percepção dentro do modelo comunicação – coordenação – cooperação. A aplicação dos requisitos presentes no *framework* conceitual de percepção também podem auxiliar no aperfeiçoamento da coordenação em ambientes para o aprendizado cooperativo. Pesquisas desta natureza vem sendo desenvolvidas no Laboratório de Engenharia de *Software* (LES) do departamento de informática da PUC-Rio.

Essas pesquisas tem demonstrado a validade da teoria discutida neste artigo para o desenvolvimento de ambientes de aprendizado. Muitos autores consideram o conceito de percepção um fator crítico para o desenvolvimento de *groupware* na *Web* [Dix 1996] e para o planejamento e concepção do aprendizado cooperativo [Dushastel 1997].

Capítulo 5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este artigo apresentou *framework* conceitual de percepção que fornecem a projetistas um ponto de partida no tratamento de percepção na tecnologia *groupware* por considerar o conceito de percepção em *CSCW* como uma questão crítica no projeto de sistemas virtuais desta natureza.

Nesta pesquisa há uma série de caminhos para trabalhos posteriores, incluindo:

- Extensão e validação do *framework* através de estudos adicionais sobre ambientes virtuais para cooperação;
- Desenvolvimento de mecanismos baseados nos elementos desta pesquisa para sua utilização em sistemas *groupware*;
- Avaliação destes mecanismos, realizando comparações com serviços já existentes e avaliando a sua utilidade;
- Investigar outras questões sobre o *framework* como sua aplicação na implementação de todos os mecanismos de um sistema *groupware*.

Embora as referências analisadas deixem claro a utilidade desta pesquisa, muito trabalho ainda deve ser realizado para uma melhor avaliação da utilização do conceito de percepção no trabalho cooperativo.

Capítulo 6. BIBLIOGRAFIA

[Adams et al. 1995] – Adams, M., Y. Tenney e R. Pew. Situation Awareness and the Cognitive Management of Complex Systems, Human Factors, 37(1), páginas 85-104, 1995.

[Brinck & McDaniel 1997] – Brinck, Tom e Susan E. McDaniel. Awareness in Collaborative Systems. Workshop Report. *SIGCHI Bulletin*. Outubro de 1997.

[Delvin & Rosenberg 1996] – Delvin, Keith e Duska Rosenberg. Language at Work: analyzing communication breakdown to inform system design. CSLI lecture notes n° 66 © 1996.

[Dix 1993] – Dix, A. Human-Computer Interaction. Academic Press, 1993.

[Dix 1996] – Dix, A. Challenges and Perspectives for Cooperative Work on the Web. *In Proceedings do workshop ERCIM em CSCW e a Web.* Fevereiro de 1996.

[Donath & Robertson 1994] – Donath, Judith S. e Niel Robertson. The Social Web. *Proceedings* of 2º World Wide Web Conference: Mosaic and the Web. 1994.

[Dourish & Belloti 1992] – Dourish, Paul e Victoria Belloti. Awareness and Coordination in Shared Workspaces. In *Proceedings of CSCW '92* (Chapel Hill NC, 1992), Canadá 1992.

[Dushastel 1997] – Dushastel, P. A Motivational Framework for Web-Based Instruction. *in Web-Based Instruction*, B.H. Khan, editor, Educational Technology Publications, 1997.

[Easterbrook 1995] – Easterbrook, Steve. Coordination Breakdowns: Why Groupware is so Difficult to Design. *Proceedings, 28th Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS-28)*, Maui, Hawaii, 3-6 Janeiro, 1995, Pags. 191-199.

[Fussell et al. 1998] – Fussell, R. Susan et all. Coordination, Overload and Team Performance: Effects of Team Communication Strategies. In *Proceedings of CSCW '98* (Chapel Hill NC, 1998), páginas 275-284.

[Gross 1997] – Gross, T. Towards Flexible Support for Cooperation: Group Awareness in Shared Workspaces. The Eights International Workshop on Database an Expert Systems Applications - DEXA'97 (Setembro. 1-2, Toulouse, França). *IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA*, 1997. páginas 406-411.

[Gutwin et al. 1996] – Gutwin, C., S. Greenberg e M. Roseman. Workspace Awareness in Real-Time Distributed Groupware: Framework, Widgets, and Evaluation. in Sasse, R.J., A. Cunningham, and R. Winder, Editors. *People and Computers XI (Proceedings of* *the HCI'96)*, páginas 281-298, Springer-Verlag. Conferência ocorrida no Imperial College, Londres. 20-23 Agosto de 1996.

[Gutwin & Greenberg 1999] – Gutwin, C. e S. Greenberg. A Framework of Awareness for Small Groups in Shared-Workspace Groupware. Techinical Report 99-1. Departamento de Ciência da Computação, Universidade de Saskatchewan, Canadá, 1999.

[Internet2] – Internet2 (*Learningware*) [online]. Página Internet WWW em: <URL:http://www.intenet2.edu/html/learningware.html> [Consulta: 10 de Janeiro de 1999].

[Kedziersky 1988] – Kedziersky, B. Communication and Management Suport in System Development Environements. In *Computer Supported Cooperative Work*, Greif, I. (Editor), Morgan Kaufman Publishers, 1988.

[Kraut & Attewell 1997] – Kraut, R.E. e P. Attewell. Media use in a global corporation: Eletronic Mail and Organizational Knowledge. In *Research milestones on the information Higway.* Mahwah, NJ: Erlbaum 1997.

[Laufer et al. 1998] – Laufer, C., H. Fuks e C. J. P. de Lucena. Rio InternetTV – AulaNet: Using Videoconference in Web-based Learning. *In WebNet'98 – World Conference of the WWW, Internet & Intranet*. Association for the Advancement of Computing in Education, Orlando, FL.

[Lucena et al. 1998] – Lucena, Carlos J.P. de *et al*. AulaNet: Ajudando Professores a Fazer seu Dever de Casa. Monografias em Ciência da Computação n° 43/98. Departamento de Informática / PUC-Rio. 1998.

[Marmolin et al. 1991] – Marmolin, H., Y. Sundblad e B. Pehrson. An Analysis of Design and Collaboration in a Distributed Environment. *In Proceedings of ECSCW '91* (Kluwer Academic Publishers), 1991.

[Mattsson & Bosch 1998] – Mattsson, Michael e Jan Bosch. Frameworks as components: A Classification of Framework Evolution. Workshop on Programming Environment Research, Ronneby/Sweden, Agosto de 1998.

[Palfreyman & Rodden 1996] – Palfreyman, Kevin e Tom Rodden. A Protocol for User Awareness on the World Wide Web. In *Proceedings of CSCW '96* (Chapel Hill NC, 1996), páginas 130-139.

[Putnam & Poole 1987] – Putnam, L.L. e M.S. Poole. Conflict and Negotiation. *Handbook of Organizational Communication: An Interdisciplinary Perspective* / 1987. Newbury Park, páginas 549-599.

[Robinson 1991] – Robinson, M. Computer Supported Cooperative Work: Cases and Concepts, *In Proceedings of Groupware '91*, páginas 59-75, 1991.

[Roseman & Greenberg 1992] – Roseman, M. e S. Greenberg. GroupKit: A groupware toolkit for building real-time conferencing applications. *In Proceedings of the ACM CSCW Conference on Computer Supported Cooperative Work*, páginas 43-50, Toronto, Canadá. Novembro de 1992. ACM Press.

[Segal 1994] – Segal, L. Effects of Checklist Interface on Non-Verbal Crew Communications, NASA Ames Research Center, Contractor Report 177639, 1994.

[Seifert & Hutchins 1992] – Seifert, C. e E. L. Hutchins. Error as opportunity: Learning in a cooperative task. *Human-Computer Interaction* / 1992. N° 7, páginas 409-436. 1992.

[Sohlenkamp & Chwelos 1994] – Sohlenkamp, Markus e Greg Chwelos. Intregating Communication, Cooperation, and Awareness: The DIVA Virtual Office Environement. In *Proceedings of CSCW '94* (Chapel Hill NC, 1994), páginas 331-343. 1994.

[Tichy 1985] – Tichy, Walter. RCS – A System for Version Control – Pratice and Experience. 15(7), páginas 637-654, Julho de 1985.

[Tollmar et al. 1996] – Tollmar, Konrad., Ouvidiu Sandor e Anna Schömer. Suporting Social Awareness @ Work. Design and Experience. In *Proceedings of CSCW '96* (Chapel Hill NC, 1996), páginas 298-307. 1996.

[Vertegaal et al. 1997] – Vertegaal, R., Velichkovsky, B. and Van der Veer, G.C. Catching the Eye: Management of Joint Attention in Cooperative Work. *SIGCHI Bulletin* (29) 4, ACM 1997.